

### Facteurs d'influence 2

Nombre et type de véhicules, vitesse, topographie et qualité de l'air ambiante ont un impact sur les niveaux de pollution d'un axe routier.

### Dispersion et distance 3

La pollution est maximale sur les axes routiers, puis elle décroît progressivement avec l'éloignement.

### Nouvelles cartes 4 et 5

La pollution près des axes a été intégrée dans des cartes de pollution journalières.

### Publics sensibles 6 et 7

Écoles, crèches, hôpitaux, stades... De nombreuses structures sont situées près des axes, notamment dans le cœur de l'agglomération.



### Santé 8

Habiter près du trafic accroît les cas d'asthme chez les enfants.

#### Chiffre :

L'impact d'un axe routier sur la qualité de l'air peut s'étendre jusqu'à 200 m de distance.

## La pollution près du trafic

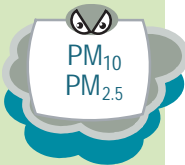


**LE POIDS DU TRAFIC ROUTIER DANS LES REJETS DE POLLUTION DE LA RÉGION**



• Le **dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)** est émis en Île-de-France à 50% par le trafic routier. C'est un gaz irritant pour les bronches.

• Le trafic routier contribue à un quart des rejets directs pour les **particules PM10**, inférieures à 10 µm, et **particules PM2,5**, inférieures à 2,5 µm. Elles peuvent pénétrer dans l'appareil respiratoire, plus ou moins profondément en fonction de leur taille, et les particules issues des véhicules diesel ont été classées comme cancérogène certain par l'OMS (Organisation mondiale de la santé).



• Le **benzène** fait partie de la famille des composés organiques volatils (COV). Il est essentiellement émis par les véhicules dans les hydrocarbures imbrûlés produits à l'échappement et par les phénomènes d'évaporation (réservoir, carburateur...). Il provoque des irritations respiratoires et a des effets cancérogènes.



SOURCE : INVENTAIRE DES ÉMISSIONS AIRPARIF 2008

# Principaux facteurs d'influence

Le trafic routier est la première source de pollution de l'Île-de-France. Notamment pour le dioxyde d'azote, les particules, et le benzène, polluants qui ont un impact sur la santé (*voir encadré*). Cela a une influence sur la pollution près des axes routiers : par exemple, pour le dioxyde d'azote, les niveaux y sont jusqu'à deux fois plus élevés que les valeurs préconisées par la réglementation.

On note un surcroît de pollution à proximité des axes par rapport à l'air ambiant. Cet impact dépend d'abord du nombre de véhicules en circulation, avec par exemple des niveaux plus forts au moment des pointes de trafic du matin et du soir.

Il dépend aussi du type de véhicules : un poids lourd rejette notamment plus d'oxydes d'azote et de particules qu'un véhicule particulier, un véhicule diesel rejette globalement plus d'oxydes d'azote et de particules qu'un véhicule

essence, un deux-roues est fortement émetteur de composés organiques volatils... La vitesse du trafic joue également, les émissions d'oxydes d'azote et de particules sont importantes à très faible vitesse ou à vitesse élevée et les émissions de benzène sont maximales à faible vitesse. Par ailleurs, la topographie de l'axe a une influence non négligeable. En fonction de la largeur de la route et de la hauteur du bâti environnant, la dispersion de la pollution est variable. Elle est par exemple

très mauvaise dans les rues étroites bordées de hauts bâtiments, elle est meilleure dans un environnement dégagé. De plus, si l'axe est en pente, les niveaux sont plus élevés dans le sens de la montée. Et la distance d'influence d'un axe surélevé ou en contrebas semble réduite. Enfin, les conditions météorologiques ont à la fois un rôle sur la dispersion générale dans la région et sur la dispersion locale près de l'axe, le vent entraînant la pollution dans son sillage.

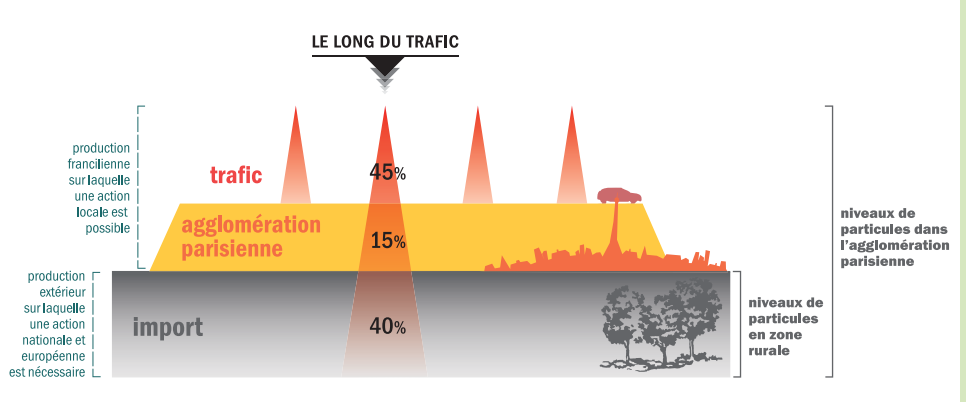


## ORIGINE DES PARTICULES À PROXIMITÉ D'UN AXE MAJEUR

Les particules ont des sources variées. Les véhicules, l'industrie ou le chauffage engendrent des rejets directs. Mais elles ont aussi des origines indirectes : remise en suspension, transformations chimiques d'autres polluants ou transport de particules longue distance.

Avec près de 90 000 analyses chimiques, une vaste campagne de mesure menée par Airparif, en partenariat avec le LSCE (Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement, CNRS-CEA), a permis pour la première fois de quantifier la part de ces principales sources sur les niveaux de particules observés dans la région.

On a ainsi pu montrer qu'à proximité d'un axe routier comme le Périphérique, les niveaux de particules fines sont dus pour 45% au trafic local (l'essentiel provenant des véhicules diesel), pour 15% à l'ensemble de l'agglomération, et pour 40% à l'import d'autres régions françaises, voire européennes.



Origine des particules variée en Île-de-France

# Trois questions sur la dispersion

Grâce à différentes campagnes de mesure menées par Airparif depuis plus de dix ans, on connaît mieux la dispersion des polluants à proximité des axes routiers.

## Jusqu'où s'étend l'impact des axes ?

La distance varie selon les polluants. Pour le dioxyde d'azote, la distance d'influence est supérieure à 100 m pour les axes majeurs (100 000 à 200 000 véhicules par jour) : de l'ordre de 150 à 200 m pour le Périphérique, et de 100 à 150 m pour les autoroutes en zone urbaine. Les niveaux de pollution décroissent très rapidement dans les 50 premiers mètres, puis diminuent plus progressivement dans les dizaines de mètres suivants. Dans le cas de carrefours ou d'échangeurs routiers importants, l'impact du trafic peut encore être décelé jusqu'à 400 m de distance. Pour les axes plus modestes (30 000 véhicules par jour), la zone d'impact est généralement comprise entre 50 et 100 m. Pour le benzène, la distance d'impact est un peu plus réduite : de l'ordre de 100 à 150 m



La distance d'impact d'un axe varie en fonction du polluant

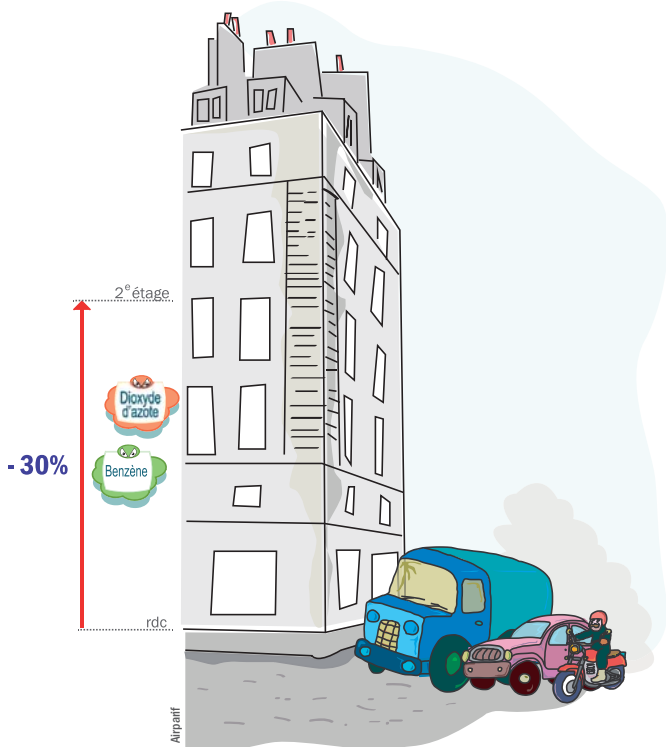
pour un axe majeur, et de 50 m pour un axe plus modeste. Pour les particules, les mesures sont moins nombreuses, l'appareillage étant plus lourd à mettre en œuvre, mais les distances d'influence observées sont de l'ordre de 100 m. Ces zones d'impact peuvent varier considérablement d'une

heure à l'autre, les ordres de grandeur donnés ici sont évalués à partir de niveaux de pollution annuels.

## La qualité de l'air est-elle meilleure dans les étages qu'au rez-de-chaussée ?

A quelques mètres du trafic, oui, les concentrations de pollution diminuent avec la hauteur. Par exemple, des mesures en bordure d'une avenue fortement fréquentée au niveau de la porte de Gentilly montrent une baisse de 30% pour le dioxyde d'azote et le benzène, entre le rez-de-chaussée et le deuxième étage. Par contre, en situation plus éloignée du trafic (quelques dizaines de mètres), l'étage ne semble plus avoir d'incidence forte sur les niveaux de pollution.

exemple, dans une étude menée à Charenton, on pouvait relever une différence de près de 15% entre deux points de mesure à même distance de l'A4, l'un ouvert sur l'axe, l'autre entouré d'immeubles. Concernant les couvertures, elles ont aussi un effet protecteur localement, mais elles engendrent un surplus de pollution au niveau de leur sortie. Des mesures ont notamment eu lieu sur un tunnel couvrant le Périphérique, à proximité de la porte de Bagnolet. Sur la couverture, les niveaux de dioxyde d'azote et de benzène étaient comparables à ceux dans l'air ambiant. Par contre, un surplus de 22% pour le dioxyde d'azote et de 48% pour le benzène était enregistré à la sortie.



À quelques mètres du trafic, la pollution diminue avec les étages

## La pollution est-elle atténuée par les aménagements urbains ? (murs anti-bruits, couverture...)

De manière générale, tout ce qui fait écran par rapport à l'axe a un effet protecteur local vis-à-vis de la pollution. C'est le cas des murs anti-bruits mais aussi de certains immeubles. Par



Les murs anti-bruits font écran par rapport à l'axe et ont un effet protecteur local

DOSSIER

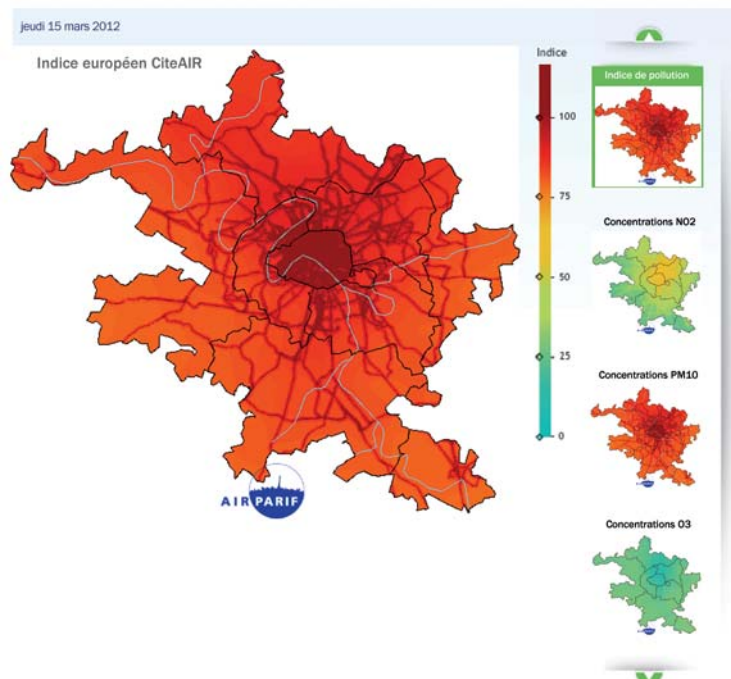
# Dans les cartes de pollution journalières

Cartographier en temps réel les niveaux des polluants le long des axes routiers principaux d'Île-de-France et synthétiser l'information sous forme d'une carte d'indice de qualité de l'air, tel est un des objectifs d'Airparif. Ce type de cartes est disponible depuis plusieurs années à l'échelle annuelle, elles sont désormais déclinées à l'échelle journalière pour l'agglomération parisienne.

Pour la pollution ambiante, loin des sources de polluants, des cartes de la qualité de l'air en tout point de l'Île-de-France sont publiées depuis 2002. Ces cartes quotidiennes et annuelles s'appuient sur les outils de modélisation qui décrivent sous forme d'équations mathématiques les phénomènes régissant la pollution de l'air. La zone géographique est quadrillée suivant un maillage de points de calcul répartis à intervalles réguliers. Sont pris en compte : les rejets de polluants à partir de l'inventaire des émissions d'Airparif, les conditions météorologiques, les phénomènes de transport de polluants, les réactions chimiques dans l'atmosphère et la topographie.

En parallèle, des cartes annuelles incluant aussi la pollution le long du trafic ont été développées à partir de 2004, en s'appuyant notamment sur les résultats du projet européen Heaven (For a healthier environment through the abatement of vehicle emissions and noise). Elles ont ensuite été couplées à celles de la pollution ambiante depuis 2007, toujours à l'échelle annuelle.

Nouvelle étape accomplie : le développement d'un outil cartographique journalier, sur l'ensemble de l'agglomération parisienne, pour la veille ([www.airparif.asso.fr/divers/question-avenir-sommaire](http://www.airparif.asso.fr/divers/question-avenir-sommaire)). L'échelle de couleur prend en compte les niveaux correspondant aux valeurs réglementaires européennes (*voir encadré*).



Exemple de cartes un jour de pollution soutenue  
Ces cartes journalières sont disponibles sur l'ensemble de l'agglomération pour la veille

**NOMBRE DE POINTS DE CALCUL :**  
 • PLUS DE 500 000 SOUS INFLUENCE DU TRAFIC  
 • 3 MILLIONS SUR L'ENSEMBLE DE L'AGGLOMÉRATION PARISIENNE

## CARTE D'INDICE ET RÉGLEMENTATION EUROPÉENNE

Une carte des concentrations est établie pour chaque polluant (dioxyde d'azote, particules PM10 et ozone). Une carte d'indice global est calculée ensuite, en s'appuyant sur la grille de l'indice Citeair ([www.airqualitynow.eu](http://www.airqualitynow.eu)).

Cette grille prend en compte les valeurs réglementaires européennes :

- Pour les particules PM10, la valeur limite journalière est de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , à ne pas dépasser plus de 35 jours par an.

- Pour le dioxyde d'azote, la valeur limite horaire est de  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , à ne pas dépasser plus de 18 heures par an.

- Pour l'ozone, un seuil d'information horaire en cas d'épisode de pollution est fixé à  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ce polluant n'étant pas directement émis par le trafic routier, il n'est pas calculé à proximité des axes mais dans l'air ambiant de la région.

## Principale difficulté : les temps de calcul

Générer ce type de cartes présente des difficultés, notamment à cause de temps de calcul importants. En première approche, des points de calcul étaient positionnés tous les 50 m environ, sur une bande de l'ordre de 400 m de part et d'autre des axes. Or l'Île-de-France ne compte pas moins de 40 000 km d'axes routier, ce qui représente un nombre de points de calcul incompatible avec la production de cartes journalières. Il était donc nécessaire de simplifier cette approche.

D'une part, la zone géographique a été limitée. Pour l'instant, les calculs sont effectués pour l'agglomération parisienne et non pour l'Île-de-France complète, sachant que le trafic routier est nettement plus faible hors de l'agglomération. D'autre part, le réseau routier pris en compte a été simplifié. Les axes ont été choisis essentiellement en fonction de la densité du trafic : tous les axes à plus de 15 000 véhicules/jour ont été retenus. Le réseau final comporte quasiment 3 000 km de voirie, soit près de 50 % du réseau principal de l'agglomération. Enfin, le nombre de points de calcul a été optimisé. Plus de 500 000 points représentent l'influence du trafic routier. Et à cette pollution liée au trafic sont ajoutés les niveaux de pollution de l'air ambiant provenant du système Esmeralda ([www.esmeralda-web.fr](http://www.esmeralda-web.fr)), représentant 3 millions de points pour l'agglomération.

## Perspectives : de la veille au temps réel

Ces simulations sont effectuées pour chaque heure, en temps quasi-réel, en utilisant au maximum les observations disponibles : données de trafic corrigées à partir des comptages réels, niveaux de pollution ambiante ajustés avec les mesures de pollution... Quant aux données météorologiques, elles proviennent des prévisions à court terme, réalisées la nuit précédente pour le jour à venir.

La méthode utilisée a fait ses preuves, les temps de calcul ayant été réduits à une dizaine de minutes pour une heure de simulation. Pour l'instant, les résultats sont exploités pour la veille. Les résultats obtenus par les calculs sont comparés aux mesures effectuées sur le réseau d'Airparif, afin d'évaluer leur qualité. Voici quelques précisions par rapport aux stations mesurant l'air ambiant : pour le dioxyde d'azote, les écarts s'échelonnent entre -25 % et +28 %, la moyenne des écarts est de 2 %, pour les particules, les écarts varient entre -4 % et +17 %, avec une moyenne de -1 %. Ces écarts peuvent être plus importants en proximité au trafic.

A terme, l'objectif est de diffuser les cartes horaires pour le jour même et pour toute l'Île-de-France, tout en améliorant la précision.

### VOTRE AIR, UN PREMIER AVANT-GOÛT

Un prototype pour informer les Parisiens de la qualité de l'air en quasi temps réel en bordure des axes a été mis en ligne en 2011 ([votreair.airparif.fr](http://votreair.airparif.fr)). Des cartes intégrant la proximité au trafic ont alors été développées à l'échelle du centre de Paris, en partenariat avec l'Inria (Institut national de recherche en informatique et en automatique) et la société Numtech. Ce

projet a permis de tester des techniques de cartographie et des outils d'information du public. Une application mobile a notamment été publiée pour permettre aux piétons et cyclistes de connaître la qualité de l'air tout au long de leurs trajets et de pouvoir choisir leur itinéraire.

DOSSIER



crèches

écoles

hôpitaux

# Zoom sur les établissements recevant des publics sensibles

Dans le cadre d'un programme sur la qualité de l'air à proximité des voies à grande circulation, Airparif s'est intéressée plus particulièrement aux publics sensibles (jeunes enfants, personnes âgées ou hospitalisées) et aux complexes sportifs.

En Île-de-France, 55 % des crèches, écoles, structures d'hébergement des personnes âgées, hôpitaux, mais aussi terrains de sport en plein air sont situés à moins de 500 m d'un axe routier majeur. Grâce aux informations géo-localisées de l'IAU Île-de-France (Institut d'aménagement et d'urbanisme), et grâce aux outils de calcul de la pollution d'Airparif, il a été possible d'étudier la situation de ces structures par rapport aux normes de qualité de l'air pour trois polluants liés en grande partie au trafic routier : le dioxyde d'azote, les particules (PM10 et PM2,5) et le benzène.

PARIS

	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	tous
	76%	43%	15%	11%
	80%	41%	14%	13%
	75%	45%	17%	14%
	67%	36%	15%	14%
	42%	28%	6%	6%

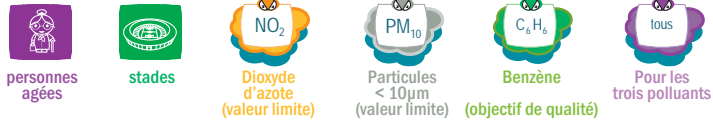
## Principaux résultats

L'étude montre que le dépassement des valeurs limites (*voir encadré*) concerne un quart des établissements pour les particules PM10, et un tiers d'entre eux pour le dioxyde d'azote. Par ailleurs, tous les établissements dépassent l'objectif de qualité pour les particules fines PM2,5 comme dans toute la région. Par contre, les objectifs de qualité pour les PM10 et pour le benzène sont respectés dans 90 % des cas.

Les niveaux de pollution dépendent fortement du degré de proximité aux axes et au cœur de l'agglomération. Pour prendre l'exemple du dioxyde d'azote, près de 70 % des établissements situés à moins de 50 m d'un axe observent un dépassement de la valeur limite. Ce taux est plus ou moins élevé en fonction des zones : il atteint presque 100 % à Paris mais reste inférieur à 30 % en grande couronne. Par contre, à plus de 250 m de distance, les dépassements sont très rares, sauf à Paris.



Cartographie des niveaux moyens annuels de dioxyde d'azote en 2011 le long des voies à grande circulation de la région



Pourcentage des établissements dépassant les valeurs réglementaires pour Paris – la petite couronne – la grande couronne

PETITE COURONNE

	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	tous
	22%	23%	3%	2%
	18%	18%	2%	1%
	22%	21%	3%	3%
	24%	24%	4%	3%
	22%	20%	3%	3%

GRANDE COURONNE

	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	tous
	6%	13%	2%	0%
	2%	7%	0%	0%
	5%	9%	1%	0%
	4%	14%	2%	1%
	11%	14%	2%	2%

Par ailleurs, un dépassement de l'ensemble des normes pour les trois polluants est observé pour les établissements qui sont en moyenne implantés à moins de 40 m d'un axe important, soit 125 écoles (près de 28 000 élèves de maternelles et primaires), 85 crèches (3 250 places), 66 hôpitaux (6 700 lits) et 36 hébergements pour personnes âgées (2 500 places). Les trois quarts de ces établissements sont situés à Paris.

En ce qui concerne les terrains de sport de plein air, plus de 80 % d'entre eux sont situés dans des zones respectant l'ensemble des normes considérées. Malgré tout, parmi les 1 500 terrains pris en compte, 40 terrains présentent au moins un point avec des teneurs maximales supérieures à l'ensemble des normes considérées, notamment à Paris et dans les Hauts-de-Seine.

UN PROGRAMME EN TROIS VOILETS

Cette étude est le troisième volet d'un programme de caractérisation de la qualité de l'air à proximité des voies à grande circulation, piloté par le Conseil régional d'Île-de-France. Les deux premiers volets ont porté sur un exemple précis (Boulevard périphérique-porte de Gentilly), avec la mise en œuvre de mesures et d'outils de calcul. Ce dernier volet permet d'obtenir à l'aide de la modélisation des résultats à proximité des axes les plus importants de la région.

PRINCIPALES VALEURS RÉGLEMENTAIRES PRISES EN COMPTE

Deux valeurs limites contraignantes, à ne pas dépasser :

- 40 µg/m<sup>3</sup> pour le dioxyde d'azote (moyenne annuelle) ;
- 50 µg/m<sup>3</sup> pour les PM<sub>10</sub> (moyenne journalière), à ne pas dépasser plus de 35 jours par an.

Deux objectifs de qualité, non contraignants du point de vue réglementaire :

- 10 µg/m<sup>3</sup> pour les PM<sub>2,5</sub> (moyenne annuelle) ;
- 2 µg/m<sup>3</sup> pour le benzène (moyenne annuelle).

SANTÉ



« Habiter près du trafic accroît les cas d'asthme »

Une publication sur l'impact sanitaire de la pollution à proximité du trafic en agglomération parisienne est diffusée par l'ORS Île-de-France (Observatoire régional de la santé). Précisions avec Sabine Host, coauteur de l'étude.

Quelles sont vos principales conclusions ?

La proximité au trafic routier pose un problème spécifique de santé publique pour deux raisons principales : d'une part, les niveaux de polluants, et donc les expositions, sont particulièrement élevés aux abords des axes, et d'autre part, la composition de la pollution, des particules notamment, est différente de celle du reste de l'agglomération. La revue d'études épidémiologiques que l'ORS a publiée en 2009 souligne bien l'existence d'un risque sanitaire spécifique à cette pollution, notamment sur la genèse de problèmes respiratoires. Nous avons aujourd'hui franchi une nouvelle étape en quantifiant l'impact sanitaire, et le nombre de cas concernés. Pour cela, nous avons appliqué une méthode développée dans le cadre du projet Aphekom (voir encadré). Nous nous sommes concentrés sur une pathologie, l'asthme, pour laquelle les résultats sont les plus robustes. D'après nos calculs, près de 30 % de la population vit à moins de 75 m d'un axe à fort trafic routier dans la zone comprenant Paris et la petite couronne, et cette proximité aux axes est responsable d'environ 16 % des nouveaux cas d'asthme chez les moins de 17 ans. Cette valeur résulte d'un calcul théorique et fournit un ordre de grandeur. Cette estimation

pour l'agglomération parisienne se trouve dans la moyenne par rapport aux autres villes européennes (voir graphique).

Quels sont les risques sanitaires pour les établissements recevant des publics sensibles, situés à proximité des axes routiers majeurs ?

Nous manquons de recul sur cette question : trop peu d'études sanitaires portent sur ces populations. C'est la raison pour laquelle nous avons pour l'instant concentré nos travaux sur les personnes habitant à proximité du trafic. Ceci dit, on peut penser que les enfants habitant près du trafic, dans le cœur de la région parisienne, vont à la crèche ou à l'école dans leur quartier, et subissent une exposition aux polluants du trafic élevée et continue.

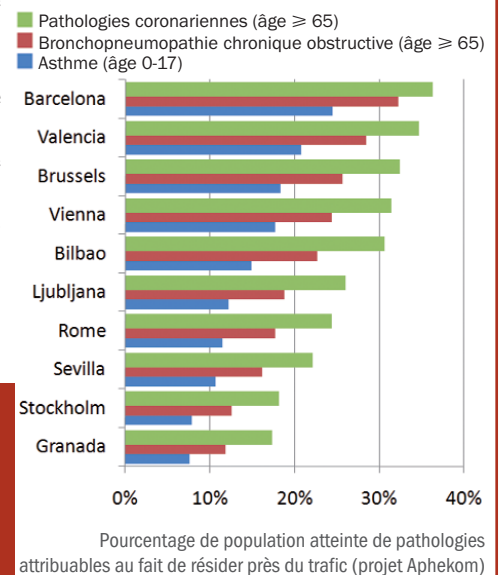
En tout cas, l'étude d'Airparif sur la qualité de l'air dans ces établissements (voir p.6-7) nous interpelle quant aux conséquences sanitaires potentielles qui concernent plusieurs centaines de milliers d'enfants.

Est-ce que cela vous ouvre ainsi de nouvelles perspectives ?

Il est toujours frustrant de constater que nous avons un train de retard : nos études sanitaires bénéficient bien évidemment des progrès des estimations des niveaux de polluants mais les

résultats arrivent avec un certain décalage. Donc nous n'avons pas encore la finesse des études de qualité de l'air actuelles.

Malgré tout, je voudrais souligner le côté innovant de la méthode Aphekom que nous avons déclinée pour Paris et sa proche banlieue. C'est la première fois que l'on parvient à quantifier l'impact sanitaire de la pollution pour les personnes habitant près des axes. Cette étude souligne l'enjeu de santé publique lié à la pollution émise par le trafic routier. La distance au trafic peut apparaître comme un indicateur d'exposition sommaire, mais il a l'avantage d'être facilement interprétable. En termes de perspectives, la méthode pourrait être affinée en se basant sur les niveaux de polluants. Ces calculs pourraient par ailleurs être étendus à d'autres pathologies telles que les maladies cardiaques ou les bronchites chroniques.



UN PROBLÈME PARTAGÉ PAR LES AUTRES VILLES EUROPÉENNES

De Séville à Stockholm, en passant par Barcelone, Rome, Vienne ou Bruxelles, habiter à proximité du trafic routier pourrait être responsable d'environ 15% des asthmes de l'enfant. Ce pourcentage varie entre 8% et 25% selon dix villes étudiées (voir graphique). En moyenne, près de 30% de la population de ces villes réside à moins de 75 m des axes importants (plus de 10 000 véhicules par jour), et est donc exposée à des niveaux élevés de pollution. Le coût associé a été évalué à 300 millions d'euros chaque année. Tels sont les enseignements du projet Aphekom ([www.aphekom.org](http://www.aphekom.org)), coordonné par l'Institut de veille sanitaire (InVS), sur l'impact de la pollution à proximité du trafic. Outre l'asthme, deux autres pathologies ont été estimées: les pathologies coronariennes (c'est-à-dire les risques d'infarctus) et la bronchopneumopathie chronique obstructive (bronchite).

SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'AIR EN ÎLE-DE-FRANCE

ASSOCIATION TYPE LOI DE 1901  
À BUT NON LUCRATIF

7 RUE CRILLON 75004 PARIS  
01.44.59.47.64  
Courriel : [demande@airparif.asso.fr](mailto:demande@airparif.asso.fr)  
Directeur de publication : J.F. Saglio

**AIR PARIF**

[www.airparif.asso.fr](http://www.airparif.asso.fr)

Le financement d'Airparif est assuré par des subventions de l'État, des collectivités territoriales, des industriels au titre de la TGAP et des prestations d'expertise

Imprimé par : com-pédit beauregard

