

AtmoSud

Inspirer un air meilleur



Impact de la distance au trafic

Etablissements sensibles

Juillet 2022

RÉSUMÉ :

IMPACT DE LA DISTANCE AU TRAFIC

Etablissements sensibles

► L'importance de la gestion de la qualité de l'air

Depuis plus de vingt ans, de nombreuses études épidémiologiques démontrent les effets sur la morbidité et la mortalité à court et moyen terme de l'exposition des populations aux polluants de l'air ambiant. L'exposition à la pollution de l'air peut être à l'origine de multiples effets sur la santé : pathologies respiratoires, cardiovasculaires, atteintes neurologiques, altération du développement, etc. Les actions de prévention doivent diminuer les sources d'émissions pour réduire les concentrations chroniques auxquelles la population est exposée. Cela nécessite d'évaluer le contexte de pollution de l'air de proximité, avec les outils d'évaluation de la qualité de l'air fournis par les associations agréées de surveillance de la qualité de l'air locales, ou par la mise en place d'étude spécifiques.

► Le contexte de qualité de l'air autour des grands axes routiers

Le trafic routier est à l'origine de nombreux polluants, dont les principaux sont les particules fines et les oxydes d'azote (NOx). Dans le cadre d'implantation de futurs établissements sensibles, il est important de respecter certaines recommandations d'implantation et d'adaptation du bâti pour préserver les occupants d'une exposition aux polluants de l'air issus des grands axes routiers.

De manière générale, pour le dioxyde d'azote, la distance d'influence pour les axes majeurs (100 000 à 200 000 véhicules par jour), est de l'ordre de 100 à 300 mètres. Les niveaux de pollution décroissent très rapidement dans les 50 premiers mètres, puis diminuent plus progressivement dans les dizaines de mètres suivants.

Les principales mesures qui permettent de réduire les concentrations de polluants dans les établissements sensibles à proximité d'axes routiers fréquentés sont tout d'abord la mise en place d'une zone de retrait entre l'infrastructure routière et les zones à aménager, mais également des éléments barrière aux transports des polluants et l'aménagement des bâtiments eux-mêmes.

► Les zones de retrait

L'ensemble des recommandations à l'échelle nationale et internationale s'accordent sur l'importance de respecter une distance supérieure à 150 mètres entre les bâtiments recevant du public sensible et les voies à fort trafic. Certaines collectivités imposent même de respecter cette distance dans leurs plans locaux d'urbanisme.

► L'effet barrière

Afin d'obtenir le même degré de réduction des polluants qu'à 150 m, l'addition de murs antibruit (associés à de la végétation) sur les infrastructures routières doit respecter certaines conditions. Ils doivent être d'une hauteur significative, d'au moins 4 m à 6 m pour une réduction de 75 % à 85 % à 50 m de l'infrastructure, et être positionnés perpendiculairement au vent.

► La conception des bâtiments

Il est possible de concevoir les bâtiments afin de réduire l'exposition des occupants aux polluants d'origine extérieure. Parmi les solutions de conception des bâtiments, le positionnement des espaces extérieurs et des entrées d'air à l'opposé de la source de pollution et la filtration particulaire et moléculaire de l'air entrant sont les principales solutions. A l'échelle d'un quartier en milieu urbain, il est important de minimiser l'effet canyon des rues en favorisant notamment la perméabilité et les discontinuités du bâti.

► La spécificité de chaque situation

Les études et retours d'expérience à l'échelle régionale en France permettent de mettre en évidence que les règles générales ne sont pas directement applicables aux situations de terrain qui ont toutes leurs spécificités (fréquentation, configuration spatiale, vents dominants, rugosité de l'environnement de proximité). De plus, la distance d'impact des axes varie selon les polluants. Ainsi pour évaluer précisément la zone d'impact potentiel d'un axe routier il est nécessaire de réaliser des études spécifiques. Dans le cadre des projets d'infrastructures routières, des études d'impact peuvent être menées et peuvent faire l'objet d'une évaluation des risques sanitaires individuels et collectifs auxquels sont soumises les populations concernées.

Contact

Chargé d'action territoriale : Laëtitia Mary
Pilote de projet : Mathieu Iazard mathieu.izard@atmosud.org

Date de parution

01/09/2022

Références

AFI-000089 / 01 / MID-LMY-ERT

REMERCIEMENTS

AtmoSud remercie l'Agence régionale de santé Provence-Alpes-Côte d'Azur

PARTENAIRES

Agence régionale de santé Provence-Alpes-Côte d'Azur

AUTEURS DU DOCUMENT

Mathieu Izard

Edwige Révélat

Laëtitia Mary

SOMMAIRE

Table des matières

1. Contexte	6
2. Quelle influence du trafic routier sur la qualité de l'air en milieu urbain ?	7
2.1 Principaux polluants autour des grands axes routiers	7
2.2 Facteurs influençant les émissions des polluants.....	8
2.3 Facteurs influençant la dispersion des polluants en milieu urbain	10
2.3.1 Météorologie	10
2.3.2 Zones de retrait	12
2.3.3 Les murs antibruit	13
2.3.4 La végétation.....	15
2.3.5 Conception des bâtiments	16
2.3.6 Urbanisme et impacts des projets d'infrastructures routières	18
2.4 Que disent les études de terrain ?	19
2.4.1 En Provence-Alpes-Côte d'Azur.....	19
2.4.2 En Auvergne-Rhône-Alpes.....	22
2.4.3 Ile-de-France	24
2.5 Que contiennent les outils de planification ?	30
2.5.1 Les Plans Climat-Air-Energie Territorial (PCAET)	30
2.5.2 Les plans de protection de l'atmosphère (PPA)	31
2.5.3 Plan local d'urbanisme / Plan d'occupation des sols.....	32
3. CONCLUSION.....	33

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1	Résumé du guide méthodologique relatif au volet « Air et santé » des études d'impacts des projets d'infrastructures routières.....	38
----------	--	----

1. Contexte

Comment se positionner vis-à-vis de l'exposition d'un établissement sensible à la pollution atmosphérique liée à une infrastructure routière ?

Depuis plus de vingt ans, de nombreuses études épidémiologiques démontrent les effets sur la morbidité et la mortalité à court et moyen terme de l'exposition des populations aux polluants de l'air ambiant. L'exposition à la pollution de l'air peut être à l'origine de multiples effets sur la santé : pathologies respiratoires, cardiovasculaires, atteinte neurologique, altération du développement, etc.

Le trafic routier est à l'origine de nombreux polluants, dont les principaux sont les particules fines et les oxydes d'azote.

Les actions de prévention ne peuvent se contenter de gérer les pics de pollution, elles doivent diminuer les sources d'émissions pour réduire les concentrations chroniques auxquelles la population est exposée.

Dans le cadre d'implantation de futurs établissements sensibles, il est nécessaire de respecter certaines recommandations d'implantation et d'adaptation du bâti pour préserver les occupants d'une exposition aux polluants de l'air. Pour ce faire, des outils d'évaluation de la qualité de l'air ambiant sont fournis par les associations agréées de surveillance de la qualité de l'air locales.

Dans le cadre des projets d'infrastructures routières, des études d'impact peuvent être menées et peuvent faire l'objet d'une évaluation des risques sanitaires individuels et collectifs auxquels sont soumises les populations concernées.

Une réglementation étrangère visant la présence d'établissements sensibles en lien avec la qualité de l'air locale

L'État de la Californie possède une réglementation concernant les écoles qui sont situées à moins de 150 m des grands axes routiers. Pour les écoles existantes, une étude de la dispersion des polluants et une évaluation de l'efficacité des mesures de mitigation à mettre en place doivent être effectuées. En ce qui a trait aux nouvelles écoles, leur implantation à moins de 150 m d'une autoroute est fortement déconseillée et n'est envisageable qu'exceptionnellement et combinée à la mise en place de mesures de mitigation efficaces.

L'État du New Jersey possède également une loi interdisant l'établissement d'une école à moins de 300 m d'une bretelle d'accès à une autoroute, sauf si aucune alternative n'est possible. En Nouvelle-Zélande, la ville d'Auckland possède une politique qui décourage l'établissement de nouveaux centres de la petite enfance à moins de 150 m d'une autoroute. Une évaluation de la qualité de l'air et de l'efficacité des mesures de mitigation prévues est requise.

La ville de San Francisco a, quant à elle, dressé un portrait des zones plus exposées aux polluants émis par le trafic routier et réglemente le développement d'habitations dans les zones définies. Une évaluation de la qualité de l'air des secteurs ainsi que la mise en place de mesures de mitigation efficaces (ventilation avec filtre HEPA) est recommandée.

Au Canada, l'établissement de bâtiments résidentiels, des écoles, des garderies ou autres usages sensibles sont déconseillés à moins de 150 m des autoroutes. La mise en place de mesures de mitigation efficaces est encouragée (ventilation, configuration des bâtiments) (Brauer et coll., 2012).

A l'échelle internationale, de grandes collectivités instaurent des règles à respecter en termes de distance à la voie des bâtiments (en général à moins de 150 mètres) voire des évaluations de la qualité de l'air ou des mesures d'adaptation des bâtiments en termes d'orientation et de ventilation.

2. Quelle influence du trafic routier sur la qualité de l'air en milieu urbain ?

Le mélange complexe de polluants émis par les véhicules influence grandement la qualité de l'air aux abords des grands axes routiers. En effet, les voitures, camions légers et camions lourds émettent un éventail de produits issus de la combustion des moteurs, qui se distribuent ensuite le long des axes routiers majeurs.

Ce mélange complexe de polluants est dispersé de part et d'autre des infrastructures routières, suivant un gradient de concentration jusqu'à l'atteinte des valeurs de bruit de fond normalement présentes en milieu urbain. La concentration et la dispersion des polluants sont influencées par plusieurs facteurs d'ordre météorologiques (ex. : vent), structurels (ex. présence de murs antibruit) ou en lien avec le processus d'émissions de polluants (ex. vitesse des véhicules).

2.1 Principaux polluants autour des grands axes routiers

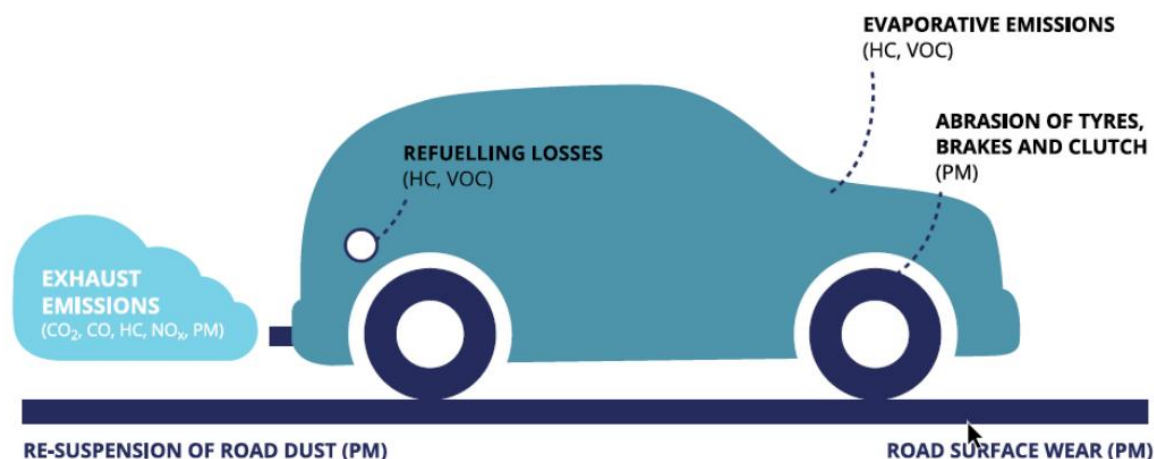
Parmi les polluants traceurs du trafic routier, on distingue les polluants primaires et secondaires.

Les **polluants primaires** issus du trafic routier proviennent de l'échappement des véhicules, l'usure des pneumatiques, des embrayages, des freins et de la route et de la remise en suspension par le passage des véhicules.

Sous l'action des rayons solaires et de la chaleur, les polluants primaires se transforment et contribuent à la formation de **polluants secondaires**.

Les principaux polluants issus de la combustion des moteurs à essence sont les oxydes d'azote (NOx), les particules ultrafines (PUF), le monoxyde de carbone (CO) et certains composés organiques volatils (COV). Des réactions secondaires se mettent en place entre les polluants primaires émis des véhicules. Par exemple, le dioxyde d'azote (NO₂) se forme aux abords de l'axe routier suite à la réaction du monoxyde d'azote (NO) et de l'ozone présent dans l'air (O₃).

Le transport routier est une source contributive significative de ces polluants, celui-ci étant responsable de 47 % des émissions totales de NO₂ dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur en 2019, 28 % de celles de PM10 et 25 % de celle des PM2.5.



Source : EEA, 2016

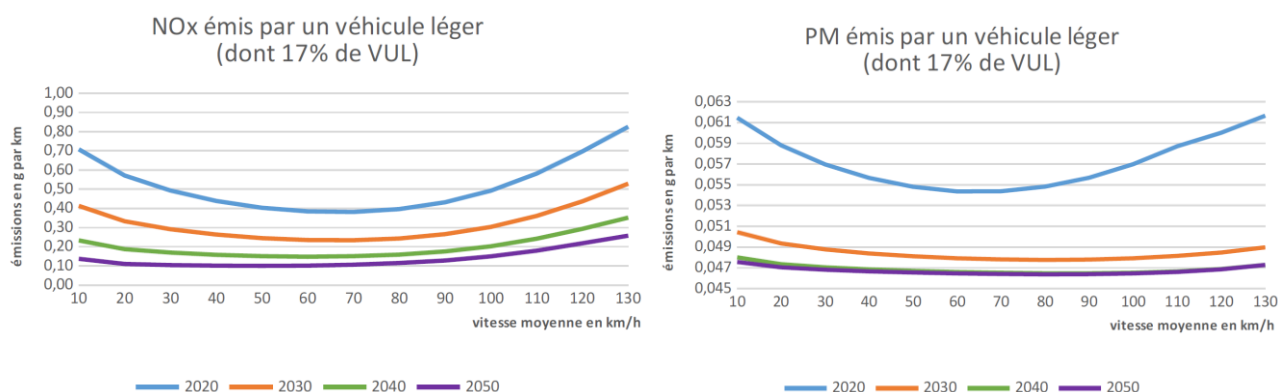
Les polluants fortement émis par le trafic routier de manière directe ou indirecte, sont le dioxyde d'azote, les particules PM10 et PM2.5 et certains composés organiques volatils comme le benzène.

2.2 Facteurs influençant les émissions des polluants

► Vitesse de circulation

Pour un véhicule particulier, les émissions de NOx et de PM10 sont minimales pour des vitesses proches de 70 km/h, tandis que pour un véhicule utilitaire (< 3,5 T) elles le sont aux alentours de 60 km/h. La courbe caractéristique « U » des émissions en fonction de la vitesse montre par ailleurs qu'en 2020, le maximum des émissions, égal jusqu'au double de la valeur minimale, se situe à 130 km/h, et que les émissions à de faibles vitesses (10 à 20 km/h) équivalent peu ou prou à celles produites à grande vitesse (100 à 110 km/h). Cependant, en raison d'une amélioration du parc roulant (norme Euro, alternative au moteur thermique...), on observe un aplatissement progressif de la courbe « en U » au cours des années, jusqu'à obtenir pour la projection du parc roulant en 2050 une valeur minimale pour les NOx 4 fois inférieure au minimum de 2020.

Figure 1 : Emissions d'oxydes d'azote et de particules fines des véhicules légers en fonction de la vitesse de circulation et du parc roulant, source CEREMA 2021, Émissions routières des polluants atmosphériques



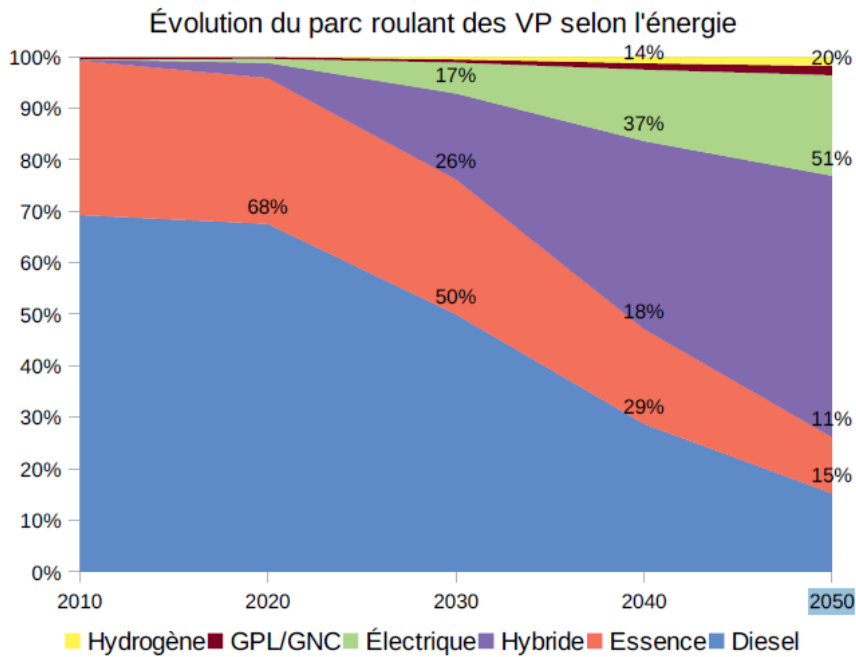
Pour un véhicule utilitaire, la tendance est la même mais les valeurs d'émissions unitaires minimales sont 2 fois plus fortes que pour un véhicule particulier en 2020 et restent comparativement 3 fois plus fortes en 2050 (le parc roulant des utilitaires étant encore majoritairement diesel).

La vitesse sur un axe routier est un facteur influençant significativement les émissions des véhicules, qui sont minimales pour les oxydes d'azote et les particules autour de 70 km/h mais qui augmentent pour des vitesses inférieures et supérieures, avec un maximum autour de 130 km/h.

► Parc roulant

Un autre facteur déterminant des émissions routières est la composition du parc roulant automobile, dont l'évolution vers des véhicules plus « propres » (norme Euro de plus en plus contraignante en termes d'émissions de polluants atmosphériques et arrivée progressive de motorisations alternatives) au fur et à mesure de son renouvellement, conduit à une diminution des émissions de polluants atmosphériques et des gaz à effet de serre.

Figure 2 : Evolution du parc roulant des véhicules particuliers selon l'énergie, source CEREMA 2021, Émissions routières des polluants atmosphériques



À terme, un parc roulant de véhicules électriques (comme pour le parc prospectif SNBC dès 2050) paraît être une solution pour diminuer les émissions de polluants atmosphériques, tout comme l'utilisation de piles à combustible (PAC) hydrogène pour les véhicules lourds (camions et bus).

Nb : Dans ces deux cas, il est toutefois important d'analyser le cycle de vie complet en termes d'émissions de gaz à effet de serre, en particulier le cycle de vie des batteries pour l'électrique ou encore l'utilisation d'hydrogène « vert » pour les PAC, c'est-à-dire produit à partir de sources décarbonées.

Par contre, ces deux solutions, électrique et hydrogène, ne diminuent pas la part de particules fines « hors échappement » (et les métaux lourds présents dans ces particules) qui constituent déjà la majorité des particules fines PM10 générées par le trafic routier.

L'évolution du parc roulant tend à remplacer des véhicules thermiques anciens fortement émetteurs par des véhicules thermiques plus efficaces et des véhicules électriques ou à hydrogène, diminuant ainsi les émissions liées à la combustion des moteurs.

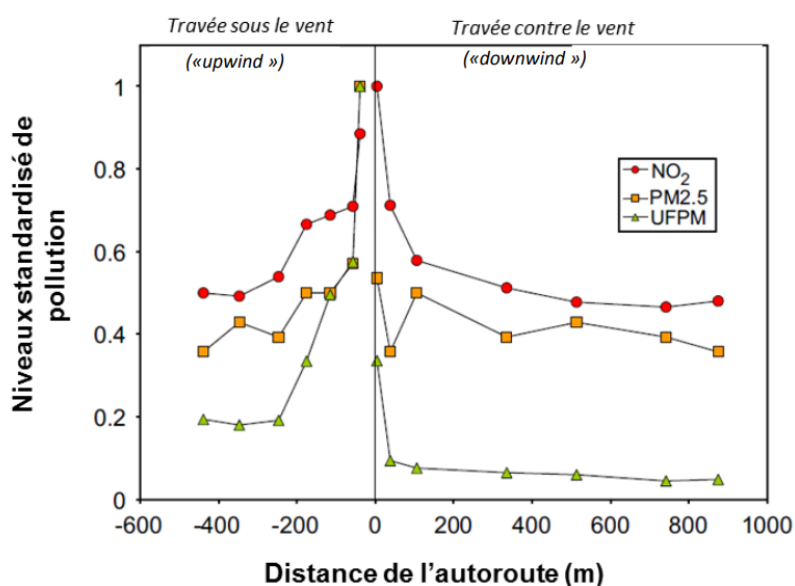
Les deux principaux facteurs influençant les émissions des véhicules sur les axes routiers sont la vitesse de circulation, qui est optimale autour de 70 km/h, et l'évolution du parc roulant vers des véhicules présentant des émissions réduites de polluants, notamment en lien avec la combustion.

2.3 Facteurs influençant la dispersion des polluants en milieu urbain

2.3.1 Météorologie

La vitesse et la direction des vents ont une forte influence sur la dispersion des polluants. La Figure 2, illustre un exemple de l'influence du vent sur la dispersion des polluants qui a été notée par Beckerman et coll. 2008, dans une étude réalisée à Toronto, le long d'une autoroute ayant un débit journalier de véhicules entre 349 000 et 395 000 véhicules jour. Dans ce cas, le bord de l'autoroute situé contre le vent atteint plus rapidement les niveaux bruit de fond (moins de 100 m pour les PUF et jusqu'à environ 200 m pour le NO₂). En effet, dans ce cas, le vent favorise la dispersion des polluants vers le côté de la route situé sous le vent.

Figure 3 : Influence du vent sur la dispersion des polluants. Tiré de Beckerman et coll., 2008



Dans un autre exemple, Hagler et coll. 2009 ont réalisé des échantillonnages de PUF aux abords de grands axes routiers, ayant un débit de 125 000 VPJ, à Raleigh en Caroline du Nord. Les auteurs ont noté l'influence du vent sur les concentrations de PUF, celles-ci étant 3,2 fois plus élevées du côté sous le vent, par rapport au site situé du côté contre le vent.

En ce qui concerne la vitesse des vents, Hitchins et coll., 2000, ont observé des valeurs plus élevées de PUF autour des axes routiers lorsque la vitesse du vent était moins élevée. Ainsi, lorsque la vitesse des vents est plus élevée, il y a un brassage plus efficace et une plus grande dispersion des polluants dans l'air.

Ce même constat a également été fait par Jin et coll., 2016, qui ont évalué la dispersion des particules et l'influence de divers paramètres (vitesse et direction des vents, présence de murs antibruit ou de végétation) sur les concentrations aux abords des grands axes routiers, ainsi qu'à l'intérieur d'un immeuble situé à 25 m du bord de la route. Lorsque la vitesse du vent est élevée, la concentration intérieure de particules (modélisée et mesurée) sera moindre. Lorsque la vitesse du vent est faible, la vélocité devant l'immeuble est faible et les particules ont tendance à s'accumuler en bordure des fenêtres.

La direction du vent par rapport à l'axe routier est également un facteur qui pourra influencer la concentration des polluants et leur dispersion le long de la route. Pournazeri et coll., 2015, ont observé qu'un vent ayant un angle de 60° par rapport à la route entraîne les polluants le long de l'axe routier et une augmentation des concentrations, contrairement à leur dispersion dans le cas d'un vent perpendiculaire à la route. Le Tableau 1 résume l'effet des divers facteurs météorologiques sur la concentration de polluants sur les axes routiers.

Tableau 1 : Effets du vent sur la concentration de polluants le long des grands axes routiers

Facteur d'influence	Effet sur la concentration de polluants	Référence
Vitesse des vents	La vitesse élevée favorise la dispersion des polluants et la diminution des concentrations	Hitchins et coll., 2000; Jin et coll., 2016
Côté de la travée par rapport au vent	Les concentrations du côté situé sous les vents sont plus élevées	Beckerman et coll., 2008; Hagler et coll., 2009
Direction du vent par rapport à l'axe routier	Un vent perpendiculaire à la route favorise une dispersion des polluants, contrairement au vent parallèle à la route	Pournazeri et coll., 2015;

Les facteurs météorologiques influençant le plus la dispersion des polluants autour des axes routiers fréquentés sont une faible vitesse de vent et une orientation de vents qui ne soit pas dans l'axe de la route.

2.3.2 Zones de retrait

Les polluants sont dispersés de leur point d'émission. Leur concentration dans l'environnement de proximité suit un gradient en fonction de la distance aux axes routiers.

Karner et coll. 2010 ont effectué une synthèse de 41 études publiées entre 1978 et 2008 portant sur l'échantillonnage et la modélisation des concentrations de divers polluants le long des grands axes routiers. Les études comprises dans cette revue de littérature ont été réalisées le long d'axes routiers ayant un débit de véhicule allant de moyen à très important (entre 30 000 à 350 000 véhicules par jour) en Europe (dont la France), Amérique du nord et en Asie.

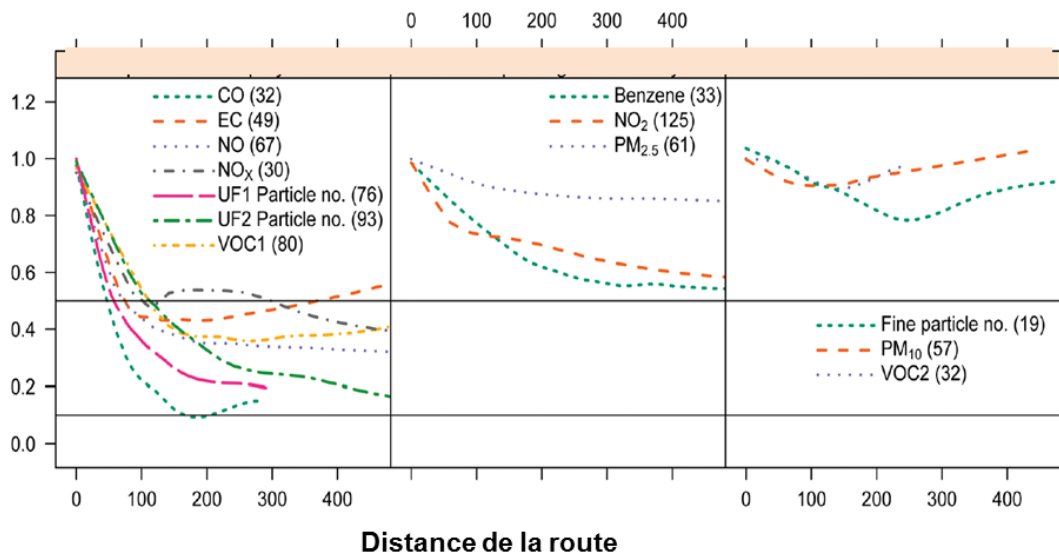
Le but de cette recension des écrits était de décrire quantitativement la dispersion des polluants le long des grands axes routiers. Pour ce faire, les auteurs ont développé une méthodologie permettant de comparer les différentes études n'ayant pas toutes été réalisées suivant le même protocole de recherche¹.

D'après la figure 1, tirée de cette étude, lorsqu'il n'y a aucune mesure d'atténuation, on observe une diminution de 10 à 25 % de l'ensemble des polluants à une distance de 25 m des grands axes routiers, tandis que cette diminution est de 23 à 50 % lorsque la distance atteint 50 m.

Pour certains polluants, la concentration est diminuée de plus de 50 % à une distance inférieure ou égale à 150 m. Tel est le cas pour le CO, les PUF, le NO, les NOx, certains COV et le carbone élémentaire (EC). Une diminution moins rapide est observée pour le Benzène, le NO₂ et les PM_{2.5}. Aucune diminution significative aux abords des axes routiers n'a été notée pour les PM₁₀ et le nombre de particules fines ayant un diamètre de plus de 0,3 µm.

Selon la nature des polluants, les **concentrations des divers polluants atteignent les valeurs de bruit de fond entre 115 et 300 m des axes routiers.**

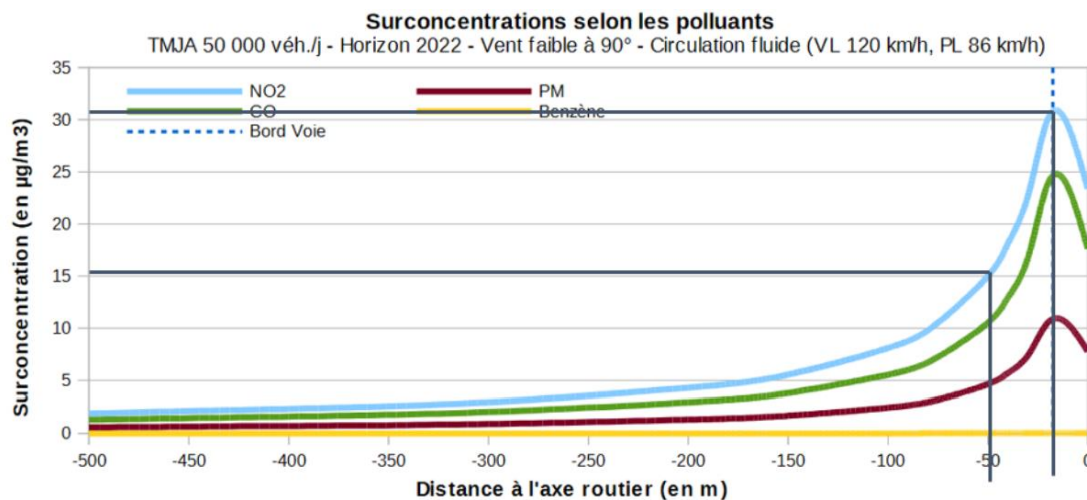
Figure 4 : Concentration de polluants en fonction de la distance au bord de l'axe routier. Tirée de Karner et coll., 2010



¹ Les données provenant des différentes études ont été normalisées suivant deux approches : la normalisation aux concentrations de fond et la normalisation par rapport à la concentration échantillonnée aux abords de la route. Toutefois, puisqu'il n'y a pas de protocole standard pour identifier les valeurs de bruit de fond dans les diverses études (stations d'échantillonnage fixes à différentes distances des voies, stations sous l'influence d'une source locale de polluants, etc.). Les auteurs privilégient donc l'utilisation d'une normalisation par rapport aux valeurs échantillonnées directement au bord de la route. Cette méthodologie permet de déceler le gradient de concentration jusqu'au niveau du bruit de fond, qui est atteint lorsque le ratio par rapport à la concentration aux abords de la route devient constant.

D'autre part, dans le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières², le CEREMA indique que, pour des conditions de circulation spécifiques « classiques », pour des points situés à environ 50 m de la voie, la différence de surconcentration par rapport au niveau de fond est de l'ordre de 10 à 15 µg/m³ pour le NO₂.

Figure 5 : Evolution des surconcentrations en polluant en fonction de la proximité à la voie, source CEREMA, guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières



De son côté, le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité (LCSQA), dans le cadre du référentiel technique national³, considère que pour implanter des stations de mesure de la qualité de l'air qui ne soient pas sous l'influence directe des émissions des axes routiers, il faut une distance minimale d'éloignement à l'axe en fonction du trafic moyen journalier annuel (TMJA) :

- 40 m pour un trafic supérieur à 15 000 véh./j ;
- 100 m pour un trafic supérieur à 40 000 véh./j ;
- 200 m pour un trafic supérieur à 70 000 véh./j.

Les principales études à l'échelle internationale tendent à montrer que les niveaux de fond des principaux polluants émis par les axes routiers très fréquentés sont atteints entre 115 et 300 mètres de distance à l'axe (environ 90 % de réduction des concentrations) en fonction du polluant et du nombre de véhicule par jour.

La bande des 50 mètres autour des axes routiers représente la zone prioritaire à éviter puisqu'on y retrouve entre 50 et 90 % des concentrations en bord de voie.

Ces règles générales ne peuvent s'appliquer *stricto sensu* à l'ensemble des axes routiers puisque les niveaux de polluants atteints dans l'environnement de proximité de l'axe dépendent de la fréquentation de l'axe, du relief environnant, des vents dominants, de la densité d'urbanisation et du parc roulant.

2.3.3 Les murs antibruit

La présence de barrières solides, principalement des murs antibruit, peut avoir un impact important sur la dispersion des polluants le long des autoroutes. Différentes études ont porté sur l'impact des murs antibruit et leur configuration sur les concentrations de polluants aux abords des autoroutes. Certaines études ont analysé en laboratoire la forme et

² https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/guide_m%C3%A9thodologique_air_sante.pdf

³ <https://www.lcsqa.org/fr/referentiel-technique-national>, en référence à l' Ademe (2002). Classification et critères d'implantation des stations de surveillance de la qualité de l'air, Paris, 64 p

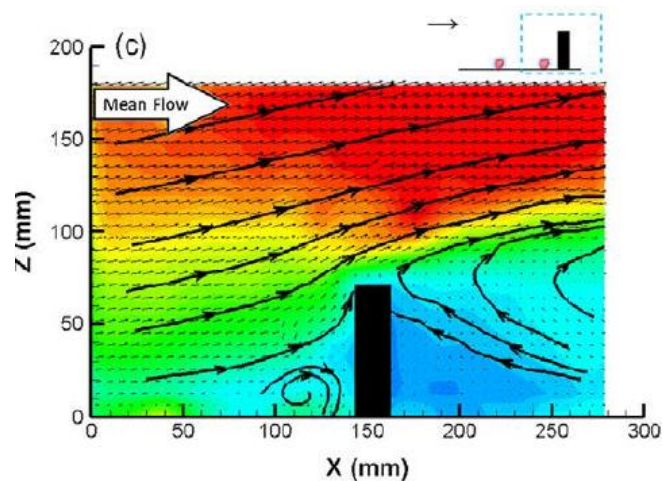
l'intensité des mouvements d'air générés par les murs anti-bruit, ou encore ont développé des modèles de dispersion en fonction des concentrations de polluants échantillonnés à différentes distances des axes routiers.

Outre les mesures directes des différents polluants sur le terrain, la plupart des études utilisent les particules ou encore, un polluant traceur gazeux, afin de modéliser la dispersion du mélange de polluants et quantifier le degré de réduction des polluants en fonction de la hauteur des murs ou de la distance. Les données sont généralement rapportées en ratio de concentration (concentration à une distance derrière un mur antibruit par rapport à un scénario sans mur) afin de quantifier le pourcentage de réduction des polluants en fonction d'un paramètre donné, par exemple l'emplacement ou la hauteur du mur antibruit.

À l'aide de modèles de dispersion et d'études réalisées en laboratoire, Pournazeri et coll. 2015^[1], ont observé que la présence d'un mur antibruit abaisse significativement les concentrations de polluants et permet de créer une turbulence qui favorise la dispersion du panache de polluants par le vent. Un vortex est créé devant le mur antibruit, soulevant les polluants au-dessus du mur, favorisant ainsi leur dispersion plus efficace, comparativement à une situation sans mur. Ces observations ont également été rapportées dans le cadre d'autres études effectuées en laboratoire dans un tunnel de vent ou dans un environnement extérieur contrôlé, à l'aide d'un gaz polluant traceur (Heist, 2009; Finn et coll., 2010).

Les simulations illustrées aux Figures 2, réalisées en laboratoire, permettent de visualiser la turbulence et la dispersion des polluants engendrée par la présence d'un mur antibruit (Pournazeri et coll., 2015). Ces simulations permettent d'observer que le vortex créé par le mur propulse les polluants et favorise la dispersion en hauteur sur une distance importante lorsque le vent souffle perpendiculairement à l'axe routier.

Figure 6 : Modélisation de la vitesse du vent en fonction de la présence de murs antibruit. Tirée de Pournazeri et coll., 2015



La dispersion des polluants est influencée par l'emplacement des murs antibruit, qu'ils soient situés des deux côtés de l'axe routier, ou encore contre le vent ou sous le vent.

L'emplacement le plus efficace afin de réduire la concentration de polluants aux abords d'un axe routier est la mise en place de murs antibruit des deux côtés de l'infrastructure. En effet, le pourcentage de réduction des polluants par rapport à une situation sans mur étant plus important lorsque des murs antibruit sont présents des deux côtés de la route (Ahangar et coll., 2017). Afin qu'un mur antibruit situé contre le vent soit aussi efficace que celui sous le vent, la zone de recirculation provoquée par le mur, tel qu'observé à la Figure 5, doit s'étendre sur toute la largeur de la route. Cette zone correspond à 6 fois la hauteur du mur (Ahangar et coll., 2017).

Toutefois, à une distance correspondant à 10 fois la hauteur des murs antibruit (par exemple, à une distance de 30 m pour des murs de 3 m de hauteur), les trois types d'emplacements ont un impact comparable sur la réduction de la concentration de polluants.

Tableau 2 : Pourcentage de réduction des concentrations de PUF, par rapport aux concentrations mesurées à la même distance selon un scénario sans mur (tiré d'Amini et coll., 2016)

Distance au mur (côté opposé à la route)	Hauteur du mur		
	4 m	6 m	8 m
0 m	60 %	70 %	75 %
10 m	40 %	50 %	65 %
20 m	30 %	45 %	55 %
40 m	25 %	35 %	45 %
50 m	20 %	30 %	40 %
100 m	10 %	20 %	30 %

Des réductions similaires dans les concentrations de PUF aux abords des autoroutes ont été observées par Hagler et coll., 2012. En analysant l'influence d'un mur antibruit d'une hauteur de 6 m sur les concentrations de PUF, ces auteurs ont observé une diminution de 49 % à 53 % des concentrations mesurées derrière le mur, à 10 m de la route, comparativement à une même distance sans la présence d'un mur antibruit.

Ce même constat a également été fait par Schulte et coll. 2014 qui a modélisé l'impact de la hauteur des murs antibruit (d'une hauteur de 1, 2, 3, 6 et 12 m) sur les concentrations d'un gaz polluant traceur. Tel qu'attendu, ils ont observé que les murs les plus hauts étaient les plus efficaces afin de réduire les concentrations de polluants, mais que l'impact de la hauteur du mur sur le degré de réduction du polluant gazeux n'était pas linéaire. En effet, lorsque l'on double la hauteur du mur de 1 à 2 m, la réduction de polluant passe d'une valeur de 25 % à une valeur de 55 % derrière le mur. Lorsque l'on double la hauteur du mur en la faisant passer d'une hauteur de 3 à 6 m, la réduction de polluant est moins importante, passant de 70 % à une valeur de 80 %.

L'ajout d'un mur antibruit permet de réduire significativement les niveaux de polluants issus du trafic routier. L'emplacement le plus efficace afin de réduire la concentration de polluants aux abords d'un axe routier est la mise en place de murs antibruit des deux côtés de l'infrastructure. Ils doivent être d'une hauteur significative, d'au moins 4 m à 6 m pour une réduction de 75 % à 85 % à 50 m de l'infrastructure, et être positionnés perpendiculairement aux vents dominants.

2.3.4 La végétation

Outre les barrières solides telles les murs antibruit, les murs végétalisés peuvent également être mis en place le long des axes routiers dans le but de diminuer les polluants et les niveaux de bruit.

Les résultats des différentes études, dont celles réalisées sur le terrain par Hagler et coll. 2012, montrent des résultats très variables pour le degré de réduction des polluants engendrés par la végétation. La direction du vent, la discontinuité dans la barrière ou la porosité des surfaces végétales influencent l'efficacité et la capacité de rétention des polluants. En effet, les arbres peuvent être plus ou moins efficaces pour réduire les concentrations de polluants s'ils ne forment pas une barrière continue et si le vent peut circuler aisément entre les arbres (Jin et coll., 2016).

D'autres auteurs observent également des conclusions semblables. Baldauf et coll. 2008, suggèrent que la présence d'une végétation importante et dense (10 mètres de hauteur), additionnée d'un mur antibruit, diminuera significativement les concentrations de polluants.

Le Tableau 3 dresse un résumé de l'influence des différentes configurations de murs antibruit ou barrières végétales, présentées dans les sections précédentes, sur la concentration de polluants le long des autoroutes.

Tableau 3 : Pourcentage de réduction des polluants en fonction de la distance de l'axe routier, par rapport à une situation de référence sans mesure d'atténuation

Mesure d'atténuation	Distance de l'axe routier					
	10 m	20 m	50 m	100 m	150 m	Réf.
Situation de référence (SR) – sans mesures d'atténuation	13 %	23 %	55 %	78 %	90 %	Karner et coll., 2010 ¹
	30 %	45 %	60 %	70 %	-	Tong et coll., 2016 ¹
Mur antibruit (2m)	55 % ⁵					Schulte, 2014 ²
Mur antibruit (6 m)	80 % ⁵					
	70 %	80 %	85 %	85 %		Tong et coll., 2016
Mur antibruit (6 m) et barrière végétale ^{3,4}	70-80 %	80 %	80-85%	90 %	-	Tong et coll., 2016
Mur antibruit (situation de référence + % réduction)						Amini et coll., 2016
4 m de haut	SR + 40 %	SR + 30 %	SR + 20 %	SR + 10 %	-	
6 m de haut	SR + 50 %	SR + 45 %	SR + 30 %	SR + 20 %	-	
8 m de haut	SR + 65 %	SR + 55 %	SR + 40 %	SR + 30 %	-	

¹ Particules ultrafines d'un diamètre variant de 15 à 253 nm (UF2)

² Simulation effectuée dans un tunnel de vent au U.S. EPA Fluid Modeling Facility.

³ Combinaison d'un mur (hauteur 6 m, largeur 1 m) et d'une barrière végétale (hauteur 10 m, largeur 6 m).

⁴ Les particules ultrafines de 15 nm ont une réduction de 90 % et plus à partir de 20 m. ⁵Utilisation d'un gaz traceur.

Bien que la mise en place de végétation soit encouragée afin de diminuer les îlots de chaleur, les études actuelles semblent indiquer que la végétation à elle seule est rarement suffisante afin d'abaisser d'une façon importante les concentrations de polluants aux abords des autoroutes. L'association de végétation à des murs antibruit semble être une solution intéressante pour augmenter leur effet barrière.

2.3.5 Conception des bâtiments

D'autres mesures de mitigation visant directement le bâtiment via sa structure ou la mise en place de système permettant de filtrer l'air extérieur peuvent être mises en place pour diminuer l'exposition des occupants. Par exemple, un bâtiment ayant des accès extérieurs sur la façade opposée à l'axe routier limitera l'exposition aux polluants comparativement à des cours ou balcons donnant directement sur l'infrastructure routière. De la même manière, les entrées d'air du système de ventilation et les pièces du bâtiment où les personnes passent beaucoup de temps devraient être localisées dans la partie du bâtiment la plus éloignée de l'infrastructure routière.

D'autres mesures de mitigation visent plutôt des interventions pour améliorer la qualité de l'air de manière passive (façades sans ouvrants par exemple) et mécanique (filtration de l'air).

Pour les centrales de traitement d'air ou les systèmes de ventilation double flux, la filtration de l'air entrant aide à réduire la concentration des polluants d'origine extérieure. Ces dispositifs ont toute leur place dans les bâtiments situés dans les zones autour des grands axes routiers (voire à proximité d'autres sources de pollution de l'air ambiant) afin de limiter l'impact sur l'environnement intérieur. On distingue la filtration particulaire qui retient les particules fines et la filtration moléculaire (à charbon actif) qui permet de filtrer certains polluants gazeux comme les oxydes d'azote et les COV. Les filtres mécaniques sont classés en fonction de leur pourcentage d'efficacité de filtration des PM10, PM2.5 ou PM1 (Norme ISO 16890).

Tableau 4 : Classification des filtres particulaires en fonction de leur efficacité de filtration des PM10, PM2.5 et PM1 selon la norme ISO 16890

Nom du groupe	Exigence			Valeur de classe déclarée
	ePM1 min	ePM2,5 min	ePM10	
ISO grossier	-	-	< 50 %	Efficacité gravimétrique initiale
ISO ePM10	-	-	≥ 50 %	ePM10
ISO ePM2,5	-	≥ 50 %	-	ePM2,5
ISO ePM1	≥ 50 %	-	-	ePM1

En fonction des niveaux de pollution de l'air extérieur (classifié ODA 1, 2 ou 3) et de la qualité de l'air intérieur souhaitées (classifiée en SUP 1 à 4), la norme ISO 16798 précise les filtres particulaires et moléculaires à mettre en place pour l'air entrant des systèmes de ventilation.

Tableau 5 : Classes de filtration particulaire et moléculaire minimum en fonction de la qualité de l'air ambiant et des exigences de qualité de l'air intérieur selon la norme ISO 16798

Pr EN 16 798 CLASSES DE FILTRATION MINIMUM					
AIR EXTERIEUR	AIR SOUFLÉ				
VALEURS GUIDES OMS PM10 : 20 µg/m ³ moyenne annuelle PM2.5 : 10 µg/m ³ moyenne annuelle NO ₂ : 10 µg/m ³ moyenne annuelle	SUP 1 (VALEURS OMS) X 0,25 ePM 1*	SUP 2 (VALEURS OMS) X 0,50 ePM 1*	SUP 3 (VALEURS OMS) X 0,75 ePM 2,5*	SUP 4 (VALEURS OMS) X 1 ePM 10*	SUP 5 (VALEURS OMS) X 1,5 ePM 10*
ODA 1 (VALEURS GUIDES OMS)	70%	50%	50%	50%	50%
ODA 2 (Max 1,5 X VALEURS GUIDES OMS)	80%	70%	70%	80%	50%
ODA 3 (Sup 1,5 VALEURS GUIDES OMS)	90%	80%	80%	90%	80%

Pr EN 16 798 CLASSES DE FILTRATION MINIMUM					
AIR EXTERIEUR	AIR SOUFLÉ				
VALEURS GUIDES OMS (CO, NOx, SOx, VOC, O3) PM10 : 20 µg/m ³ moyenne annuelle PM2.5 : 10 µg/m ³ moyenne annuelle NO ₂ : 10 µg/m ³ moyenne annuelle	SUP 1 (VALEURS OMS) X 0,25	SUP 2 (VALEURS OMS) X 0,50	SUP 3 (VALEURS OMS) X 0,75	SUP 4 (VALEURS OMS) X 1	SUP 5 (VALEURS OMS) X 1,5
ODA (G) 1 (VALEURS GUIDES OMS)	FM RECOMMANDÉ				
ODA (G) 2 (Max 1,5 X VALEURS GUIDES OMS)	FM OBLIGATOIRE	FM RECOMMANDÉ			
ODA (G) 3 (Sup 1,5 VALEURS GUIDES OMS)	FM OBLIGATOIRE	FM OBLIGATOIRE	FM RECOMMANDÉ		

FM: FILTRE MOLECULAIRE (CHARBON ACTIF)

Ainsi, selon la norme EN 16798 s'il est souhaité une qualité d'air intérieur correcte à la sortie du système de ventilation (SUP 1) et que le bâtiment est situé en environnement urbain (ODA 3), cela nécessite non seulement une double de filtration particulaire avec un dernier étage en F9 mais il faut obligatoirement y associer filtre moléculaire (GF) pour vous protéger contre les polluants gazeux.

Les solutions de mitigation permettant une réduction de l'exposition des occupants des bâtiments aux polluants d'origine extérieure consistent principalement à éloigner les prises d'air et les espaces extérieurs de la source de pollution de l'air et de filtrer l'air entrant pour réduire les concentrations en particules fines et en polluants gazeux.

2.3.6 Urbanisme et impacts des projets d'infrastructures routières

Dans le cadre des projets d'infrastructures routières ou d'aménagement de quartier, des études d'impact peuvent être menées et peuvent faire l'objet d'une évaluation des risques sanitaires individuels et collectifs auxquels sont soumises les populations concernées.

A l'heure actuelle, il existe une méthodologie relative au volet Air et Santé des études d'impacts des projets d'infrastructures routières qui offre un cadre général.

Faute de règles ou outils spécifiques, cette méthodologie est usuellement appliquée aux projets d'urbanisme tels que la construction de ZAC, d'Ecoquartiers, etc. Bien que spécifique à l'étude des projets routiers neufs ou de réaménagements sur place, elle présente les principes de la démarche globale d'évaluation de la qualité de l'air et peut être transposée dans ses grandes lignes à d'autres projets en lien avec les transports.

Cette méthodologie est résumée en annexe 1.

Le guide méthodologie relatif au volet Air et Santé des études d'impacts des projets d'infrastructures routières offre un cadre général permettant la mise en place d'une démarche globale d'évaluation de la qualité de l'air qui peut être transposée dans ses grandes lignes à d'autres projets en lien avec les transports.

Les principales mesures de mitigation qui permettent de réduire les concentrations de polluants dans les établissements sensibles à proximité d'axes routiers fréquentés sont la mise en place d'une zone de retrait entre l'infrastructure routière et les zones à aménager, les murs antibruit, les barrières de végétation et les aménagements des bâtiments eux-mêmes.

Lorsqu'aucune barrière physique n'est présente, la concentration de bruit de fond des polluants peut être atteinte à partir de 150 m de l'infrastructure routière (environ 90 % de réduction des concentrations de certains polluants). À ce titre, les recommandations formulées dans plusieurs pays proposent la mise en place d'une zone tampon de 150 m entre les infrastructures routières importantes et les usages sensibles tels les logements ou les écoles.

Afin d'obtenir le même degré de réduction des polluants qu'à 150 m, l'addition de murs antibruit sur les infrastructures routières doit respecter certaines conditions. Ils doivent être d'une hauteur significative, d'au moins 4 m à 6 m pour une réduction de 75 % à 85 % à 50 m de l'infrastructure, et être positionnés perpendiculairement au vent.

Enfin, parmi les solutions de conception des bâtiments, le positionnement des espaces extérieurs et des entrées d'air à l'opposé de la source de pollution et la filtration particulaire et moléculaire de l'air entrant sont les principales solutions permettant une réduction de l'exposition à la pollution des axes routiers de proximité.

2.4 Que disent les études de terrain ?

2.4.1 En Provence-Alpes-Côte d'Azur

► Etude autour de la RD9 en 2007

En 2007, des campagnes de mesure de NO₂ ont été réalisées le long de différents transects au niveau de 4 zones situées à proximité de la route départementale 9 des Bouches-du-Rhône sur la commune de Cabriès⁵.

Les niveaux annuel 2007 maximum de NO₂ se retrouvent au niveau de la RD9. Ils varient de 29 à 42 µg/m³ en fonction du lieu de la coupe.

De part et d'autre de la voie, cette pollution diminue :

- A 300 mètres de RD9, dans les zones bâties, le niveau de fond du secteur varie entre 22 et 25 µg/m³ (transect au niveau de Vitrolles Pinchinades, du Lac Bleu et du Clos Imbert). L'abattement de la pollution est de l'ordre de 20 à 45 %, plus important dans la première centaine de mètres ;
- A 700 mètres ou plus, au sud et au nord, le niveau de fond rural varie de 17 à 20 µg/m³.

Cette première étude d'AtmoSud met en évidence la diminution des concentrations en NO₂ en fonction de la distance à l'axe routier, ce qui est en faveur de la mise en place de zone tampon entre les axes routiers fréquentés et les bâtiments accueillant du public sensible. Néanmoins, les zones à proximité des grands axes routiers peuvent avoir leur propres émissions liées aux axes routiers secondaires, ce qui limite la décroissance des concentrations en fonction de la distance à l'axe principal.

► Etude autour de l'A7 de 2010 à 2012 (AtmoSud et Atmo AURA)

Entre 2010 et 2012, Atmo AURA et AtmoSud en collaboration avec ASF (Autoroutes du Sud de la France) ont mis en place un observatoire de la qualité de l'air autour de l'autoroute A7⁶.

Cet observatoire s'appuie sur différents outils, notamment sur une base de données de mesures réalisées en proximité de l'axe A7 pour évaluer les concentrations en NO₂, en PM₁₀ et en PM_{2,5} et leur décroissance en fonction de la distance à l'axe.

Ces mesures ont montré que la valeur limite annuelle de NO₂ (40 µg/m³) était systématiquement dépassée en proximité de l'autoroute. Les taux de NO₂ diminuent très rapidement avec la distance et les territoires en dépassement s'étendent de 70 à 250 mètres (largeur totale des zones critiques centrée sur l'axe) suivant les sites.

La figure suivante illustre qu'aux points de mesures d'Avignon est de Salon-de-Provence, les concentrations les plus importantes issues de l'impact du trafic routier de l'autoroute A7 sont situées dans la bande des 100 mètres autour de l'axe. Au-delà la vitesse de décroissance diminue. Les niveaux de fond en NO₂ sont systématiquement atteints à 300 mètres de distance à l'A7 alors qu'à 150 mètres les taux de décroissance entre les concentrations en bord de voie et les niveaux de fond étaient compris entre 50 et 70 %.

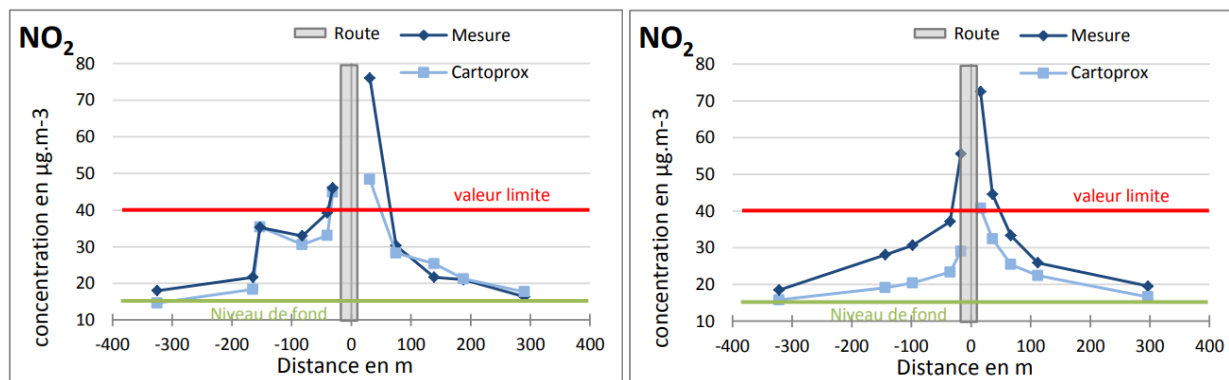
⁵ Etat initial de la qualité de l'air en 2007 en proximité de la rd 9 sur la commune de Cabriès :

https://www.atmosud.org/sites/sud/files/content/migrated/publications_import/files/081028_AirPACA_rapport_Aix_rd9_net.pdf

⁶ Observatoire de l'air autour de l'axe routier de la Vallée-du-Rhône – phase 2 :

https://www.atmosud.org/sites/sud/files/content/migrated/publications_import/files/121100_AirPACA_rapport_obsA7_phase2_net.pdf

Figure 7 : Transects NO₂ des sites d'Avignon Sud (à gauche) et de Salon-de-Provence (à droite)



Les mesures et modélisations issues de cette étude d'AtmoSud et Atmo AURA permettent de mettre en évidence que les concentrations les plus importantes issues de l'impact du trafic routier de l'autoroute A7 sont situées dans la bande des 100 mètres autour de l'axe. Les niveaux de fond sont atteints à une distance de 300 mètres de l'axe mais les niveaux ont significativement baissé à 150 mètres, avec 50 à 70 % de décroissance des concentrations en NO₂.

Ceci est tout à fait en cohérence avec la recommandation générale de respecter une distance d'au moins 150 mètres avec un axe routier très fréquenté pour l'implantation d'un bâtiment accueillant du public sensible.

► Etude autour de la RD9 à Cabriès en 2019

En 2019 et 2020, AtmoSud a réalisé une campagne de mesure sur Cabriès au niveau des secteurs de Calas et de la RD9⁷. Il s'agit d'évaluer et de suivre dans le temps l'impact du trafic routier sur la qualité de l'air de la ville sur les différents espaces existants : centre-bourg, quartiers, écoles, proximité de la RD9 et de caractériser l'exposition des populations riveraines.

Le NO₂ se concentre principalement sur les grands axes de circulation, il faut s'éloigner en général d'au moins une centaine de mètres de ces derniers pour retrouver des niveaux dits de fond.

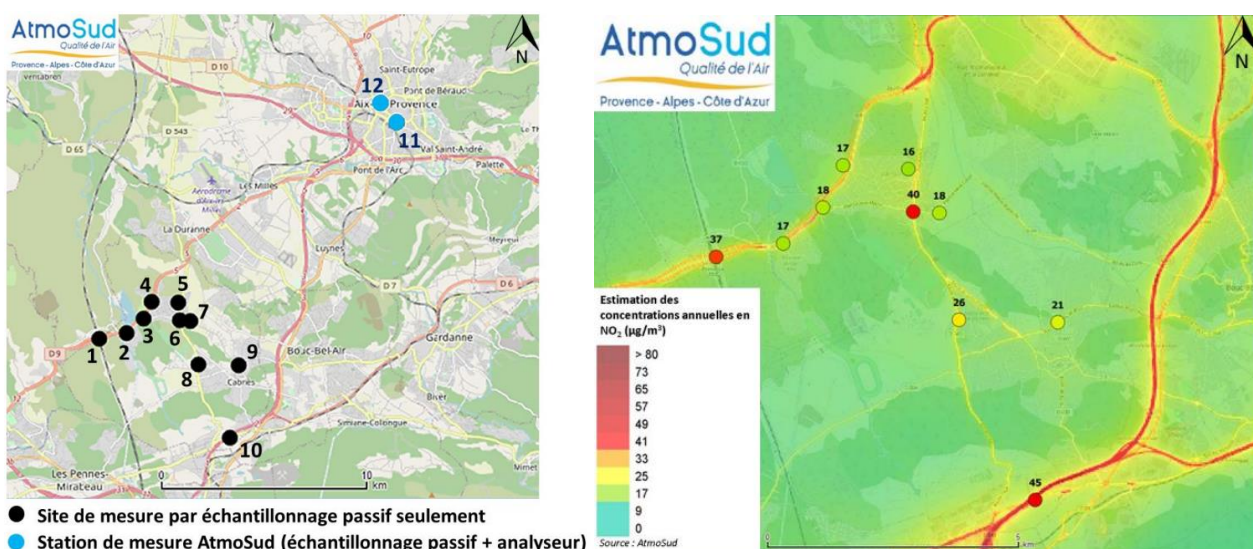
Les résultats de cette campagne illustrent ce constat :

- Le point n°1 est placé directement sur la RD9 et affiche une estimation annuelle des concentrations en NO₂ de 37 µg/m³, proche de la valeur limite réglementaire annuelle fixée à 40 µg/m³.
- Les points n°2, 3 et 4 sont situés sur des zones d'observation proches d'une centaine de mètres de l'axe RD9 et affichent des estimations annuelles des concentrations en NO₂ inférieures à 20 µg/m³, ce qui correspond aux estimations des concentrations annuelles de fond urbain de la zone.

Ci-dessous, la carte de la zone de l'étude présentant le positionnement des points de mesure et les estimations annuelles des concentrations en NO₂ pour l'année 2019 sur chacun des sites de mesure sur un fond de carte représentant les niveaux moyens annuels en NO₂ pour l'année 2018.

⁷ Evaluation de la qualité de l'air à Cabriès sur le secteur calas RD9 : <https://www.atmosud.org/etude/evaluation-de-la-qualite-de-lair-cabries-sur-le-secteur-calas-rd9>

Figure 8 : Echantillonnage des mesures sur la zone de l'étude (à gauche) et cartographie des concentrations en NO₂ sur la zone en 2019



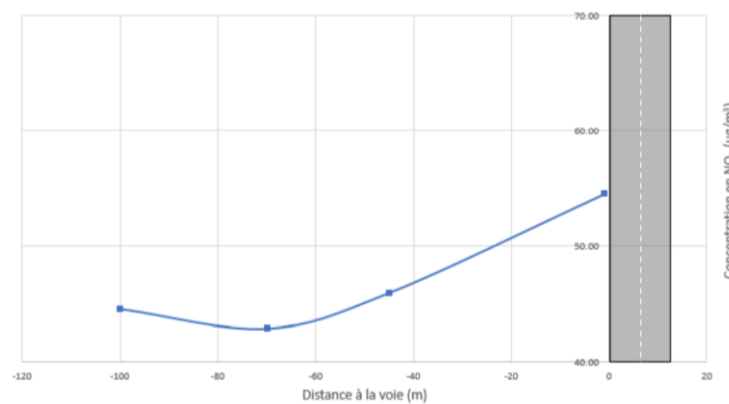
Les résultats de cette campagne illustrent le constat que le NO₂ se concentre principalement sur les grands axes de circulation et que, sur des axes type RD, à une distance d'au moins une centaine de mètres de ces derniers les concentrations retrouvent les niveaux dits de fond.

► Etude autour de l'A7 à Marseille (Ferme Capri) en 2021

En mars 2022, AtmoSud a réalisé une campagne de mesure⁸ sur le terrain de la Ferme Capri, un lieu expérimental de 8 500 m² où poussent des fruits et légumes et qui sert à former et sensibiliser les scolaires et les apprentis. Ce dernier est situé en bordure de l'autoroute A7. La campagne a été réalisée à l'aide d'échantillonneurs passifs de dioxyde afin de déterminer l'impact sur la qualité de l'air du trafic sur le terrain en fonction de l'éloignement à l'autoroute.

Le graphique ci-dessous permet de visualiser la décroissance de la concentration en dioxyde d'azote en fonction de l'éloignement à la voie sur la période de mesures :

Figure 9 : Evolution de la concentration en NO₂ selon l'éloignement à la voie



⁸ Evaluation de la qualité de l'air au niveau de la Ferme Capri à Marseille : https://www.atmosud.org/sites/sud/files/medias/documents/2022-04/FERME_CAPRI_2021_0.pdf

Le point 1 (le plus proche de la voie) présente une surconcentration d'environ $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par rapport aux autres points qui correspondent au bruit de fond « trafic – local » de la zone, à l'échelle annuelle. Cette surconcentration est cohérente avec ce qui est proposé par le CEREMA qui indique que, pour des conditions de circulation spécifiques « classiques », pour des points situés à environ 50 mètres de la voie, la différence de surconcentration est de l'ordre de 10 à $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (cf. figure 4).

Cette étude confirme l'impact de l'axe routier sur les concentrations en NO_2 particulièrement dans les 50 premiers mètres autour de l'axe. Néanmoins, la stabilisation des concentrations après 70 mètres n'est pas ce qui est majoritairement observé à proximité des grands axes. Ceci illustre que chaque situation est particulière et que, seule une étude peut venir préciser les taux de décroissance des concentrations en fonction de la distance à l'axe.

2.4.2 En Auvergne-Rhône-Alpes

► Autoroute A71 en Isère en 2014

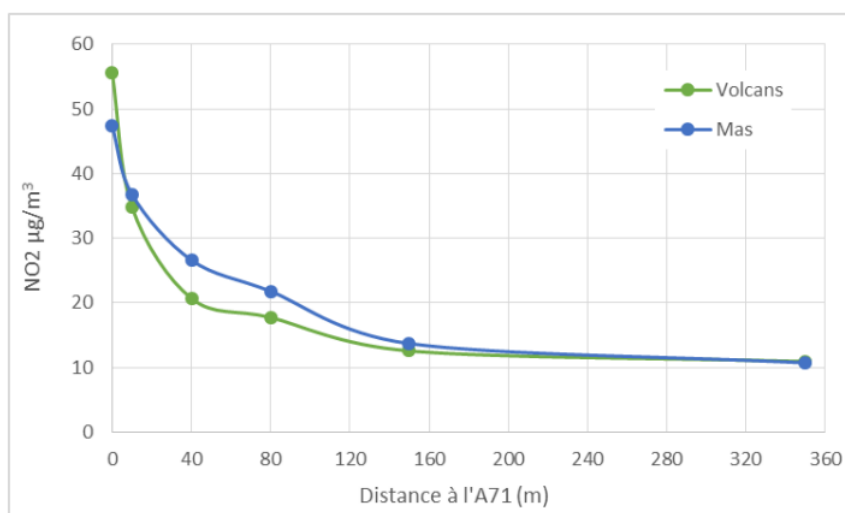
Dans le cadre d'une étude de caractérisation de la qualité de l'air en bordure de l'autoroute A71 en 2014, Atmo Auvergne-Rhône-Alpes a mis en place une campagne de mesure comparative entre 2 sites⁹.

La zone d'influence de l'autoroute A71 sur le champ de pollution azotée peut être déterminée par l'analyse de la relation entre la teneur mesurée et la distance à l'axe routier sur les sites disposés en transects. Cette mise en relation est illustrée sur la figure ci-après, où les concentrations moyennes en dioxyde d'azote sont représentées en fonction de la distance à l'autoroute A71. La représentation graphique montre, similairement pour les deux transects, une décroissance de la concentration en dioxyde d'azote quand on s'éloigne de l'autoroute.

Les niveaux sont divisés par deux environ dans les 40 premiers mètres. A 350 mètres de la voie, les concentrations sont voisines de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et sont donc très proches des relevés des sites isolés.

Le transect du Mas présente à 40 et à 80 mètres des teneurs légèrement plus élevées que celui des Volcans à même distance, qui peuvent s'expliquer par l'influence des émissions azotées issues du trafic routier sur une route départementale D207 alentours.

Figure 10 : Concentrations en dioxyde d'azote en fonction de la distance à l'autoroute A71



⁹ Caractérisation de la qualité de l'air en bordure de l'autoroute A71 – Montée des Volcans - 2014

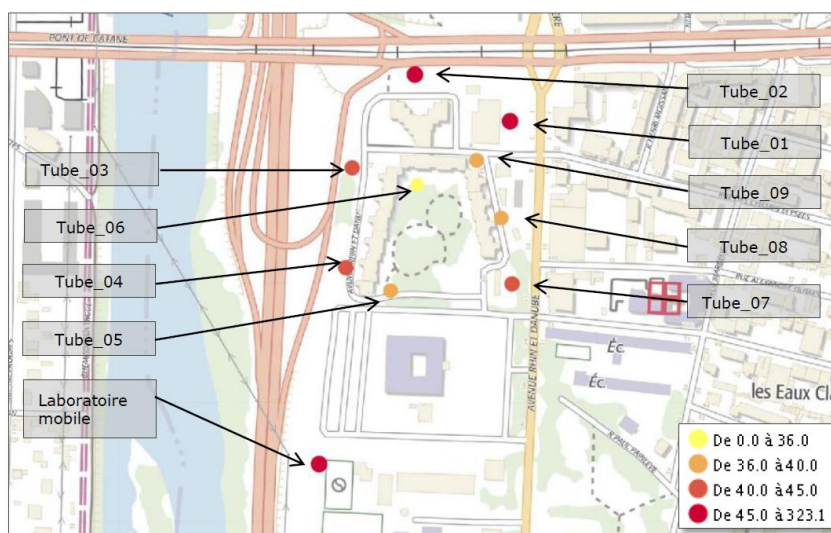
Globalement, il peut être considéré que, dans la zone d'étude, l'influence de l'autoroute A71 sur le champ de pollution azotée s'exerce principalement jusqu'à 150 m de la voie de circulation. De plus, il est observé une décroissance des concentrations de l'ordre de 50 % dans les 40 premiers mètres autour de l'axe.

► Agglomération Grenobloise en 2016

Par ailleurs, une étude menée en 2016 par Air Rhône-Alpes sur l'agglomération grenobloise¹⁰ avait pour objectif d'apporter une première base méthodologique permettant de construire un outil au service de la remédiation des zones surexposées aux nuisances environnementales. L'analyse des résultats a permis d'évaluer les niveaux de qualité de l'air (et de bruit) d'une zone surexposée vis-à-vis de la réglementation, de caractériser leur spatialisation et leur temporalité.

Les résultats météorologiques montrent que les plus fortes concentrations de NO₂ mesurées en proximité des axes de circulation décroissent rapidement en atteignant les teneurs de fond urbain au-delà de 50 mètres. Les obstacles naturels (haies...) peuvent aussi montrer un impact la zone de distribution des polluants.

Figure 11 : Carte des résultats des tubes passifs en NO₂ (moyenne annuelle en µg/m³)



Les concentrations mesurées et modélisées de NO₂ diminuent avec l'éloignement des axes de circulation et avec l'altitude. La modélisation fine échelle a pu mettre en évidence des zones d'accumulation en façade de bâtiment tantôt sous le vent ou au vent selon leur forme et leur emplacement, ce qui n'avait pas pu être bien mis en évidence par les mesures ou par la cartographie régionale annuelle.

¹⁰ Etude d'une zone surexposée aux nuisances environnementales sur l'agglomération grenobloise : https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/sites/aura/files/content/migrated/atoms/files/etude_dune_zone_surexposee_aux_nuisances_environnementales_a_grenoble_0.pdf

Figure 12 : Carte des concentrations NO₂ modélisées sur les quatre semaines de la période hivernale (en µg/m³)

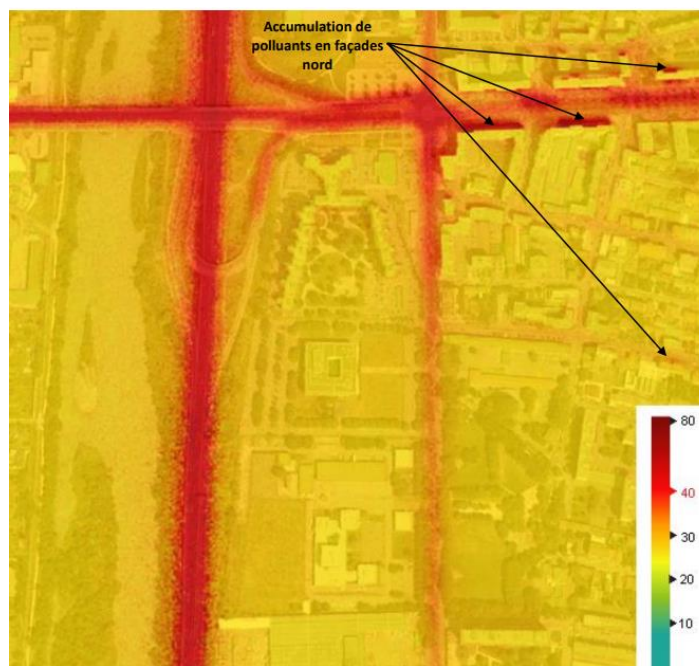


FIGURE 21 – CARTE DES CONCENTRATIONS NO₂ MODELISEES MOYENNEES SUR LES QUATRE SEMAINES DE LA PERIODE HIVERNALE. ÉCHELLE REGLEMENTAIRE

La modélisation 3D a également pu confirmer la décroissance des concentrations de NO₂ avec l'altitude et préciser qu'elle a lieu à partir d'une certaine altitude (correspondant à peu près au 2^{ème} étage). Cette décroissance est cependant moins marquée que celle observée par les mesures. Un travail d'amélioration sur la prise en compte des concentrations de fond pourrait y remédier.

Cette étude indique que la zone d'influence de l'axe routier correspond aux 50 mètres autour de ce dernier. Cette zone d'influence est assez limitée au regard de ce qu'il peut être observé autour de grands axes routiers en zones peu urbanisées. L'impact de la proximité de bâtiments peut entraîner une rugosité limitant le déplacement des polluants à distance et de fait, une accumulation locale de polluants en fonction de leur forme et leur emplacement. Par rapport à l'impact de la hauteur des bâtiments, les concentrations en NO₂ décroissent au-delà du 2^{ème} étage des immeubles.

2.4.3 Ile-de-France

► Retour d'expérience en Ile-de-France

Les éléments décrits ci-après sont issus d'un magazine publié par Airparif en 2012¹¹.

- **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 pour un axe majeur, et de 50 m pour un axe plus modeste.

¹¹ <https://www.airparif.asso.fr/sites/default/files/documents/2020-04/NUMERO39.pdf>

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.

- **La pollution est-elle atténuée par les aménagements urbains ? (murs antibruit, 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 antibruit mais aussi de certains immeubles. Par 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.

► Boîte à outils à destination des porteurs de projet d'aménagement en Île-de-France

La Direction régionale et interdépartementale de l'Environnement, de l'Aménagement et des Transports d'Île-de-France propose un document¹² qui présente des recommandations afin de limiter l'impact des polluants des axes routiers de proximité sur la qualité de l'air des espaces extérieurs et intérieurs des bâtiments accueillant des personnes sensibles.

Les principales recommandations sont présentées ci-après.

- **Planter le projet de manière éloignée par rapport à la source**

L'intensité de la turbulence de l'air, le gradient de température, la direction du vent et la vitesse du vent sont les principaux facteurs affectant la dispersion des polluants. La vitesse du vent et l'intensité de la turbulence jouent un rôle prépondérant. Des mesures à l'échelle de l'opération d'aménagement peuvent être envisagées pour moduler l'impact de ces paramètres et processus.

Il est primordial d'éloigner suffisamment le projet des zones polluées existantes et/ou futures à proximité des espaces émetteurs de pollutions et nuisances en s'appuyant sur la notion de distance d'influence des polluants.

Les niveaux de concentration de polluants à proximité des axes routiers décroissent très rapidement dans les cinquante premiers mètres, tout particulièrement dans les dix premiers mètres. Le recul des constructions par rapport à l'axe routier les constructions, même de quelques mètres, peut ainsi avoir des impacts très significatifs.

- **Garantir la présence d'une zone tampon**

Mise en place d'un espace naturel (coupure verte, merlon végétalisé, parc paysager) ou dédié à des activités moins sensibles aux nuisances environnementales que les zones résidentielles.

Il est recommandé d'intégrer une zone tampon entre l'axe circulé et les habitations. La zone tampon peut être végétalisée (espace vert, parc) ou construite (activités tertiaires ou artisanales). Il est déconseillé d'intégrer des équipements sportifs de plein air dans la zone tampon.

¹² Limiter l'exposition des populations à la pollution atmosphérique par un urbanisme adapté - Boîte à outils à destination des porteurs de projet d'aménagement en Île-de-France - Septembre 2021 - https://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/limiter_l_exposition_des_populations_a_la_pollution_atmospherique_par_un_urbanisme_adapte.pdf

La topologie de la zone tampon, notamment s'il s'agit d'une zone naturelle, peut renforcer ou diminuer la dispersion des polluants (butte, pente plus ou moins importante, etc.).

- **Implanter un bâtiment-écran**

Le bâtiment écran, en fonction de sa hauteur, permet de dévier les masses d'air en provenance de l'axe routier et de disperser les polluants en hauteur.

Lorsque l'éloignement de l'axe routier n'est pas possible ou insuffisant, un bâtiment-écran peut être inséré en première ligne, à proximité immédiate de l'axe. Les structures les plus hautes et larges possibles sont à privilégier. L'effet sera d'autant plus important que la construction sera orientée perpendiculairement à la direction des vents dominants.

La modélisation (voir fiche 7) peut permettre de valider la réduction de la concentration des polluants induite par le bâtiment-écran et d'optimiser sa morphologie afin de maximiser son impact.

- **Tirer parti des murs acoustiques en bordure de l'axe routier**

Les murs acoustiques permettent le confinement partiel des polluants au niveau de la plateforme routière et/ou leur dispersion en hauteur ou de chaque côté du mur sous l'effet des turbulences locales liées à la circulation des véhicules et à la présence du mur.

L'installation de murs acoustiques de 4 à 6 m de haut en bordure immédiate de l'axe routier est recommandée. Les murs anti-bruit avec un pan supérieur incliné vers l'axe routier sont plus performants en termes de dispersion des polluants. Le mur peut être doublé par une barrière végétale arborée dense dépassant d'au moins 1 m le mur.

- **Éviter les rues-canyon ou minimiser leur impact**

Limiter le risque d'effet canyon par orientation et longueur de la rue, élargissement de la voirie et diminution de la hauteur du bâti.

Lorsque la création d'une rue-canyon ne peut être évitée, un certain nombre de préconisations doivent être mises en œuvre.

L'axe de la rue-canyon doit être le plus parallèle possible avec la direction des vents dominants pour améliorer la ventilation dans la rue. Lorsque l'axe de la rue est orienté en oblique ou perpendiculairement aux vents dominants, des mesures supplémentaires sont nécessaires pour assurer une capacité de ventilation suffisante.

La conception de la rue doit alors favoriser une voirie large et un bâti de hauteur limitée. Un rapport d'aspect de la rue (hauteur du bâti/largeur de la rue) inférieur à 0,5 (ou 0,65 selon les sources) permet une moindre accumulation des polluants dans la rue-canyon via une dispersion facilitée.

Une rue relativement courte améliore la ventilation au sein du canyon et augmente donc la dispersion et la dilution de la pollution. Un rapport d'aspect latéral de la rue (longueur de la façade/largeur de la rue) inférieur à 3 est recommandé.

- **Créer des ouvertures dans une configuration d'îlot fermé**

Créer une ventilation naturelle au centre de l'îlot via une discontinuité des façades et éviter une accumulation et une stagnation des polluants à l'intérieur de l'îlot.

Il convient de ne pas implanter d'îlot entièrement fermé mais d'ouvrir le front bâti des îlots aux extrémités, vers des zones ne donnant pas directement sur les voies de circulation.

- **Favoriser la perméabilité et les discontinuités du bâti via une hétérogénéité du parc bâti et en éloignant les immeubles les uns des autres**

Favoriser la ventilation grâce aux disparités de géométrie au niveau des façades, notamment pour réduire les éventuels effets de rue-canyon.

La création de discontinuités au niveau du bâti est encouragée : intersections, éloignements des bâtiments les uns des autres, ruptures des façades, etc. Dans les rues-canyon profondes et perpendiculaires à la direction des vents dominants, une porosité du bâti au niveau du sol est à rechercher.

- **Faire varier la hauteur du bâti**

Les ruptures de hauteurs des façades et une hauteur différente du bâti de part et d'autre de la rue vont accentuer la turbulence et améliorer la ventilation et donc la dilution des polluants.

De plus, l'épannelage (augmentation ou diminution progressive de la hauteur des bâtiments en fonction de la distance à la voie routière) permet soit de favoriser la circulation de l'air, soit d'amplifier les effets de bâtiment écran.

L'implantation de bâtiments de différentes hauteurs sur l'ensemble de l'opération d'aménagement améliore la dispersion des polluants.

Le principe d'épannelage doit être mis en œuvre lorsqu'il est pertinent. Une élévation décroissante permet de multiplier les effets d'écran d'un bâtiment à l'autre afin de limiter le transfert de polluants au sein de la zone d'aménagement, tandis qu'une élévation croissante dans le sens du vent en s'éloignant de l'axe routier générateur de pollution permet en effet de favoriser la circulation de l'air au sein de la zone d'aménagement.

Dans les rues-canyon, il convient de favoriser une hétérogénéité des hauteurs de bâti de part et d'autre de la rue, avec une hauteur du bâti au vent plus basse que le bâti sous le vent (rapport de hauteur du bâti (hauteur du bâtiment au vent/hauteur du bâtiment sous le vent) inférieur à 1).

- **Travailler sur la forme du bâti en insérant des zones en retrait dans le corps du bâtiment**

Le retrait des étages supérieurs par rapport à l'alignement du socle formé par le rez-de-chaussée ou par l'intégration d'un retrait vertical sur toute la hauteur du bâtiment permet la diminution des concentrations en polluants avec la hauteur.

Pour les bâtiments à usage d'habitation soumis à de forts taux de pollution atmosphériques, il est recommandé de construire les étages supérieurs en retrait par rapport à l'alignement du socle formé par le rez-de-chaussée, éventuellement « en escalier ». Par ailleurs, un retrait horizontal dans le corps du bâtiment (sur toute la longueur du bâtiment, au niveau du sol ou au niveau du toit par exemple) peut être intégré.

Dans les rues-canyon, il peut être intéressant d'intégrer un retrait vertical dans le corps du bâtiment (sur toute la hauteur du bâtiment).

- **Incliner les toitures**

La géométrie du toit peut influencer la ventilation, notamment dans les rues-canyon, et donc faciliter la dispersion des polluants.

Les toits à double pan inclinés vers le bas dans le sens du vent ou d'inclinaison opposée de part et d'autre de la rue (vers le bas puis vers le haut dans le sens du vent) sont à favoriser, car ils permettent une meilleure ventilation de la rue. Ceci est notamment important pour les rues-canyon dont le rapport d'aspect est inférieur à 1. Par ailleurs, il convient d'éviter les toits inclinés vers le haut dans le sens du vent ainsi que les toits trapézoïdaux.

- **Limiter la rugosité des façades**

Les structures semi-ouvertes (avant-toits, auvents, balcons, arcades, plateformes, surplombs) limitent l'efficacité de la ventilation en réduisant l'espace disponible pour la circulation des flux d'air ou en freinant les flux d'air, notamment lorsque la direction du vent est parallèle à l'axe de la rue.

L'implantation de structures semi-ouvertes sur les façades est à éviter, d'autant plus si l'axe de la rue est parallèle à la direction des vents dominants. Si le bâtiment doit être équipé de balcons, il convient de les incorporer dans le volume du bâtiment (loggias) plutôt qu'accolés à la façade, particulièrement pour le 1er étage. Par ailleurs, il semble qu'équiper les balcons du dernier étage de brise-soleil ajourés permette une meilleure dispersion des polluants.

- **Concevoir le bâtiment pour limiter au maximum le transfert de pollution de l'air extérieur vers l'air intérieur**

Permettre l'aération et la ventilation de l'intérieur des bâtiments (logements, espaces intérieurs) en limitant au maximum l'entrée d'air extérieur pollué, particulièrement dans le cas des populations sensibles.

Les pièces peu fréquentées (salles d'eau, espaces de distribution...) sont à orienter préférentiellement du côté exposé à l'axe routier et les pièces de vie ou d'accueil comportant des ouvertures plus larges à l'opposé. Dans le cas des établissements accueillant des publics sensibles, les espaces administratifs (bureaux, salles de réunion du personnel, etc.) doivent être orientés du côté exposé à l'axe routier tandis que les espaces publics (classes, salles de vie, chambres, etc.) doivent être orientés à l'opposé.

Les bouches de prise d'air doivent être positionnées sur le côté le moins exposé, loin des zones d'émission, voire sur le toit.

La ventilation intérieure du bâti doit être adaptée, d'autant plus s'il s'agit d'établissement accueillant du public sensible (ex : mise en place de ventilation mécanique contrôlée double flux comprenant une filtration de l'air entrant).

La possibilité de logements double exposition traversants doit être maintenue, en garantissant une façade moins exposée à la pollution et au bruit.

L'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment doit être garantie.

- **Construire des façades double-peau**

Protection accrue du bâtiment contre la pollution de l'air extérieur par le biais d'une ventilation qui s'opère dans la double-peau et qui limite d'autant plus l'exposition des utilisateurs.

Si des bâtiments accueillant du public sont construits en bordure de l'axe routier, la mise en place d'une façade double-peau est à considérer sur le mur donnant sur l'axe routier.

- **Éviter les locaux à destination de personnes sensibles en rez-de-chaussée voire dans les étages les plus bas en cas de niveaux élevés de pollution atmosphérique**

À proximité immédiate d'un axe routier, les concentrations mesurées en façade d'immeuble diminuent avec la hauteur. Le positionnement d'activités et/ou de services compatibles avec une qualité de l'air potentiellement dégradée dans les rez-de-chaussée et bas étages (activités commerciales ou tertiaires) permet de ne pas exposer à long terme des populations potentiellement sensibles.

À proximité immédiate d'un axe routier, l'usage des rez-de-chaussée et des étages les plus bas doit être réservé à des activités et/ou services (activités commerciales, artisanales, tertiaires, etc.) compatibles avec une qualité de l'air potentiellement dégradée. Les logements ou locaux à destination des publics sensibles ne doivent pas y être installés.

- **Intégrer les mobilités douces au sein du projet d'aménagement**

Intégrer les mobilités douces dans l'opération d'aménagement et faciliter le report modal afin de limiter la pollution induite en réduisant les émissions inhérentes à l'aménagement.

L'espace urbain aménagé doit intégrer des voies de cheminement doux, ainsi que des zones calmes et de ressourcement. Ces itinéraires et espaces doivent être éloignés autant que possible des sources émettrices de polluants atmosphériques et de nuisances. Des modalités de protection adaptées de ces zones calmes et de ressourcement peuvent être envisagées.

- **La mesure complémentaire de la végétalisation**




Les espaces verts peuvent dans une certaine mesure contribuer à atténuer l'exposition des populations à la pollution par différents mécanismes. En fonction de leur taille, de leur densité et de la nature de leur feuillage, les végétaux peuvent jouer sur l'écoulement de l'air. Dans une moindre mesure, une part de certains polluants peut être capturée par absorption des polluants gazeux et particules ou par stockage par dépôt sur les feuilles des particules.

La végétalisation ne peut être envisagée que comme une mesure complémentaire au regard de l'amélioration de la qualité de l'air, insuffisante en soi à réduire significativement et durablement la pollution atmosphérique.

Pour ce faire, il est possible de végétaliser l'espace urbain, les façades, les toitures ou de mettre en place des barrières végétales.

Les espèces efficaces en termes d'atténuation de la pollution doivent être favorisées. En outre, les espèces à feuilles persistantes ou non sujettes aux variations saisonnières ainsi que les espèces présentant une surface foliaire importante sont à privilégier.

Les solutions favorables à la qualité de l'air à déployer en fonction de l'échelle et du stade d'avancement du projet sont les suivantes :

		Échelle		
		Documents d'urbanisme et de planification	Secteur d'aménagement	Bâti
Stade du projet	Phase amont de conception 	<ul style="list-style-type: none"> Identifier les zones à enjeux au titre de l'exposition à la pollution atmosphérique dans les documents d'urbanisme Assurer un zonage cohérent (ex : maintien de zones tampons) en bordure des axes routiers majeurs Statuer sur l'implantation d'établissements sensibles 	<ul style="list-style-type: none"> Chercher un financement éventuel pour approfondir la problématique de la qualité de l'air Effectuer les premières modélisations de qualité de l'air extérieur Choisir l'implantation du bâti en intégrant la problématique de la qualité de l'air extérieur (éloignement, orientation) Espacer les bâtiments Intégrer des bâtiments écran continus le long de l'axe routier Éviter les rues-canyons <p>Ces éléments peuvent être intégrés au CPAUPE.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Favoriser la perméabilité du bâti et les discontinuités Faire varier la hauteur du bâti Anticiper les usages du bâti et la réversibilité des bâtiments écrans pour pouvoir passer d'un usage tertiaire vers du logement dans une perspective d'amélioration future de la qualité de l'air <p>Ces éléments pourront être intégrés dans le CPAUPE¹ et les fiches de lot.</p>
	Élaboration avancée du projet 		<ul style="list-style-type: none"> Éviter les rues-canyons Ne pas créer d'îlot entièrement fermé Prévoir des murs acoustiques le long de l'axe routier Intégrer les mobilités douces Végétaliser l'espace urbain en complément d'autres mesures <p>Ces éléments peuvent être intégrés au CPAUPE.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Travailler sur la forme du bâti Faire varier la hauteur du bâti Incliner les toitures Limiter la rugosité des façades Limiter le transfert de pollution de l'air extérieur vers l'air intérieur (orientation des pièces, ventilation, bouches de prise d'air, châssis éventuellement fixes en fonction de l'usage du bâti ou des pièces) En complément d'autres mesures, végétaliser les toitures et les façades <p>Ces éléments peuvent être intégrés au CPAUPE et dans les fiches de lot.</p>
	Quartier existant 		<ul style="list-style-type: none"> Installer des murs acoustiques ou rehausser les murs acoustiques existants, éventuellement complétés par de la végétation Végétaliser l'espace urbain en complément d'autres mesures Intégrer des mobilités douces 	<ul style="list-style-type: none"> Ajouter une façade double-peau sur les immeubles les plus exposés (côté axe routier) En complément d'autres mesures, végétaliser la façade Modifier les usages du bâti

¹ CPAUPE : cahier de prescriptions architecturales, urbaines, paysagères et environnementales

Source : Limiter l'exposition des populations à la pollution atmosphérique par un urbanisme adapté, DRIEAT, Septembre 2021, février 2019

Les études et retours d'expérience à l'échelle régionale en France permettent de mettre en évidence que les règles générales ne sont pas directement applicables aux situations de terrain qui ont toutes leurs spécificités (fréquentation, configuration spatiale, vents dominants, rugosité de l'environnement de proximité). De plus, la distance d'impact des axes varie selon les polluants. Ainsi pour évaluer précisément la zone d'impact potentiel d'un axe routier il est nécessaire de réaliser des études spécifiques.

Néanmoins de manière générale, pour le dioxyde d'azote, la distance d'influence pour les axes majeurs (100 000 à 200 000 véhicules par jour), est de l'ordre de 100 à 300 mètres. Les niveaux de pollution décroissent très rapidement dans les 50 premiers mètres, puis diminuent plus progressivement dans les dizaines de mètres suivants.

Ainsi, pour limiter la contribution d'un axe routier majeur à la pollution au droit d'un bâtiment sensible, l'éloignement reste la priorité mais peut être complété par des zone tampon, par des éléments créant un effet barrière (murs antibruit, bâtiments écrans), par la conception du bâtiment lui-même (filtration de l'air entrant, positionnement des entrées d'air, conception des façades, choix de positionnement des pièces) et, en milieu urbain, de minimiser l'effet canyon des rues en favorisant notamment la perméabilité et les discontinuités du bâti.

2.5 Que contiennent les outils de planification ?

L'article L122-1 du Code de l'environnement impose que « Les projets qui, par leur nature, leur dimension ou leur localisation, sont susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement ou la santé humaine font l'objet d'une évaluation environnementale [...] ».

2.5.1 Les Plans Climat-Air-Energie Territorial (PCAET)

Les Plans Climat-Air-Energie Territorial (PCAET) sont obligatoire pour les EPCI qui font plus de 20 000 habitants.

Pour certains de ces PCAET, les collectivités doivent réaliser un Plan d'Amélioration de la Qualité de l'Air (PAQA) qui doit :

- Vérifier que les objectifs soient en conformité avec le PREPA (plan fondateur qui fixe les objectifs nationaux)
- Réaliser une étude de préfiguration de ZFE (Zones à faibles émissions)
- Mettre en place des actions d'amélioration de qualité de l'air dans les établissements recevant du public sensible
- Vérifier le respect des valeurs limites réglementaire en 2025

Pour réaliser ce PAQA, les collectivités doivent consulter l'AASQA (Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air) locale pour son élaboration. Dans ce cadre, AtmoSud fournit les éléments du contexte de pollution de l'air sur la zone de la collectivité, ainsi que les principales recommandations adaptées.

Exemple de recommandations concernant l'aménagement des ERP (Etablissements recevant du public) :

L'aménagement des ERP peut constituer un moyen efficace pour diminuer l'exposition des personnes. En plaçant les zones les plus utilisées à distance des sources de pollution (axes routiers par exemple), l'exposition peut diminuer sensiblement. De même, les ouvertures et aérations des bâtiments doivent être préférentiellement orientées vers les zones les moins exposées.

La zone d'accumulation des polluants issus du trafic routier a également une composante verticale. Elle est située principalement entre 2 et 6 mètres d'altitude. Il peut donc être intéressant de favoriser les étages bas pour les locaux n'accueillant pas des personnes, installer des obstacles naturels ou une urbanisation plus morcelée pour favoriser la dispersion des polluants.

Il peut être aussi très intéressant d'agir sur la réduction des sources à proximité, en limitant le trafic routier dans le quartier par exemple, voire en modulant la vitesse de circulation (impact plus faible). On peut ainsi citer :

- Les zones de circulation particulières
- L'air piétonne,
- La rue scolaire, qui existe dans le code de la route depuis 2018, et qui se définit comme « une voie publique située à proximité d'un établissement scolaire qui est temporairement et à certaines heures pourvue à des accès d'une barrière déplaçable ... Dans les rues scolaires, la voie publique est réservée aux piétons et aux cyclistes ». Le Maire peut, par arrêté, mettre en place une aire piétonne temporaire ou une interdiction de circuler à des horaires déterminés.
- La zone de rencontre : une zone où les piétons bénéficient de la priorité sur tous les véhicules (sauf transports publics guidés), ils peuvent circuler sur toute la largeur de la voirie sans y stationner. La vitesse des véhicules est limitée à 20 km/h, le stationnement est autorisé uniquement sur les emplacements aménagés. Le double sens est généralisé, et les entrées et sorties sont annoncées par une signalisation et l'ensemble de la zone est aménagée de façon cohérente
- Les cheminements piétons : il s'agit d'un marquage au sol permettant de baliser les itinéraires piétons au sol vers l'école
- La zone 30
- La ZFE.

A une échelle plus globale, il peut aussi être intéressant de mélanger les zones de commerces/services et les zones résidentielles, pour éviter que le recours à la voiture ne soit systématique.

2.5.2 Les plans de protection de l'atmosphère (PPA)

La délimitation des zones des PPA est de la responsabilité des préfets de départements. Pour ces derniers, des orientations sont décrites en préambule et complétées par une fiche action relative au transports routiers.

Dans le cadre de la révision des PPA de Provence-Alpes-Côte d'Azur (PPA06¹³, PPA13¹⁴, PPA83¹⁵ et PPA84), des actions de prise en compte de la qualité de l'air dans l'urbanisme sont proposées. Cette approche de lutte contre la pollution de l'air par le levier de l'aménagement du territoire et de la réglementation en matière d'urbanisme s'inscrit dans le cadre plus général de l'Urbanisme favorable à la santé (UFS).

Concrètement, il s'agit d'éviter l'exposition de nouvelles populations à une qualité de l'air dégradée en limitant l'implantation d'immeubles accueillant du public, d'établissements sensibles et de logements à proximité des principaux axes de transport. En effet, plusieurs études internationales mettent en évidence le fait que les populations résidant à proximité des voies à fort trafic routier présentent une santé dégradée. A titre d'exemple, le projet Aphekom relatif à dix villes européennes a estimé que « le fait d'habiter à proximité de grands axes de circulation pourrait être responsable d'environ 15 à 30 % des nouveaux cas d'asthme de l'enfant ». L'impact du trafic routier sur la qualité de l'air est significatif jusqu'à environ 150 mètres des axes et peut avoir une influence jusqu'à 300 mètres de part et d'autre de l'axe de circulation. Les profils d'émissions de polluants sont par ailleurs dépendants des conditions météorologiques et des conditions d'urbanisme à proximité des axes routiers.

Des premières initiatives afin d'améliorer la qualité de l'air en proximité d'axes à fort trafic telles que les écrans physiques ou les plantations d'arbres montrent un impact positif sur la qualité de l'air à partir d'une distance entre la voie routière et les habitations supérieure à 100 voire 150 mètres. Pour aller plus loin, de nombreuses collectivités ont d'ores et déjà instauré des règles d'urbanisme visant à réduire l'exposition des riverains, en limitant voire interdisant l'implantation de nouveaux bâtiments destinés à des populations sensibles, tels les écoles, les garderies, les centres de soins, les résidences pour personnes âgées, à proximité des autoroutes et des infrastructures routières à fort trafic. Certaines de ces mesures protectrices excluent également de ces zones de retrait les secteurs d'habitat, les terrains de jeux, les jardins communautaires, les terrains sportifs, etc.

Considérant que la pollution chronique aux particules fines et au NO₂ est la plus impactante pour la santé des riverains, il apparaît primordial :

- - de baisser les taux moyens annuels des polluants en diminuant la circulation routière ; c'est la conclusion principale du dernier rapport de l'ANSES en juillet 2019, qui conclut que « les preuves d'effets néfastes sur la santé liés à l'exposition aux émissions issues du trafic routier sont fortes ».
- - de limiter l'exposition des populations à la pollution routière et d'interdire catégoriquement l'implantation de nouvelles populations dans des contextes très défavorables.

Exemple de la fiche action relative au transports routiers du PPA du Var :

Pour tout secteur de projet des PLU(i) comportant des habitations ou des constructions d'équipements recevant des publics sensibles s'implantant à proximité d'un axe routier de catégorie 1, 2 ou 3 du classement sonore des infrastructures de transport terrestre, il est fortement conseillé de faire figurer dans le rapport de présentation du PLU(i) la démarche suivante :

- Une analyse de l'état initial du secteur de projet du PLU (i) au regard de la pollution atmosphérique (situation vis à vis des valeurs réglementaires et des lignes directrices OMS),
- Une évaluation de l'exposition des populations futures et riveraines à la pollution de l'air,
- La définition de mesures d'évitement et de réduction envisagées (marge de recul) et l'intégration de ces mesures dans le PLU (règlement ou OAP),
- L'exposé des motifs pour lesquels le secteur de projet du PLU(i) a été retenu et les raisons qui justifient le choix opéré au regard des solutions de substitution raisonnables tenant compte notamment de l'exposition des populations à la pollution atmosphérique.

¹³ <https://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/plan-de-protection-de-l-atmosphere-des-alpes-r2787.html>

¹⁴ <https://www.bouches-du-rhone.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/L-air>

¹⁵ <https://www.var.gouv.fr/plan-de-protection-de-l-atmosphere-ppa-a10748.html>

De même, en utilisant la même démarche que pour les PLU(i), lors de la révision du SCoT Provence Méditerranée, il est recommandé de cartographier dans le DOO les zones pour lesquelles une qualité de l'air dégradée peut engendrer une atteinte potentielle à la santé humaine des populations exposées.

2.5.3 Plan local d'urbanisme / Plan d'occupation des sols

D'après l'ADIL (Agence Nationale pour l'Information sur le Logement), la distance entre une construction et la voirie est notamment fonction du type de voie et de la hauteur du bâtiment. Souvent, il faut se référer au PLU ou au POS (Plan d'occupation des sols) de la commune afin de disposer des bonnes informations en la matière.

A défaut de préconisation particulière, il faut s'en tenir aux éléments donnés par le [Code de l'Urbanisme, article L.111-1-4](#). En effet, ce dernier précise les distances à respecter selon le type d'axe routier et le type de construction, mais également selon le type de localisation :

Tableau 6 : Données du code de l'urbanisme, article L.111-1-4

Localisation	Règles du Code de l'Urbanisme
	Distances minimales à observer entre la construction et la voirie
Agglomérations	40 m pour les constructions d'habitation
	25 m pour les autres bâtiments
Zones urbanisées des agglomérations	50 m pour les constructions d'habitation
	35 m pour les autres bâtiments
Axes routiers hors agglomération	Aucune construction à moins de 100 m
	75 m pour les axes classés à grande circulation
Autres axes de circulation	Bâtiment édifié en bordure de voie publique : alignement à la voirie selon sa hauteur (article R.111-18 du Code de l'Urbanisme)

En France, certaines collectivités locales ont inscrit ou projettent d'inscrire dans leurs documents d'urbanisme des distances minimales à respecter autour de certaines infrastructures routières pour les établissements accueillant des publics sensibles ou pour les habitations.

C'est le cas par exemple de :

- l'Eurométropole de Strasbourg qui prévoit d'adopter dans son plan local d'urbanisme intercommunal (PLUi, modification n°3) les secteurs de prise en compte de la qualité de l'air (entre 25 et 150 m autour de la voie), à travers le règlement graphique – plan vigilance et l'orientation d'aménagement et de programmation (OAP) « air climat énergie » de son PLUi ;
- Rennes métropole (entre 50 et 100 m autour de la voie) dans l'OAP « santé climat énergie » de son PLUi ;
- Grenoble dans l'OAP « qualité de l'air » de son PLUi (secteurs de surexposition à la pollution de l'air mis en évidence par la carte stratégique air).

Dans le cadre du code de l'urbanisme, des distances minimales à observer entre les constructions et les voiries sont à respecter (de 40 à 100 mètres en fonction dans ou hors agglomération). De manière complémentaire, des collectivités françaises peuvent instaurer des limitations complémentaires dans leur plan locaux d'urbanisme, notamment des zone de retrait à respecter pour l'implantation de bâtiments

3. CONCLUSION

► L'importance de la gestion de la qualité de l'air

Depuis plus de vingt ans, de nombreuses études épidémiologiques démontrent les effets sur la morbidité et la mortalité à court et moyen terme de l'exposition des populations aux polluants de l'air ambiant. L'exposition à la pollution de l'air peut être à l'origine de multiples effets sur la santé : pathologies respiratoires, cardiovasculaires, atteintes neurologiques, altération du développement, etc. Les actions de prévention doivent diminuer les sources d'émissions pour réduire les concentrations chroniques auxquelles la population est exposée. Cela nécessite d'évaluer le contexte de pollution de l'air de proximité, avec les outils d'évaluation de la qualité de l'air fournis par les associations agréées de surveillance de la qualité de l'air locales, ou par la mise en place d'étude spécifiques.

► Le contexte de qualité de l'air autour des grands axes routiers

Le trafic routier est à l'origine de nombreux polluants, dont les principaux sont les particules fines et les oxydes d'azote (NOx). Dans le cadre d'implantation de futurs établissements sensibles, il est important de respecter certaines recommandations d'implantation et d'adaptation du bâti pour préserver les occupants d'une exposition aux polluants de l'air issus des grands axes routiers.

De manière générale, pour le dioxyde d'azote, la distance d'influence pour les axes majeurs (100 000 à 200 000 véhicules par jour), est de l'ordre de 100 à 300 mètres. Les niveaux de pollution décroissent très rapidement dans les 50 premiers mètres, puis diminuent plus progressivement dans les dizaines de mètres suivants.

Les principales mesures qui permettent de réduire les concentrations de polluants dans les établissements sensibles à proximité d'axes routiers fréquentés sont tout d'abord la mise en place d'une zone de retrait entre l'infrastructure routière et les zones à aménager, mais également des éléments barrière aux transports des polluants et l'aménagement des bâtiments eux-mêmes.

► Les zones de retrait

L'ensemble des recommandations à l'échelle nationale et internationale s'accordent sur l'importance de respecter une distance supérieure à 150 mètres entre les bâtiments recevant du public sensible et les voies à fort trafic. Certaines collectivités imposent même de respecter cette distance dans leurs plans locaux d'urbanisme.

► L'effet barrière

Afin d'obtenir le même degré de réduction des polluants qu'à 150 m, l'addition de murs antibruit (associés à de la végétation) sur les infrastructures routières doit respecter certaines conditions. Ils doivent être d'une hauteur significative, d'au moins 4 m à 6 m pour une réduction de 75 % à 85 % à 50 m de l'infrastructure, et être positionnés perpendiculairement au vent.

► La conception des bâtiments

Il est possible de concevoir les bâtiments afin de réduire l'exposition des occupants aux polluants d'origine extérieure. Parmi les solutions de conception des bâtiments, le positionnement des espaces extérieurs et des entrées d'air à l'opposé de la source de pollution et la filtration particulaire et moléculaire de l'air entrant sont les principales solutions. A l'échelle d'un quartier en milieu urbain, il est important de minimiser l'effet canyon des rues en favorisant notamment la perméabilité et les discontinuités du bâti.

► La spécificité de chaque situation

Les études et retours d'expérience à l'échelle régionale en France permettent de mettre en évidence que les règles générales ne sont pas directement applicables aux situations de terrain qui ont toutes leurs spécificités (fréquentation, configuration spatiale, vents dominants, rugosité de l'environnement de proximité). De plus, la distance d'impact des axes varie selon les polluants. Ainsi pour évaluer précisément la zone d'impact potentiel d'un axe routier il est nécessaire de réaliser des études spécifiques. Dans le cadre des projets d'infrastructures routières, des études d'impact peuvent être menées et peuvent faire l'objet d'une évaluation des risques sanitaires individuels et collectifs auxquels sont soumises les populations concernées.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] **CEREMA, 2021.** Émissions routières des polluants atmosphériques. Disponible à partir de l'URL : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/emissions-routieres-polluants-atmospheriques-courbes>
- [2] **Beckerman, B., Jerrett, M., Brook, J. R., Verma, D. K., Arain, M. A., & Finkelstein, M. M. (2008).** Correlation of nitrogen dioxide with other traffic pollutants near a major expressway. *Atmospheric Environment*, 42(2), 275- 290.
- [3] **Hagler, G. S. W., Baldauf, R. W., Thoma, E. D., Long, T. R., Snow, R. F., Kinsey, J. S., ... & Gullett, B. K. (2009).** Ultrafine particles near a major roadway in Raleigh, North Carolina: Downwind attenuation and correlation with traffic-related pollutants. *Atmospheric Environment*, 43(6), 1229-1234.
- [4] **Hitchins, J., et al. (2000)** Concentrations of submicrometre particles from vehicle emissions near a major road. *Atmospheric Environment*, 34(1) 51-59.
- [5] **Pournazeri, S., & Princevac, M. (2015).** **Sound wall barriers:** Near roadway dispersion under neutrally stratified boundary layer. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 41, 386-400.
- [6] **Heist, D. K., Perry, S. G., & Brixey, L. A. (2009).** A wind tunnel study of the effect of roadway configurations on the dispersion of traffic-related pollution. *Atmospheric Environment*, 43(32), 5101-5111.
- [7] **Karner, A. A., Eisinger, D. S., & Niemeier, D. A. (2010).** Near-roadway air quality: synthesizing the findings from real-world data. *Environmental science & technology*, 44(14), 5334-5344.
- [8] **CEREMA, 2019** Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières. Disponible à partir de l'URL : https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/guide_m%C3%A9thodologique_air_sante.pdf
- [9] **ADEME (2002)** : Classification et critères d'implantation des stations de surveillance de la qualité de l'air, Paris, 64 p. Disponible à partir de l'URL : <https://www.lcsqa.org/fr/referentiel-technique-national>
- [10] **Ahangar, F. E., Heist, D., Perry, S., & Venkatram, A. (2017).** Reduction of air pollution levels downwind of a road with an upwind noise barrier. *Atmospheric Environment*, 155, 1-10.
- [11] **Schulte, N., Snyder, M., Isakov, V., Heist, D., & Venkatram, A. (2014).** Effects of solid barriers on dispersion of roadway emissions. *Atmospheric Environment*, 97, 286-295.
- [12] **Baldauf, R., Thoma, E., Khlystov, A., Isakov, V., Bowker, G., Long, T., & Snow, R. (2008).** Impacts of noise barriers on near-road air quality. *Atmospheric Environment*, 42(32), 7502-7507.
- [13] **AtmoSud, 2007** Etat initial de la qualité de l'air en 2007 en proximité de la rd 9 sur la commune de Cabriès. Disponible à partir de l'URL : https://www.atmosud.org/sites/sud/files/content/migrated/publications_import/files/081028_AirPACA_rapport_Aix_rd9_net.pdf
- [14] **AtmoSud/Atmo AURA, 2012.** Observatoire de l'air autour de l'axe routier de la Vallée-du-Rhône – phase 2. Disponible à partir de l'URL : https://www.atmosud.org/sites/sud/files/content/migrated/publications_import/files/121100_AirPACA_rapport_obsA7_phase2_net.pdf
- [15] **AtmoSud.** Evaluation de la qualité de l'air à Cabriès sur le secteur calas RD9. Disponible à partir de l'URL : <https://www.atmosud.org/etude/evaluation-de-la-qualite-de-lair-cabries-sur-le-secteur-calas-rd9>
- [16] **AtmoSud, 2021.** Evaluation de la qualité de l'air au niveau de la Ferme Capri à Marseille : https://www.atmosud.org/sites/sud/files/medias/documents/2022-04/FERME_CAPRI_2021_0.pdf
- [17] **Atmo AURA.** Caractérisation de la qualité de l'air en bordure de l'autoroute A71 – Montée des Volcans – 2014. Disponible à partir de l'URL : https://www.atmo-auvergnerrhonealpes.fr/sites/aura/files/content/migrated/publications_import/files/Caract%C3%A9risation%20de%20la%20qualit%C3%A9%20de%20l%27air%20en%20bordure%20de%20l%27autoroute%20A71%20%E2%80%93%20Mont%20des%20Volcans%20-%202014%20-%2028Puy-de-D%C3%B4me%29.pdf
- [18] **Atmo AURA.** Etude d'une zone surexposée aux nuisances environnementales sur l'agglomération grenobloise. Disponible à partir de l'URL : https://www.atmo-auvergnerrhonealpes.fr/sites/aura/files/content/migrated/atoms/files/etude_dune_zone_surexposee_aux_nuisances_environnementales_a_grenoble_0.pdf
- [19] **Airparif.** Disponible à partir de l'URL : <https://www.airparif.asso.fr/sites/default/files/documents/2020-04/NUMERO39.pdf>
- [20] **DRIEE Ile-de-France.** Limiter l'exposition des populations à la pollution atmosphérique par un urbanisme adapté - Boîte à outils à destination des porteurs de projet d'aménagement en Île-de-France - Septembre 2021. https://www.driee.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/limiter_l_exposition_des_populations_a_la_pollution_atmospherique_par_un_urbanisme_adapte.pdf

GLOSSAIRE

Définitions

Lignes directrices OMS : Seuils de concentration définis par l'OMS et basés sur un examen des données scientifiques accumulées. Elles visent à offrir des indications sur la façon de réduire les effets de la pollution de l'air sur la santé. Elles constituent des cibles à atteindre qui confère une protection suffisante en termes de santé publique.

Maximum journalier de la moyenne sur huit heures : Il est sélectionné après examen des moyennes glissantes sur huit heures, calculées à partir des données horaires et actualisées toutes les heures. Chaque moyenne ainsi calculée sur huit heures est attribuée au jour où elle s'achève ; autrement dit, la première période considérée pour le calcul sur un jour donné sera la période comprise entre 17 h la veille et 1 h le jour même ; la dernière période considérée pour un jour donné sera la période comprise entre 16 h et minuit le même jour.

Pollution de fond et niveaux moyens : La pollution de fond correspond à des niveaux de polluants dans l'air durant des périodes de temps relativement longues. Elle s'exprime généralement par des concentrations moyennées sur une année (pour l'ozone, on parle de niveaux moyens exprimés généralement par des moyennes calculées sur huit heures). Il s'agit de niveaux de pollution auxquels la population est exposée le plus longtemps et auxquels il est attribué l'impact sanitaire le plus important.

Pollution de pointe : La pollution de pointe correspond à des niveaux de polluants dans l'air durant des périodes de temps courtes. Elle s'exprime généralement par des concentrations moyennées sur la journée ou l'heure.

Procédures préfectorales : Mesures et actions de recommandations et de réduction des émissions par niveau réglementaire et par grand secteur d'activité.

Seuil d'alerte à la population : Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou la dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

Seuil d'information-recommandations à la population : Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population,

Objectif de qualité : Un niveau de concentration à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement.

Valeur cible : Un niveau de concentration fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée.

Valeur limite : Un niveau de concentration fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint.

Couche limite : Couche atmosphérique en contact direct avec la surface terrestre, dans laquelle se produisent des modifications d'un point de vue dynamique et thermique. Son épaisseur varie d'une centaine de mètres à quelques kilomètres selon les caractéristiques du sol (rugosité, relief...), la saison (humidité, flux de chaleur, température).

Particules d'origine secondaires : Les particules secondaires résultent de la conversion en particules, des gaz présents dans l'atmosphère. Cette conversion, soit directement gaz-solide, soit par l'intermédiaire des gouttes d'eau, est appelée nucléation. La nucléation est le mécanisme de base de la formation des nouvelles particules dans l'atmosphère. Les principaux précurseurs impliqués dans la formation des particules secondaires sont le dioxyde de soufre (SO₂), les oxydes d'azote (NO_x et nitrates), les composés organiques volatils (COV) et l'ammoniac (NH₃). Les particules secondaires sont essentiellement des particules fines (<2.5 µm).

AOT 40 : Égal à la somme des différences entre les concentrations horaires d'ozone supérieures à 80 µg/m³ (mesurés quotidiennement entre 8 h et 20 h, heure d'Europe Centrale) et la valeur 80 µg/m³ pour la période du 1^{er} mai au 31 juillet de l'année N. La valeur cible de protection de la végétation est calculée à partir de la moyenne sur 5 ans de l'AOT40. Elle s'applique en dehors des zones urbanisées, sur les Parcs Nationaux, sur les Parcs Naturels Régionaux, sur les réserves Naturelles Nationales et sur les zones arrêtées de Protection de Biotopie.

rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates.

Sigles

AASQA : Association Agréés de Surveillance de la Qualité de l'Air

ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

ANTS : Association Nationale des Techniques Sanitaires

ARS : Agence Régionale de Santé

CSA : Carte Stratégique Air

CERC : Cellule Économique Régionale du BTP PACA

DRAAF : Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt de la région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

EPCI : Etablissement Public de Coopération Intercommunale

EQAIR : Réseau Expert Qualité de l'Air intérieur en région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR

IARC : International Agency for Research on Cancer

ISA : Indice Synthétique Air

LCSQA : Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ORP PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR : Observatoire des résidus de Pesticides en région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR

PCAET : Plan climat air énergie territorial

PDU : Plan de Déplacements Urbains

PLU : Plan local d'Urbanisme

PPA : Plan de Protection de l'Atmosphère

PRSA : Plan Régional de Surveillance de la qualité de l'Air

SCoT : Schéma de Cohérence Territoriale

ZAS : Zone Administrative de Surveillance

Percentile 99,8 (P 99,8) : Valeur respectée par 99,8 % des données de la série statistique considérée (ou dépassée par 0,2 % des données). Durant l'année, le percentile 99,8 représente dix-huit heures.

Unité de mesures

mg/m³ : milligramme par mètre cube d'air
(1 mg = 10⁻³ g = 0,001 g)

µg/m³ : microgramme par mètre cube d'air
(1 µg = 10⁻⁶ g = 0,000001 g)

ng/m³ : nanogramme par mètre cube d'air
(1 ng = 10⁻⁹ g = 0,000000001 g)

TU : Temps Universel

Polluants

As : Arsenic

B(a)P : Benzo(a)Pyrène

BTEX : Benzène - Toluène - Éthylbenzène - Xylènes

C₆H₆ : Benzène

Cd : Cadmium

CO : Monoxyde de carbone

CO₂ : Dioxyde de carbone

COV : Composés Organiques Volatils

COVNM : Composés Organiques Volatils Non Méthaniques

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

ML : Métaux lourds (Ni, Cd, Pb, As)

Ni : Nickel

NO / NO₂ : Monoxyde d'azote / Dioxyde d'azote

NO_x : Oxydes d'azote

O₃ : Ozone

Pb : Plomb

PM non volatile : Fraction des particules en suspension présente dans l'air ambiant qui ne s'évapore pas à 50°C.

PM volatile : Fraction des particules en suspension qui s'évaporent entre 30°C et 50°C. Cette fraction des particules est mesurée depuis 2007.

PM 10 : Particules d'un diamètre < 10 µm

PM 2.5 : Particules d'un diamètre < 2,5 µm

SO₂ : Dioxyde de soufre

Classification des sites de mesure

Cette classification a fait l'objet d'une mise à jour au niveau national en 2015. Les stations de mesures sont désormais classées selon 2 paramètres : leur environnement d'implantation et l'influence des sources d'émission.

Environnement d'implantation

- **Implantation urbaine** : Elle correspond à un emplacement dans une zone urbaine bâtie en continu, c'est-à-dire une zone urbaine dans laquelle les fronts de rue sont complètement (ou très majoritairement) constitués de constructions d'au minimum deux étages
- **Implantation périurbaine** : Elle correspond à un emplacement dans une zone urbaine majoritairement bâtie, constituée d'un tissu continu de constructions isolées de toutes tailles, avec une densité de construction moindre
- **Implantation rurale** : Elle est principalement destinée aux stations participant à la surveillance de l'exposition de la population et des écosystèmes à la pollution atmosphérique de fond, notamment photochimique.

Influence des sources

- **Influence industrielle** : Le point de prélèvement est situé à proximité d'une source (ou d'une zone) industrielle. Les émissions de cette source ont une influence significative sur les concentrations.
- **Influence trafic** : Le point de prélèvement est situé à proximité d'un axe routier majeur. Les émissions du trafic ont une influence significative sur les concentrations.
- **Influence de fond** : Le point de prélèvement n'est soumis à aucun des deux types d'influence décrits ci-après. L'implantation est telle que les niveaux de pollution sont représentatifs de l'exposition moyenne de la population (ou de la végétation et des écosystèmes) en général au sein de la zone surveillée. Généralement, la station est représentative d'une vaste zone d'au moins plusieurs km².

ANNEXE 1 Résumé du guide méthodologique relatif au volet « Air et santé » des études d'impacts des projets d'infrastructures routières

Une méthodologie générale pour évaluer cet impact

A l'heure actuelle, il existe une méthodologie relative au volet Air et Santé des études d'impacts des projets d'infrastructures routières qui offre un cadre général.

Faute de règles ou outils spécifiques, cette méthodologie est usuellement appliquée aux projets d'urbanisme tels que la construction de ZAC, d'Ecoquartiers, etc. Bien que spécifique à l'étude des projets routiers neufs ou de réaménagements sur place, elle présente les principes de la démarche globale d'évaluation de la qualité de l'air et peut être transposée dans ses grandes lignes à d'autres projets en lien avec les transports.

Diagnostic de l'état actuel de la qualité de l'air

L'analyse de l'état actuel se compose en une analyse documentaire et la réalisation de campagne de mesures.

Tableau 7 : Détail des analyses documentaires et des campagnes de mesure réalisées dans le cadre du diagnostic de l'état actuel de la qualité de l'air

État actuel de la qualité de l'air	
Analyse documentaire	Campagnes de mesures
<ul style="list-style-type: none">documents de planification,sources d'émission,qualité de l'air,occupation des sols,populations,agriculture,etc.	<ul style="list-style-type: none">de la qualité de l'airdes sols et/ou des végétaux (si risque par ingestion)

Synthèse des enjeux du territoire en matière de qualité de l'air

Source : Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières, CITEPA, février 2019

L'objectif de cette analyse est d'identifier les enjeux du territoire en termes de qualité de l'air.

Une recherche des sites sensibles est également effectuée. Les bâtiments dont l'activité implique l'accueil des populations vulnérables sont dits « sensibles » et doivent être repérés, notamment les établissements accueillant des enfants : maternités, crèches, écoles maternelle et élémentaires, établissements accueillant des enfants handicapés, etc.

Le résultat de cette recherche est cartographié afin de rendre compte du positionnement de ces établissements vis-à-vis du projet étudié.

L'évaluation de l'impact du projet

Selon la densité d'habitants et le trafic moyen journalier des axes routiers, le niveau de l'étude Air et santé diffère. Le détail des études à réaliser est explicité dans le tableau suivant.

Tableau 8 : Niveau de l'étude Air à réaliser en fonction de la densité du bâti et du trafic moyen journalier des axes routiers

Trafic à l'horizon d'étude le plus lointain (selon tronçons homogènes de plus de 1 km)	Densité hab/km ² dans la Bande d'étude			
	> 50 000 véh/j	De 25 000 à 50 000 véh/j	De 10 000 à 25 000 véh/j	≤ 10 000 véh/j
GI Bâti avec densité ≥ 10 000 hab/km ²	I	I	II	II si L projet > 5 km ou III si L projet ≤ 5 km
GII Bâti avec densité > 2 000 et < 10 000 hab/km ²	I	II	II	II si L projet > 25 km ou III si L projet ≤ 25 km
GIII Bâti avec densité ≤ 2 000 hab/km ²	I	II	II	II si L projet > 50 km ou III si L projet ≤ 50 km
GIV pas de Bâti	III	III	IV	IV

Source : Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières, CITEPA, février 2019

Les polluants à prendre en compte dans le cadre de ces études sont les polluants émis par le trafic routier :

Tableau 9 : Polluants pris en compte dans le cadre des études Air

Polluants à prendre en compte dans les études air et santé (niveau I à IV)	Oxydes d'azote (NO _x) Particules (PM ₁₀ PM _{2,5}) Monoxyde de carbone (CO) Composés organiques volatils non méthanique (COVNM) Benzène Dioxyde de soufre (SO ₂) Arsenic Nickel Benzo[a]pyrène		
	Les polluants spécifiques à l'ERS (uniquement niveau I)	Voie respiratoire	Effets aigus
Effets chroniques			PM ₁₀ , PM _{2,5} Dioxyde d'azote Benzène 16HAP dont le benzo(a)pyrène 1,3 butadiène Chrome Nickel Arsenic
Voie orale		Effets chroniques	16 HAP dont le benzo(a)pyrène

Source : Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières, CITEPA, février 2019

L'étendue de la zone sur laquelle porte le volet air et santé de l'étude d'impact correspond à l'ensemble de la zone potentiellement impactée sur la qualité de l'air par le projet. Elle est établie grâce à la définition du réseau et des bandes d'études.

La bande d'étude est une zone située autour d'un axe routier dont la largeur est adaptée en fonction de l'influence du projet sur la pollution atmosphérique locale. L'ensemble des bandes d'études définies pour chaque voie du réseau permet de circonscrire les calculs de dispersion et les populations à prendre en compte dans le volet air et santé.

Le contenu de l'évaluation de l'impact en fonction du niveau d'étude est explicité dans le tableau suivant.

Tableau 10 : Contenu des différents niveaux de l'étude Air

	Niveau I	Niveau II	Niveau III	Niveau IV
Analyse bibliographique	A adapter en fonction du niveau d'étude et des enjeux			
Mesures effectuées à l'état actuel	Qualification par des mesures <i>in situ</i> (air et sol si risque par ingestion)	Qualification par des mesures <i>in situ</i> (air)	Réalisation éventuelle de mesures	-
Estimation des émissions	Sur tout le réseau d'étude pour les polluants du tableau 6 (polluants en commun avec les études de niveau II à IV et ceux spécifiques à l'ERS)	Sur tout le réseau d'étude pour les polluants du tableau 6		
Estimation des concentrations	Sur toutes les bandes d'études du réseau d'étude pour les polluants de l'ERS	NO ₂ (et éventuellement les PM ₁₀ si nécessité confirmée par ARS), sur toutes les bandes d'étude du réseau d'étude	-	-

Source : Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières, CITEPA, février 2019

Largeur de la bande d'étude

Pour les **retombées particulaires**, la largeur de la bande d'étude est de 200 m, quel que soit le trafic.

Pour la **pollution gazeuse**, la largeur de bande d'étude est définie par le trafic moyen journalier annuel (TMJA en véh/j) dont le détail est présenté dans le tableau suivant.

TMJA à l'horizon d'étude le plus lointain, en véh/j	Largeur minimale de la bande d'études ⁴⁸ , en mètres, centrée sur l'axe de la voie
T > 50 000	600
25 000 < T < 50 000	400
10 000 < T < 25 000	300
T < 10 000	200

Source : Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières, CITEPA, février 2019

L'évaluation de l'exposition des populations au projet

L'évaluation de l'exposition est plus ou moins détaillée en fonction de la complexité de l'étude. Ainsi, pour les **études de niveau III et IV**, il n'est pas prévu d'estimation de l'impact du projet sur les concentrations de qualité de l'air ; L'analyse de l'exposition des populations est de ce fait simplifiée à une synthèse bibliographique des effets des polluants sur la santé.

Pour une étude de niveau I ou II, l'estimation des concentrations a été réalisée ; Une analyse plus fine de l'exposition des populations est donc possible :

- Pour une étude de niveau II, l'analyse est réalisée par calcul de l'IPP (indice pollution population) pour le NO₂ et les PM₁₀ le cas échéant ;
- Pour une étude de niveau I, une évaluation des risques sanitaires est effectuée sur les seize polluants.

Tableau 11 : Polluants dont la concentration est estimée

Nature des effets étudiés	Voie d'exposition concernée	Substances
Aiguës	Voie respiratoire	Particules (PM ₁₀ et PM _{2,5}) Dioxyde d'azote (NO ₂)
Chroniques	Voie respiratoire	Particules (PM ₁₀ et PM _{2,5}) Dioxyde d'azote (NO ₂) Benzène 16 HAP ³⁶ dont le benzo(a)pyrène 1,3 butadiène Chrome VI Nickel Arsenic
Chroniques	Voie orale	16 HAP dont le benzo(a)pyrène

Source : Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières, CITEPA, février 2019

► Adaptation à la baisse du niveau d'étude pour les aménagements sur place

Les aménagements sur place se distinguent des projets neufs en tant que projets réalisés sur une infrastructure existante. Ces aménagements sont plus ou moins conséquents. Selon le type d'aménagement, l'impact sur l'air et la santé peut être moindre.

Pour respecter le principe de proportionnalité des études d'impact, le contenu du volet « air et santé » de ces études est à adapter en fonction de la nature et de l'importance des aménagements sur place projetés, de leur incidence prévisible sur l'environnement ou la santé humaine et de la sensibilité environnementale et/ou sanitaire de la zone susceptible d'être affectée par le projet.

Pour les incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine des aménagements projetés, les critères pour adapter le niveau d'étude à la baisse sont détaillés dans le tableau suivant.

Critères	Possibilité d'adapter le niveau d'étude à la baisse
Augmentation du trafic supérieure à 10 %	Non
Augmentation du trafic comprise entre 0 et 10 % (*)	Oui, à hauteur de 1 niveau d'étude
Diminution du trafic	Oui, à hauteur de 2 niveaux d'étude
Aménagement susceptible d'induire de la congestion	Non
Modification de la géométrie	<ul style="list-style-type: none"> • Non, si cette modification impacte l'exposition de la population (par exemple, s'il rapproche fortement les voies de circulation par rapport aux habitations) • Oui, si la modification de tracé n'impacte pas l'exposition de la population, à hauteur de 1 niveau d'étude

(*) Évolution du trafic comprise dans la zone d'incertitude du modèle trafic

Source : Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières, CITEPA, février 2019

La sensibilité environnementale et/ou sanitaire de la zone est également prise en compte. Elle est caractérisée à partir des critères suivants :

Critères		Possibilité d'adapter le niveau d'étude
Qualité de l'air actuelle de la zone	Dégradée (dépassement de valeurs limites)	Tout abaissement possible est limité à 1 niveau d'étude maximum
	Bonne	Tout abaissement possible est limité à 2 niveaux d'étude

Source : Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières, CITEPA, février 2019

► Autres conditions d'adaptation du niveau d'étude

- L'existence d'un PPA

Dans les cas où un plan de protection de l'atmosphère est approuvé ou doit être réalisée sur un périmètre qui englobe la zone d'étude, le niveau d'étude est remonté d'un niveau au droit de la zone faisant ou devant faire l'objet d'un PPA. Sinon, un argumentaire doit être fourni.

- Présence de lieux vulnérables :

Dans le cas de présence de lieux dits vulnérables situés dans la bande d'étude au projet, une étude de niveau II sera impérativement remontée au niveau I au droit des lieux vulnérables ; Il n'y aura pas lieu de remonter les études de niveau III ou IV au droit des lieux dits vulnérables.

- Les milieux mixtes urbains et périurbains

Dans le cas d'un projet avec des différences marquées du milieu (contexte urbain et interurbain), l'absence totale de population sur certains tronçons du projet (supérieurs à 1 km) autorisera l'application d'un niveau d'étude moins exigeant sur ces sections. Les justifications correspondantes devront clairement apparaître dans l'étude d'environnement et être reprises dans l'étude d'impact.

- L'importance de la population

Dans le cas où une population dans la bande d'étude du projet est supérieure à 100 000 habitants, une étude de niveau II est remontée au niveau I, l'excès de risque collectif pouvant être alors non acceptable. Une étude de niveau III est remontée au niveau II. Pour les études de niveau IV, il n'y aura pas lieu d'effectuer d'études de niveau supérieur

Synthèse du contenu des études

Tableau 12 : Synthèse du contenu des études Air en fonction du niveau

	Niveau I	Niveau II	Niveau III	Niveau IV
Analyse bibliographique	A adapter en fonction du niveau d'étude et des enjeux			
Mesures effectuées à l'état actuel	Qualification par des mesures <i>in situ</i> (air et sol si risque par ingestion)	Qualification par des mesures <i>in situ</i> (air)	Réalisation éventuelle de mesures	-
Estimation des émissions	Sur tout le réseau d'étude pour les polluants du tableau 6 (polluants en commun avec les études de niveau II à IV et ceux spécifiques à l'ERS)	Sur tout le réseau d'étude pour les polluants du tableau 6		
Estimation des concentrations	Sur toutes les bandes d'études du réseau d'étude pour les polluants de l'ERS	NO ₂ (et éventuellement les PM ₁₀ si nécessité confirmée par ARS), sur toutes les bandes d'étude du réseau d'étude	-	-
Évolution de l'exposition de la population à la pollution	Comparaison de la solution retenue avec le scénario sans projet sur le plan de la santé via l'IPP NO ₂		-	-
Effets de la pollution de l'air sur la santé	ERS par inhalation sur toutes les bandes d'étude du réseau d'étude ERS par ingestion dans la bande d'étude du projet retenu	Synthèse bibliographique à adapter aux enjeux du projet		
Analyse des coûts collectifs et avantages induits	Traitée dans le volet socio-économique			
Analyse des impacts en phase chantier	A traiter pour tous les niveaux d'étude et à adapter en fonction des enjeux			
Mesures d'évitement, de réduction des impacts	A traiter pour tous les niveaux d'étude et à adapter en fonction des enjeux			
<i>Pour rappel, sont exclues du périmètre de ce guide, les émissions de GES⁶⁶, la consommation énergétique et l'impact de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments, thématiques qu'il faut néanmoins traiter dans le volet « Air » [4].</i>				

Source : Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières, CITEPA, février 2019

AtmoSud, votre expert de l'air en région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur



Un large champ d'intervention : air/climat/énergie/santé

La loi sur l'air reconnaît le droit à chaque citoyen de respirer un air qui ne nuise pas à sa santé. Dans ce cadre, AtmoSud évalue l'exposition des populations à la pollution atmosphérique et identifie les zones où il faut agir. Pour s'adapter aux nouveaux enjeux et à la demande des acteurs, son champ d'intervention s'étend à l'ensemble des thématiques de l'atmosphère : polluants, gaz à effet de serre, nuisances, pesticides, pollens... Par ses moyens techniques et d'expertise, AtmoSud est au service des décideurs et des citoyens.

Des missions d'intérêt général

La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30/12/1996 confie la surveillance de la qualité de l'air à des associations agréées :

- Connaître l'exposition de la population aux polluants atmosphériques et contribuer aux connaissances sur le changement climatique
- Sensibiliser la population à la qualité de l'air et aux comportements qui permettent de la préserver
- Accompagner les acteurs des territoires pour améliorer la qualité de l'air dans une approche intégrée air/climat/énergie/santé
- Prévoir la qualité de l'air au quotidien et sur le long terme
- Prévenir la population des épisodes de pollution
- Contribuer à l'amélioration des connaissances

Recevez nos bulletins

Abonnez-vous à l'actualité de la qualité de l'air : <https://www.atmosud.org/abonnements>

Conditions de diffusion

AtmoSud met à disposition les informations issues de ses différentes études et garantit la transparence de l'information sur le résultat de ces travaux. A ce titre, les rapports d'études sont librement accessibles sur notre site Internet.

Les données contenues dans ce document restent la propriété intellectuelle d'AtmoSud. Toute utilisation de données ou de documents (texte, tableau, graphe, carte...) doit obligatoirement faire référence à AtmoSud. Ce dernier n'est en aucun cas responsable des interprétations et publications diverses issues de ces travaux et pour lesquels aucun accord préalable n'aurait été donné.



Siège social : 146, rue Paradis « Le Noilly Paradis » - 13294 Marseille cedex 06
Établissement de Martigues : route de la Vierge 13500 Martigues
Établissement de Nice : 37 bis, avenue Henri Matisse - 06200 Nice
Tél. 04 91 32 38 00 - Télécopie 04 91 32 38 29 - contact.air@atmosud.org



Suivez-nous sur

