



évaluation de l'influence des aménagement

de l'avenue de la République à Saint-Nazaire
sur la qualité de l'air

01/08/14 – rapport final



sommaire

synthèse	1
introduction	4
contexte	5
2 ^{ème} évaluation de la qualité de l'air avenue de la République à Saint-Nazaire	5
l'avenue de la République.....	5
évolution du plan de circulation.....	6
historique de la pollution de fond de 2008 à 2013	7
qualité de l'air durant la campagne de mesure.....	7
dispositif	8
les sites de mesure.....	8
des mesures de dioxyde d'azote	9
des mesures de particules fines PM10 en continu	9
résultats	10
conditions météorologiques	10
le dioxyde d'azote	11
les particules fines PM10	18
conclusions et perspectives	23
annexes	24
annexe 1 : résultats des mesures de dioxyde d'azote NO2 mesurées par tubes à diffusion passive.	25
annexe 2 : Air Pays de la Loire.....	26
annexe 3 : techniques d'évaluation.....	27
annexe 4 : types des sites de mesure.....	28
annexe 5 : polluants	29
annexe 6 : seuils de qualité de l'air.....	30

contributions

Coordination de l'étude : François Ducroz - Rédaction : Florence Guillou, Exploitation statistique : Frédéric Penven, Mise en page : Bérangère Poussin, Exploitation du matériel de mesure : Claude Baron, Arnaud Calvar, Photographies : Air Pays de la Loire, Validation : François Ducroz.

conditions de diffusion

Air Pays de la Loire est l'organisme agréé pour assurer la surveillance de la qualité de l'air dans la région des pays de la Loire, au titre de l'article L. 221-3 du code de l'environnement, précisé par l'arrêté du 3 août 2013 pris par le Ministère chargé de l'Écologie.

A ce titre et compte tenu de ses statuts, Air Pays de la Loire est garant de la transparence de l'information sur les résultats des mesures et les rapports d'études produits selon les règles suivantes :

Air Pays de la Loire, réserve un droit d'accès au public aux résultats des mesures recueillies et rapports produits dans le cadre de commandes passées par des tiers. Ces derniers en sont destinataires préalablement.

Air Pays de la Loire a la faculté de les diffuser selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site Internet www.airpl.org, etc...

Air Pays de la Loire ne peut en aucune façon être tenu responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses ou de toute œuvre utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels Air Pays de la Loire n'aura pas donné d'accord préalable.

remerciements

Nous tenons à remercier M. Yann Dufour de la CARENE pour son implication dans cette étude.

synthèse

contexte mise en service d'héLYce et influence sur la qualité de l'air au niveau de l'avenue de la République à Saint-Nazaire

Les collectivités locales poursuivent des objectifs d'amélioration de la qualité de vie des populations urbaines et notamment de leur environnement. En tant que contributeur prépondérant de certains polluants, le trafic routier est clairement identifié comme un des phénomènes à réguler en priorité afin de minimiser ces nuisances. De ce fait, parmi les politiques environnementales, la régulation de la mobilité urbaine constitue un axe majeur d'action. Depuis leur introduction en 1982, les Plans de Déplacements Urbains (PDU) ont pris un accent de plus en plus orienté vers l'amélioration de l'environnement urbain, notamment par l'introduction de la loi LAURE en 1996. Ce mouvement vers une politique d'éco-mobilité coïncide avec deux autres tendances : l'évaluation croissante des politiques publiques et l'évaluation des impacts environnementaux de ces politiques.

Une surveillance de la qualité de l'air avait été réalisée durant l'année 2008 au niveau de l'avenue de la République à Saint-Nazaire. L'étude de la présence de population, des configurations des voies de l'agglomération nazairienne et des données de trafic associées avait permis d'identifier cette voie comme exposée à des niveaux de pollution potentiellement importants.

Les résultats de cette surveillance avaient alors mis en évidence une pollution moyenne dépassant la valeur limite annuelle 2008 pour le dioxyde d'azote ainsi qu'une dizaine de pics ponctuels. 11 journées sur les 35 autorisées de dépassement du seuil d'information pour les particules PM10 avaient été également détectées.

Dans le prolongement des orientations du Plan de Déplacements Urbains de la CARENE (publié en 2006), la collectivité a travaillé sur l'optimisation de l'offre en transports collectifs de l'agglomération et a déclaré d'intérêt général en décembre 2010, la mise en service d'une ligne de bus à haut niveau de service, héLYce, et la refonte complète du réseau.

Le tracé d'héLYce empruntant l'avenue de la République, Air Pays de la Loire a proposé à la CARENE de réaliser une nouvelle évaluation de la qualité de l'air, un an après sa mise en service. Cette évaluation a été conduite en 2013, du 8 janvier au 16 décembre, sur la même portion de l'avenue. La mise en service du bus à haut niveau de service héLYce se traduit notamment par la suppression d'une voie sur deux sur cette voie faisant évoluer son trafic moyen journalier de 16 600 véhicules en 2008¹ à 11 000 véhicules en 2013.

La présente étude vise à évaluer l'influence de cette infrastructure sur les niveaux de qualité de l'air enregistrés au niveau de cette avenue.

¹ source : comptages mis en place par la ville de Saint-Nazaire

résultats

une amélioration de la qualité de l'air liée aux aménagements de l'avenue et à la mise en service d'héLYce

Les mesures réalisées du 8 janvier au 16 décembre 2013 avenue de la République à Saint-Nazaire ont permis d'évaluer la qualité de l'air sur une période suffisamment représentative pour l'évaluation de seuils annuels.

Cette étude a permis d'apprécier l'amélioration de la qualité de l'air par rapport à 2008, c'est-à-dire avant la mise en service du bus à haut niveau de service héLYce.

Ainsi, la baisse des niveaux de NO₂ liée aux aménagements de l'avenue de la République est sensible, de l'ordre de 13%.

Cette amélioration est toutefois moins marquée pour les particules PM₁₀, puisqu'elle est de l'ordre de quelques microgrammes par cube.

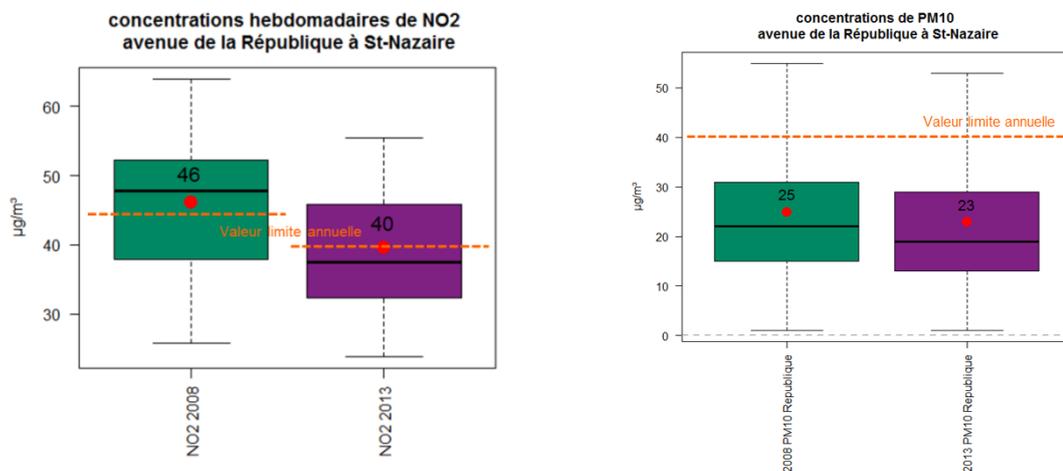


Diagramme en 'boxplots' des concentrations hebdomadaires de NO₂ (à gauche) et de particules PM₁₀ (à droite) avenue de la République à Saint-Nazaire en 2008 et 2013 par rapport aux valeurs limites annuelles applicables lors des campagnes de mesure

Les aménagements de l'avenue de la République ont impliqué une adaptation du dispositif de mesure par rapport à 2008 donnant lieu à l'installation de deux sites de mesure pour le NO₂ :

- au niveau de la zone de stationnement, les mesures automatiques ont fourni une moyenne annuelle de 30 µg/m³ ;
- au niveau du trottoir, la reconstitution des données réalisées a conduit à une moyenne annuelle de 40 µg/m³, soit une concentration égale à la valeur limite annuelle applicable au NO₂ en 2013, sans toutefois la dépasser.

S'agissant des particules PM₁₀, les niveaux réglementaires annuels moyens sont respectés. Dans le cas d'épisodes de pollution particulaire généralisés, les particules mesurées localement étaient pour une part, parfois large, issues de l'import en provenance de régions voisines. Le seuil d'information a ainsi été dépassé au cours de 27 journées, dont 4 durant lesquelles le seuil d'alerte a également été franchi.

Situation par rapport aux seuils de qualité de l'air au niveau de l'avenue de la République en 2013

Polluant	Seuil d'alerte	Seuil d'information	Valeur limite	Objectif de qualité
NO ₂ Zone stationnement				
NO ₂ Trottoir				
PM ₁₀				

conclusions

La mise en service du bus à haut niveau de service hÉLYce a contribué à abaisser de 34 % le trafic moyen journalier de l'avenue de la République et par voie de conséquence, à améliorer la fluidité du trafic et donc à diminuer les émissions de polluants.

En 2013, la concentration moyenne annuelle en dioxyde d'azote atteint mais ne dépasse plus la valeur limite, en raison d'une diminution sensible de 13 % des niveaux de ce polluant entre 2008 et 2013, cette valeur limite étant par ailleurs rendue plus sévère entre les 2 horizons (de 44 à 40 µg/m³). Les niveaux de dioxyde d'azote restant néanmoins deux fois supérieurs aux concentrations de fond, il convient de rester vigilant : la surveillance annuelle par modélisation réalisée par Air Pays de la Loire à Saint-Nazaire pourra contribuer à ce suivi. Il pourrait être envisagé à l'avenir une nouvelle campagne annuelle de confirmation.

Ces résultats sont cohérents avec ceux obtenus par Air Pays de la Loire lors de l'évaluation de la mise en service de la première ligne de tramway dans l'agglomération angevine.

Cette étude permet de conclure, au niveau d'une voie emblématique du centre-ville de Saint-Nazaire, d'un effet positif sur la qualité de l'air de la mise en service du bus à haut niveau de service hÉLYce.

Les conclusions préliminaires de cette étude ont été reprises dans le document d'évaluation du PDU publié par la CARENE en février 2014.

introduction

Les collectivités locales poursuivent des objectifs d'amélioration de la qualité de vie des populations urbaines et notamment de leur environnement. En tant que contributeur prépondérant de certains polluants, le trafic routier est clairement identifié comme un des phénomènes à réguler en priorité afin de minimiser ces nuisances. De ce fait, parmi les politiques environnementales, la régulation de la mobilité urbaine constitue un axe majeur d'action. Depuis leur introduction en 1982, les Plans de Déplacements Urbains (PDU) ont pris un accent de plus en plus orienté vers l'amélioration de l'environnement urbain, notamment par l'introduction de la loi LAURE en 1996. Ce mouvement vers une politique d'éco-mobilité coïncide avec deux autres tendances : l'évaluation croissante des politiques publiques et l'évaluation des impacts environnementaux de ces politiques.

Une surveillance de la qualité de l'air avait été réalisée durant l'année 2008 au niveau de l'avenue de la République à Saint-Nazaire. L'étude de la présence de population, des configurations des voies de l'agglomération nazairienne et des données de trafic associées avait permis d'identifier cette voie comme exposée à des niveaux de pollution potentiellement importants.

Les résultats de cette surveillance avaient alors mis en évidence une pollution moyenne dépassant la valeur limite annuelle 2008 pour le dioxyde d'azote ainsi qu'une dizaine de pics ponctuels. 11 journées sur les 35 autorisées de dépassement du seuil d'information pour les particules PM₁₀ avaient été également détectées.

Dans le prolongement des orientations du Plan de Déplacements Urbains de la CARENE (publié en 2006), la collectivité a travaillé sur l'optimisation de l'offre en transports collectifs de l'agglomération et a déclaré d'intérêt général en décembre 2010, la mise en service d'une ligne de bus à haut niveau de service, héliYce, et la refonte complète du réseau.

Le tracé d'héliYce empruntant l'avenue de la République, Air Pays de la Loire a proposé à la CARENE de réaliser une nouvelle évaluation de la qualité de l'air, un an après sa mise en service. Cette évaluation a été conduite en 2013, du 8 janvier au 16 décembre, sur la même portion de l'avenue de la République. La mise en service du bus à haut niveau de service héliYce se traduit notamment par la suppression d'une voie sur deux sur cette voie faisant évoluer son trafic moyen journalier de 16 600 véhicules en 2008* à 11 000 véhicules en 2013.

La présente étude vise à évaluer l'influence de cette infrastructure sur les niveaux de qualité de l'air enregistrés au niveau de cette avenue.

* source : comptages mis en place par la ville de Saint-Nazaire

contexte

2^{ème} évaluation de la qualité de l'air avenue de la République à Saint-Nazaire

Cette étude s'inscrit dans la continuité d'une première évaluation de la qualité de l'air réalisée du 17 janvier au 22 décembre 2008 avenue de la République à Saint-Nazaire [Air Pays de la Loire, mesure de la qualité de l'air en proximité automobile avenue de la République à Saint-Nazaire durant l'année 2008, juin 2009], laquelle avait mis en évidence une pollution moyenne dépassant l'objectif de qualité et la valeur limite annuelle 2008 pour le dioxyde d'azote ainsi qu'une dizaine de pics ponctuels. Pour les particules fines, la valeur de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière avait par ailleurs été franchie lors de 11 journées sur les 35 autorisées par la réglementation.

l'avenue de la République

L'avenue de la République, bordée de bâtiments, est une des voies de jonction entre le nord de l'agglomération nazairienne et le centre-ville.

Le tronçon au niveau duquel a été installé le dispositif de mesure est de configuration légèrement encaissée (rapport hauteur du bâti sur largeur de rue : 0,7).

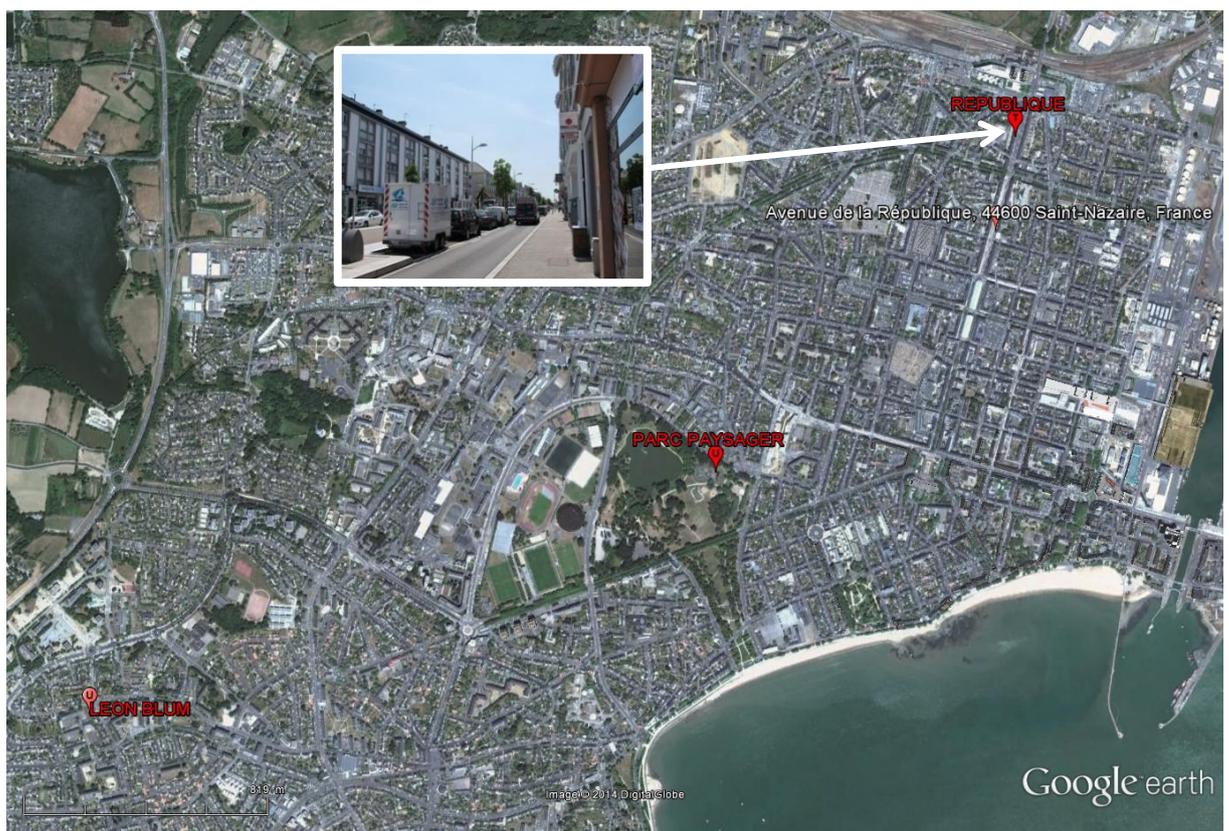


Figure 1 : implantation du site de mesure de l'avenue de la République et des sites permanents de fond à Saint-Nazaire, rue Léon Blum et Parc Paysager

évolution du plan de circulation

Entre 2008 et 2013, le plan de circulation de l'agglomération de Saint-Nazaire a connu des évolutions du fait notamment de la mise en service de la ligne de bus à haut niveau de service hÉLYce.

hÉLYce empruntant l'avenue de la République, la voie a subi de profonds réaménagements faisant évoluer son trafic moyen journalier de 16 600 véhicules en 2008^{*} à 11 000 véhicules en 2013.

Les coupes transversales de l'avenue ci-dessous montrent les évolutions : suppression d'une voie de circulation sur deux, création d'un axe central destiné à la circulation des bus dans les deux sens, déplacement des zones de stationnement en bordure des trottoirs vers le couloir central de bus.

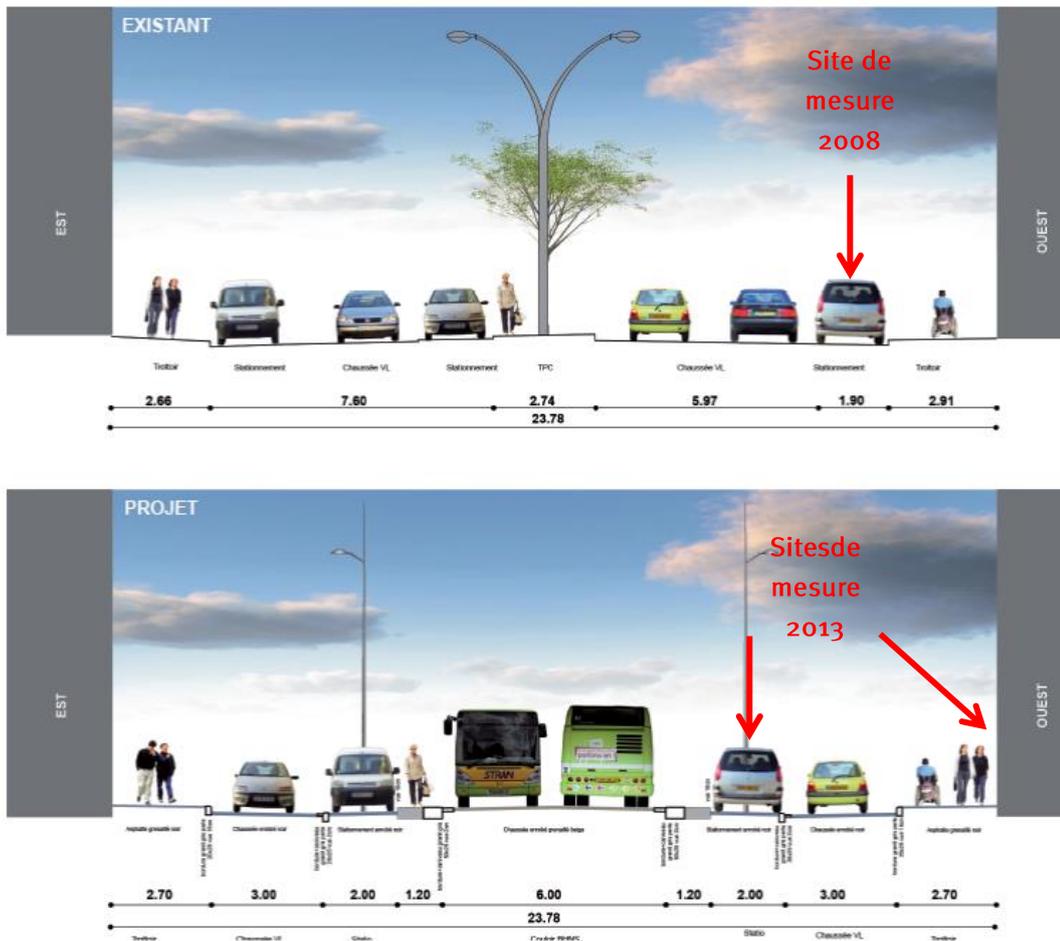
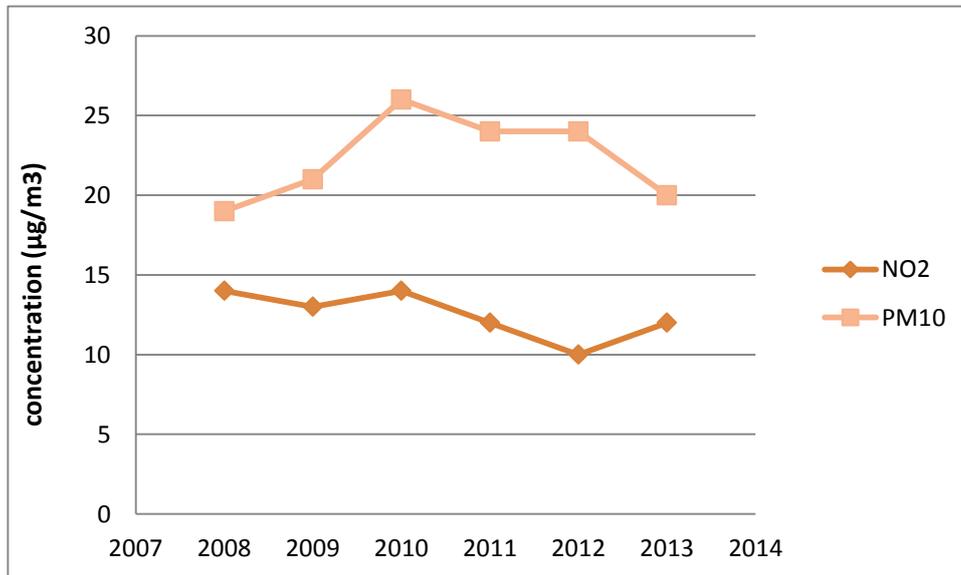


Figure 2 : coupe transversale de l'avenue de la République à Saint-Nazaire (haut : avant, en 2008- bas : après, en 2013)

* source : comptages mis en place par la ville de Saint-Nazaire

historique de la pollution de fond de 2008 à 2013

L'historique des concentrations de fond de dioxyde d'azote et de particules PM₁₀ mesurées à Saint-Nazaire de 2008 à 2013 (ci-dessous) fait apparaître des tendances inverses, le premier ayant tendance à diminuer, le second à augmenter. Toutefois, à partir de 2009, l'évolution des concentrations de particules PM₁₀ est en partie liée à une adaptation métrologique améliorant la mesure par la prise en compte de la fraction volatile de particules.

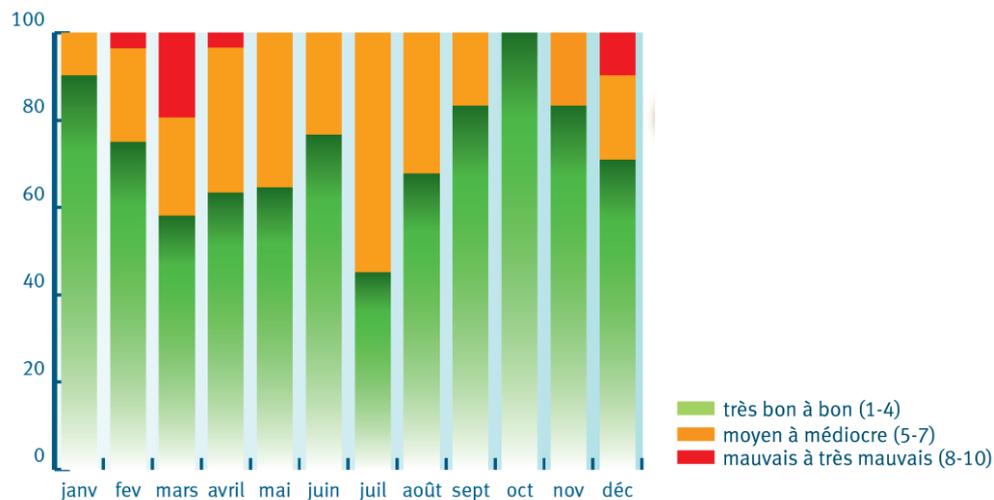


Graphique 1 : historique des moyennes annuelles de fond de NO₂ et particules PM₁₀ (site urbain : Léon Blum)

qualité de l'air durant la campagne de mesure

En 2013, selon l'indice ATMO, la qualité de l'air a été bonne à très bonne 73 % du temps à Saint-Nazaire.

11 journées avec une qualité de l'air qualifiée de mauvaise ou très mauvaise ont été comptabilisées. Ces dégradations de la qualité de l'air se sont concentrées aux mois de mars et décembre alors que des épisodes de pollution particulaire s'étendaient sur la région.



Graphique 2 : distribution mensuelle des indices de qualité de l'air à Saint-Nazaire pour l'année 2013

dispositif

les sites de mesure

Les réaménagements de l'avenue de la République n'ont pas permis de mettre en œuvre en 2013 un dispositif strictement identique à celui de 2008. En effet la zone de stationnement pouvant accueillir le laboratoire mobile en 2013 se situe au milieu de la rue, en 2008, les appareils de mesure se situant à proximité des bâtiments notamment.



Photo 2 : sites de mesure en 2013

Photo 1 : site de mesure en 2008

La figure suivante schématise la dispersion des polluants dans une rue encaissée et met notamment en évidence l'effet du vent sur celle-ci. Ainsi, la création de vortex au sein de la rue induit un gradient de concentration de la zone bâtie au vent à la zone bâtie sous le vent.

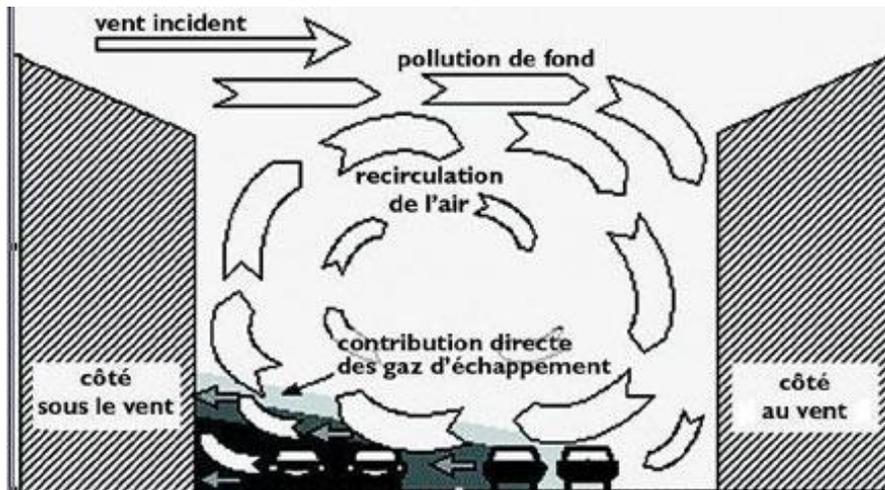


Figure 3 : dispersion de la pollution dans une rue "canyon"

Ce phénomène implique donc que les concentrations de polluants ont de fortes probabilités d'être différentes au niveau du site d'implantation du laboratoire mobile en 2008 (stationnement en bordure de trottoir), et au niveau du site de mesure 2013 (zone de stationnement en milieu de voirie).

Afin de prendre en compte cette influence potentielle de la localisation précise des capteurs au sein de la rue, des prélèvements hebdomadaires par tubes à diffusion ont été réalisés en complément, au niveau du trottoir, pour permettre une extrapolation des mesures automatiques de 2013 puis une comparaison aux mesures de 2008, pour finalement apprécier l'effet de la mise en service de la ligne de bus héliYce sur la qualité de l'air de l'avenue.

des mesures de dioxyde d'azote

en continu par analyseur automatique

Les oxydes d'azote ont été mesurés par analyseurs automatiques selon la norme NFX 43.018 du 8 janvier au 16 décembre 2013 au niveau de la zone de stationnement.

hebdomadaires par tubes à diffusion passive

Le dioxyde d'azote a par ailleurs été mesuré à l'aide de tubes à diffusion passive PASAM, simultanément au niveau du trottoir et de la zone de stationnement.

Cette méthode est basée sur le transport par diffusion moléculaire du polluant de l'air extérieur vers une zone de piégeage constituée d'un adsorbant spécifique. Le polluant est ainsi retenu et s'accumule sur cette cartouche. Après une semaine d'exposition à l'air ambiant, les prélèvements ont ensuite été analysés au laboratoire Lasair d'Airparif.

Les mesures hebdomadaires de dioxyde d'azote ont été fractionnées en 4 séquences réparties sur l'année, soit pendant 24 % de l'année 2013.

séquence	début	fin
1	24-avr.	2-mai
	2-mai	7-mai
	7-mai	14-mai
2	2-juil.	11-juil.
	11-juil.	18-juil.
	18-juil.	25-juil.
3	4-sept.	11-sept.
	11-sept.	18-sept.
	18-sept.	26-sept.
4	20-nov.	27-nov.
	27-nov.	4-déc.
	4-déc.	11-déc.



Photo 3 : laboratoire mobile avenue de la République à Saint-Nazaire

Tableau 1 : périodes de mesure du dioxyde d'azote par tube à diffusion passive

des mesures de particules fines PM10 en continu

Un analyseur TEOM-FDMS a permis la mesure en continu des particules fines PM10 du 8 janvier au 16 décembre 2013 au niveau de la zone de stationnement.

Cette technique est équivalente à la méthode gravimétrique de référence de la norme CEN 12341. Elle prend en compte la fraction volatile de l'aérosol (nitrate d'ammonium notamment) et est utilisée depuis le 1^{er} janvier 2007 par les réseaux de surveillance de la qualité de l'air pour le suivi réglementaire des teneurs en particules fines en milieu urbain. Elle s'est substituée à la mesure par TEOM (pesées à vibration de fréquence) seule qui ne prenait pas en compte les aérosols semi-volatils.

Rappel : Lors de la campagne de 2008, les concentrations de particules PM10 ont été mesurées par la méthode TEOM puis ajustées par la prise en compte de la fraction volatile de l'aérosol.

résultats

conditions météorologiques

bilan général

Deux périodes anticycloniques à l'origine d'un temps froid, sec et plutôt ensoleillé se sont succédées mi-février et début mars. Ces conditions ont à la fois été défavorables à la dispersion des polluants et ont contribué à augmenter les émissions de particules fines (chauffage, véhicules...). De la fin du mois de mars au début du mois d'avril, la région a été placée sous l'influence d'air plus continental dans un courant d'est-nord-est apportant du froid et des particules fines.

Globalement, les mois de juillet et août 2013 ont été parmi les plus ensoleillés de ces 20 dernières années. La 1^{ère} quinzaine de juillet a notamment connu un ensoleillement exceptionnel sur l'ensemble de la région accompagné d'une vague de chaleur. Ces conditions anticycloniques ont alors favorisé la formation d'ozone à l'origine de la dégradation de la qualité de l'air observée durant cette période et de la multiplication des indices de qualité de l'air compris entre 5 et 7.

Enfin, le temps froid, sec et ensoleillé de la première quinzaine de décembre a favorisé l'élévation des concentrations de particules, dégradant fortement la qualité de l'air. L'arrivée d'un régime dépressionnaire accompagné de précipitations a finalement lessivé l'atmosphère et rétabli une bonne voire très bonne qualité de l'air.

vents

Outre les aspects réglementaires de l'évaluation de la qualité de l'air, cette étude vise par ailleurs à apprécier les effets des aménagements réalisés avenue de la République et donc à comparer les résultats de 2013 à ceux de 2008, évalués avant la mise en service d'héLYce.

Aussi, les conditions météorologiques de 2013, et plus spécifiquement les roses des vents, sont présentées parallèlement à celles de 2008 afin d'apprécier a priori un effet favorable ou non à la dispersion.

Ainsi en 2013, les vents de secteur sud-ouest généralement forts et associés à une situation dépressionnaire a priori propice à l'amélioration de la qualité de l'air ont été moins fréquents qu'en 2008 (34 % des vents établis de secteur compris entre 190 et 260° en 2008 contre seulement 25 % en 2013) au profit de flux de nord-ouest et nord-nord-est. Toutefois, selon la force des vents de sud-ouest et la présence de houle, des particules de source marine peuvent être naturellement mise en suspension et ainsi impacter la mesure des particules.

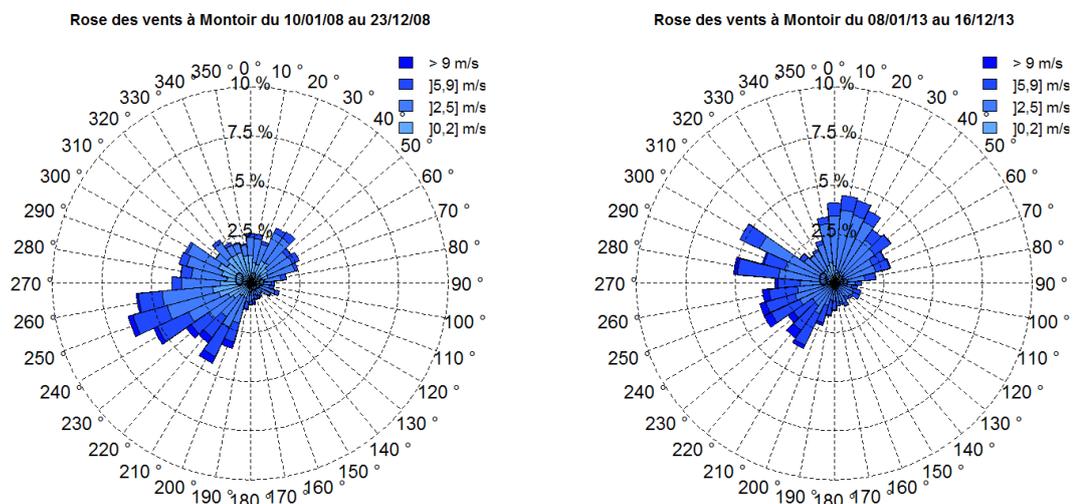


Figure 4 : roses des vents mesurées par la station Météo France de Montoir durant les campagnes de mesure avenue de la République en 2008 (à gauche) et en 2013 (à droite)

le dioxyde d'azote

situation du NO₂ par rapport aux valeurs de référence (annexes 6, 7, 8) au niveau de la zone de stationnement de l'avenue de la République en 2013

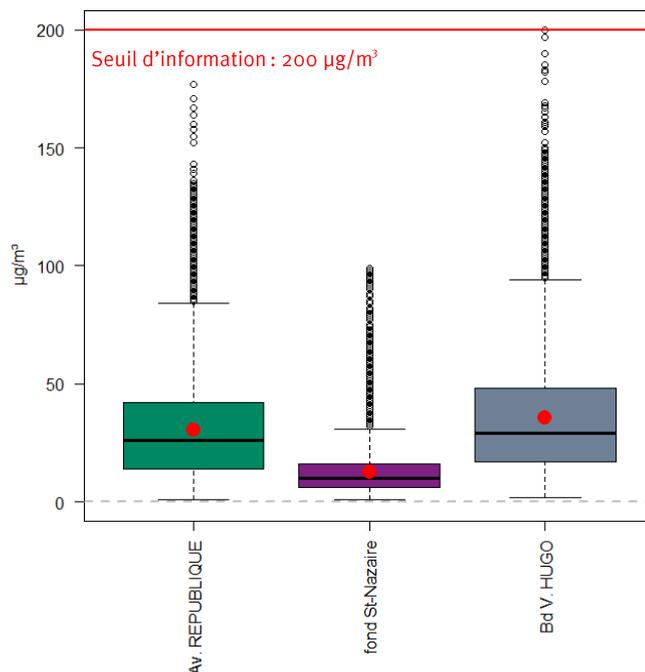
S'agissant des moyennes horaires, les données à considérer sont les concentrations mesurées par analyseur automatique au niveau de la zone de stationnement, les données corrigées à partir des mesures par tubes à diffusion ne permettant pas de remonter à un pas de temps aussi fin.

seuils d'information et d'alerte

Le seuil d'information 200 µg/m³ pour le NO₂ n'a pas été dépassé durant la campagne de mesure au niveau de la zone de stationnement de l'avenue de la République, le maximum atteint étant de 177 µg/m³ le 9 décembre à l'heure de pointe du soir alors que le maximum était atteint au même moment boulevard Victor-Hugo à Nantes avec 200 µg/m³. En revanche, en situation de fond, les niveaux n'ont pas excédé 99 µg/m³.

Le seuil d'alerte 400 µg/m³ n'a donc jamais été dépassé.

NO ₂ : Seuil d'information 200 µg/m ³ (moyenne horaire glissante par pas de 1/4 d'h)			
site	Situation/seuil information	Maximum (µg/m ³)	Date du maximum
Av. République		177	09/12/13
Fond Saint-Nazaire (Blum)		99	06/12/13
Trafic Nantes (Bd V. Hugo)	1 dépassement ¹	200	09/12/13



Graphique 3 : concentrations horaires glissantes par pas de 1/4 d'heure pour le NO₂ mesurées avenue de la République durant la campagne de mesure en 2013 en comparaison aux données mesurées en site de fond à Saint-Nazaire et site de trafic à Nantes et à la valeur limite horaire 200 µg/m³.

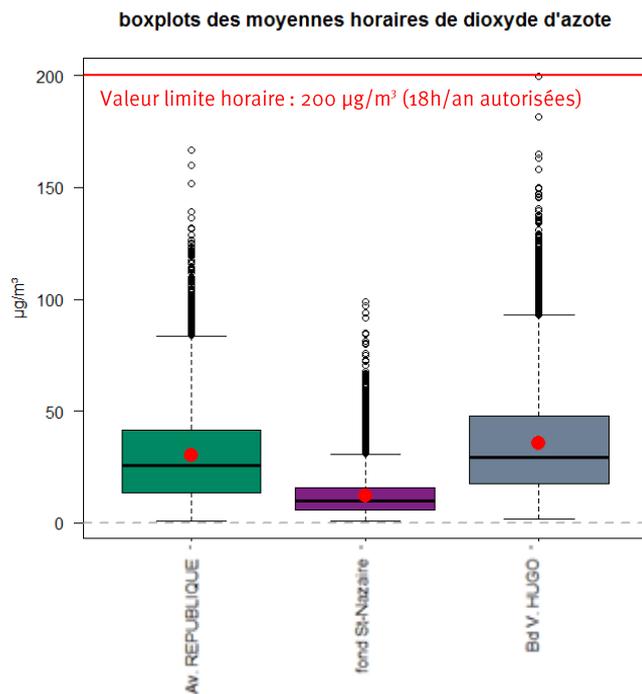
¹ Ce dépassement n'a pas généré de déclenchement de procédure d'information puisqu'aucun dépassement n'a été simultanément constaté en site urbain de fond à Nantes

valeur limite horaire 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Ce qui distingue la valeur limite horaire 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le NO_2 du seuil d'information 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, relève du pas de temps. La première s'exprime en moyenne horaire, toutes les heures, le second en moyenne horaire glissante par pas de $\frac{1}{4}$ d'heure. Ce qui peut expliquer certaines différences, notamment pour la valeur maximale atteinte qui n'est plus que de 167 en moyenne horaire, soit 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de moins qu'en moyenne horaire glissante par pas de $\frac{1}{4}$ d'heure.

A fortiori, la valeur limite horaire 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser plus de 18h par mois pour le NO_2 n'a jamais été dépassée durant la campagne de mesure.

NO_2 : valeur limite horaire 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (moyenne horaire) à ne pas dépasser plus de 18h/an			
site	Situation/seuil information	Maximum ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Date du maximum
Av. République	0 heure/an	167	09/12/13
Fond Saint-Nazaire (Blum)	0 heure/an	99	06/12/13
Trafic Nantes (Bd V. Hugo)	1 heure /an	200	09/12/13



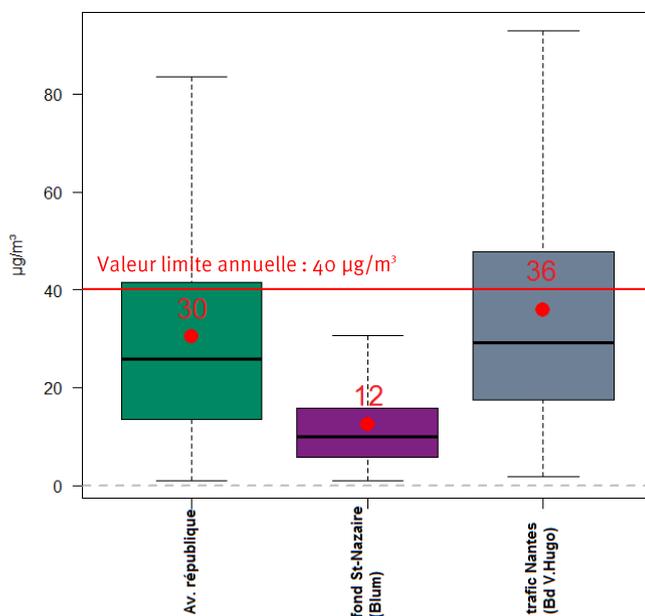
Graphique 4 : concentrations horaires pour le NO_2 mesurées avenue de la République durant la campagne de mesure 2013 en comparaison aux données mesurées en site de fond à Saint-Nazaire et site de trafic nantais, et à la valeur limite horaire 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

valeur limite annuelle et objectif de qualité :

La pollution moyenne par le dioxyde d'azote mesurée avenue de la République à Saint-Nazaire au niveau de la **zone de stationnement** au milieu de l'avenue du 8 janvier au 16 décembre 2013 respecte la valeur limite annuelle fixé à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, puisqu'avec $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, elle ne représente que 75 % de celle-ci.

NO ₂ : valeur limite annuelle $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et objectif de qualité		
site	Situation/seuil information	Moyenne annuelle ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Av. République		30
Fond Saint-Nazaire (Blum)		12
Trafic Nantes (Bd V. Hugo)		36

boxplots des moyennes horaires de dioxyde d'azote



Graphique 5 : représentation des moyennes horaires de NO₂ mesurées au niveau de la zone de stationnement avenue de la République durant la campagne de mesure 2013 en comparaison aux données mesurées en site de fond à Saint-Nazaire et site de trafic à Nantes, et à la valeur limite annuelle $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

effet du vent sur la dispersion du NO₂ au sein de l'avenue de la République

L'examen des différences de concentrations de NO₂ mesurées par tubes à diffusion (cf. annexe 1) sur les mêmes périodes de mesure met en évidence :

- que les niveaux mesurés au niveau du trottoir sont systématiquement supérieurs à ceux mesurés au niveau de la zone de stationnement sur les 12 semaines de prélèvements ;
- que cette différence de concentrations entre le milieu de l'avenue et le trottoir évolue en fonction de la direction des vents, les vents de nord ayant tendance à abaisser cette différence, en annihilant l'effet de vortex. La tendance inverse se produit par vents perpendiculaires à l'avenue.

La rose de pollution ci-dessous, qui représente la concentration moyenne du NO₂ mesurée au niveau du camion laboratoire en fonction de la direction des vents, confirme ces résultats.

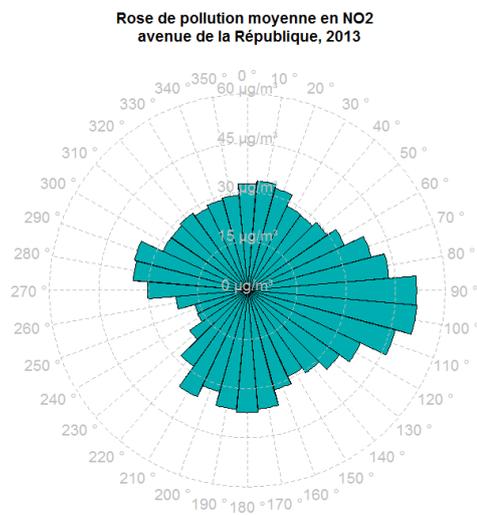


Figure 5 : rose de pollution moyenne de NO₂ mesurée avenue de la République durant la campagne de mesure

évolution par rapport à 2008

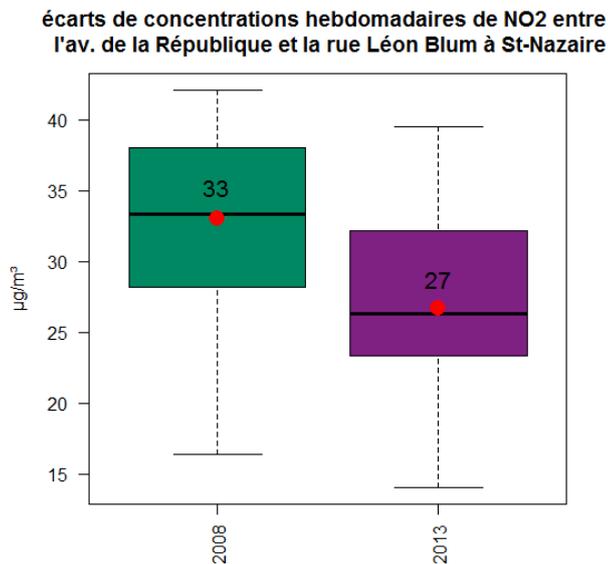
remarque importante :

Les moyennes hebdomadaires de NO₂ mesurées par tubes à diffusion passive ont ici été utilisées pour ajuster la moyenne annuelle de NO₂ mesurée en 2013 au niveau de la zone de stationnement de sorte qu'elle soit comparable à celle de 2008.

Des paramètres influents, parmi lesquels les conditions de circulation ou le parc roulant, les conditions météorologiques sont probablement les plus importantes et conditionnent fortement les émissions et la dispersion des polluants. Ainsi, la simple comparaison des niveaux moyens annuels mesurés en 2013 avec ceux de 2008 ne permet pas d'apprécier uniquement l'effet de l'évolution du plan de circulation, par la mise en service du bus héliYce notamment, sur la qualité de l'air.

Afin de s'affranchir de l'influence des conditions météorologiques, nous pouvons comparer non pas les concentrations mais les écarts en 2008 et 2013 entre les niveaux de pollutions enregistrés au niveau du trottoir dans l'avenue de la République et ceux mesurés en situation urbaine de fond.

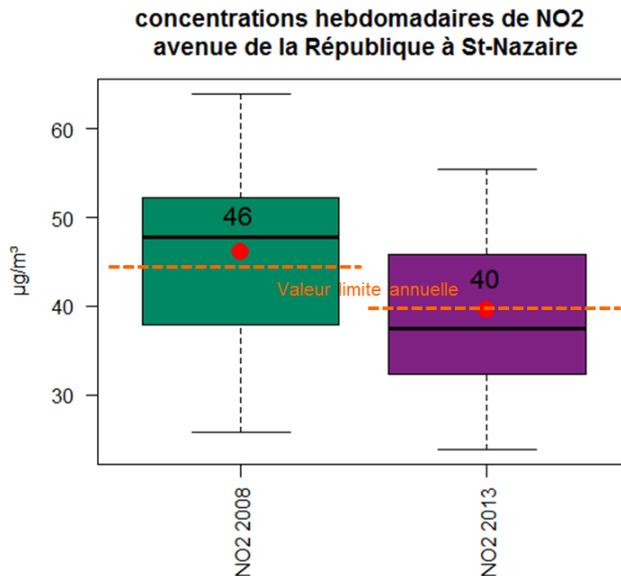
Le graphique ci-dessous représente ces écarts de concentrations moyennes hebdomadaires de NO₂ entre le site de trafic de l'avenue de la République et le site de fond de la rue Léon Blum à Saint-Nazaire.



Graphique 6 : boxplots des écarts de concentrations hebdomadaires de NO₂ entre l'avenue de la République et la rue Léon Blum à Saint-Nazaire

Ainsi, la baisse des niveaux de NO₂ liée aux aménagements de l'avenue de la République est évidente, de l'ordre de 13 %, et suffit à respecter la valeur limite au niveau du trottoir.

Fixée à $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2008, la valeur limite annuelle pour le NO_2 a depuis été abaissée à 40. Comme l'illustre le graphique ci-dessous, avec une concentration moyenne annuelle ajustée de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ au niveau du trottoir en 2013, la valeur limite est donc atteinte et respectée.



Graphique 7 : boxplots des concentrations hebdomadaires de NO_2 avenue de la République à Saint-Nazaire en 2008 et 2013 par rapport aux valeurs limites annuelles applicables lors des campagnes de mesure

Parmi les leviers d'action à l'échelle locale, la mise en service du bus à haut niveau de service hÉlyce a contribué à abaisser le trafic moyen journalier de l'avenue de la République et par voie de conséquence, à améliorer la fluidité du trafic et donc à diminuer les émissions de polluants. La flotte de bus répond par ailleurs à la norme environnementale «véhicule plus respectueux de l'environnement» (EEV), plus exigeante que la norme euro 5 en vigueur à la construction des véhicules.

Enfin, plus largement, l'entrée en vigueur de la norme Euro 6 à partir de septembre 2014 va contraindre les constructeurs à traiter les oxydes d'azote des véhicules Diesel visant la suppression de 80 % des émissions de NO_x [Morin, Inserm], et donc une amélioration de la qualité de l'air au niveau des voies de circulation.

la pollution par le dioxyde d'azote, une problématique caractéristique de certaines voies de circulation

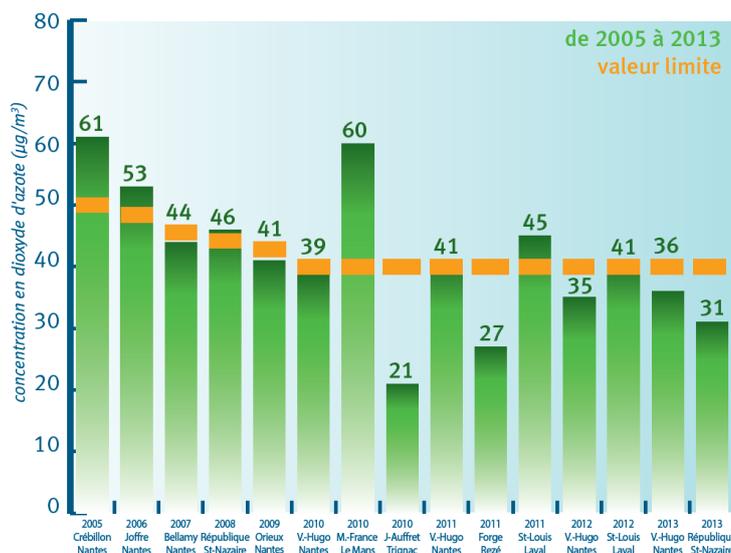
La pollution par le dioxyde d'azote n'est pas spécifique à l'avenue de la République à Saint-Nazaire. Le graphique ci-dessous représente les moyennes annuelles en dioxyde d'azote mesurées dans les Pays de la Loire à proximité de voies de circulation depuis 2005 par rapport à la valeur limite applicable au dioxyde d'azote, $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à compter du 01/01/2010. La marge de tolérance qui s'applique décroît par tranche de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ annuellement de 2005 à 2010.

Ce graphique met en évidence les dépassements de valeurs limites déjà observés pour le dioxyde d'azote à proximité de certaines voies de circulation. C'est le cas notamment de la rue Crébillon à Nantes en 2005, de l'avenue du Maréchal Joffre à Nantes en 2006, de l'avenue Mendès France au Mans en 2010, du bd Victor-Hugo à Nantes en 2011 et 2013 ou de la rue Saint-Louis à Laval en 2011 et 2012, parmi lesquelles l'avenue de la République à Saint-Nazaire en 2008.

Ces situations sont à rapprocher du trafic moyen journalier (TMJA) et du rapport hauteur du bâti bordant la voie de circulation (H) sur largeur de la voie de circulation (L), indicateur de l'encaissement de la voie de circulation. Plus la voie est encaissée, moins la dispersion des polluants est favorisée et plus la voie est fréquentée, plus les émissions de polluants sont importantes.

Globalement, la pollution croît donc avec l'encaissement de la voie et son trafic.

S'agissant de l'avenue de la République, le rapport H/L étant constant depuis 2008, la baisse de la concentration constatée est directement imputable au trafic (TMJA, fluidité, parc).



Graphique 8 : historique des moyennes annuelles des sites de proximité automobile en Pays de la Loire depuis 2005

les particules fines PM10

situation des niveaux de particules PM10 par rapport aux valeurs de référence

seuils d'information et d'alerte

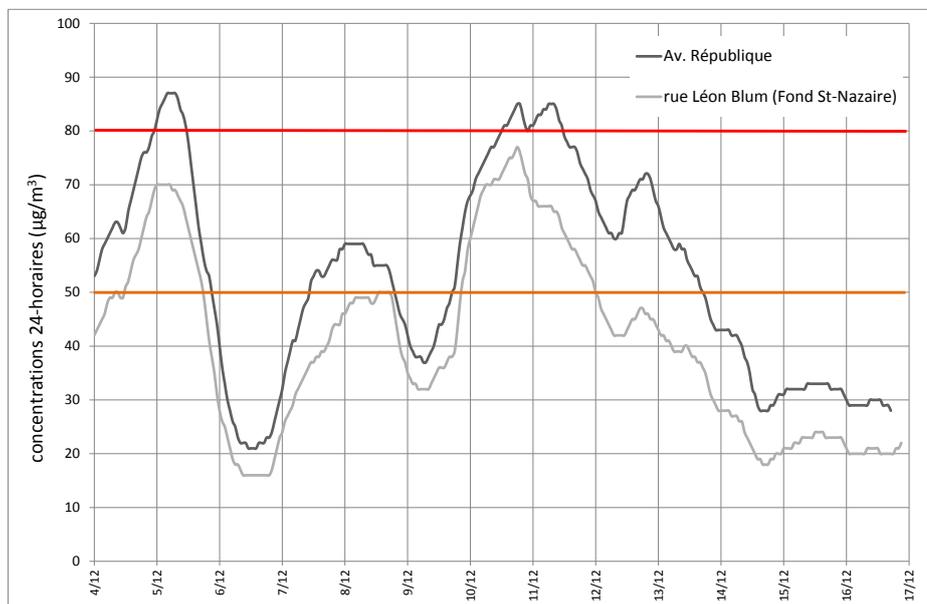
Le seuil d'alerte $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été dépassé lors de 4 journées de la première quinzaine de décembre avenue de la République.

PM10	Seuil d'information $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Seuil d'alerte : $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (moyenne 24-horaire glissante par pas de 1h)			
	site	Situation/seuil alerte	Situation/seuil information	Maximum ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Av. République	4 jours (37 dépassements horaires)	27 jours	87	05/12/13
Fond Saint-Nazaire (Blum)		18 jours	77	10/12/13
Trafic Nantes (Bd V. Hugo)	3 jours (16 dépassements horaires)	35 jours	85	26/01/13
Fond Nantes (Boutellerie)		18 jours	74	31/03/13

Ces dépassements ont été mesurés les 4, 5, 10 et 11 décembre 2013, alors qu'un épisode généralisé de pollution particulaire, largement influencé par le chauffage au bois [LCSQA, 2013], s'étendait sur une large partie de la France.

Si ces dépassements sont largement liés à une pollution particulaire importée, le trafic de l'avenue de la République associé à la configuration canyon de la voie, en limitant la dispersion des polluants, y ont aussi contribué (de l'ordre de 15 %). En effet, les concentrations particulières sur le site urbain Léon Blum sont restés inférieures au seuil d'alerte, en moyenne d'une douzaine de $\mu\text{g}/\text{m}^3$ du 4 au 15 décembre.

S'agissant du seuil d'information ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne 24-horaire) au niveau de l'avenue de la République, 27 journées concernées par un dépassement ont été comptabilisées au cours de la campagne de mesure contre 18 au niveau du site de mesure de la pollution de fond et 35 au niveau du site de bd Victor-Hugo à Nantes.



Graphique 9 : concentrations 24-horaires de particules PM10 du 4 au 17/12/13 par rapport aux seuils d'information $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et d'alerte $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$

valeur limite et objectif de qualité

La périodicité des élévations épisodiques des concentrations particulières à l'origine des dépassements des seuils d'information et d'alerte reste toutefois suffisamment faible pour ne pas affecter notablement la pollution moyenne particulaire.

La valeur limite $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et l'objectif de qualité $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ont été aisément respectés puisque la pollution moyenne mesurée durant la campagne de mesure avenue de la République est de $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit 58 % de la valeur limite.

PM10 site	valeur limite annuelle $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ objectif de qualité $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$		
	Situation/valeur limite	Situation/objectif de qualité	Moyenne annuelle ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Av. République			23
Fond Saint-Nazaire (Blum)			20
Trafic Nantes (Bd V. Hugo)			26
Fond Nantes (Bouteillerie)			20

S'agissant de la valeur limite annuelle $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ exprimée en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an, les niveaux mesurés avenue de la République lors de la campagne de mesure respecte la réglementation. 17 journées ont connu un dépassement de la valeur journalière $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit la moitié du nombre de jours autorisés et 6 jours de plus que sur le site de fond nazairien. La moyenne journalière maximale a été atteinte le 4 décembre avec $84 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

PM10 site	valeur limite : $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (moyenne journalière) à ne pas dépasser plus de 35j /an		
	Situation/valeur limite	Moyenne journalière maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Date du maximum
Av. République	17 jours (49%)	84	04/12/13
Fond Saint-Nazaire (Blum)	11 jours (31%)	70	04/12/13
Trafic Nantes (Bd V. Hugo)	20 jours (57%)	84	25/01/13
Fond Nantes (Bouteillerie)	11 jours (31%)	69	10/12/13

épisodes généralisés de particules PM10

Le tableau ci-dessous recense les journées concernées par un déclenchement de procédure d'information sur l'agglomération de Saint-Nazaire ou le département de la Loire-Atlantique.

En 2013, 18 journées ont ainsi été comptabilisées, concentrées sur les mois de février, mars, avril, novembre et décembre, dont deux pour lesquelles la procédure ne concernait que l'agglomération de Saint-Nazaire.

niveau de la procédure	zone	date
information	Loire-Atlantique	20/02/2013
information	Saint-Nazaire	21/02/2013
information	Loire-Atlantique	27/02/2013
information	Loire-Atlantique	26/03/2013
information	Loire-Atlantique	27/03/2013
information	Loire-Atlantique	28/03/2013
information	Loire-Atlantique	29/03/2013
information	Loire-Atlantique	30/03/2013
information	Loire-Atlantique	31/03/2013
information	Loire-Atlantique	01/04/2013
information	Loire-Atlantique	04/04/2013
information	Loire-Atlantique	05/04/2013
information	Loire-Atlantique	29/11/2013
information	Loire-Atlantique	04/12/2013
information	Loire-Atlantique	05/12/2013
information	Saint-Nazaire	08/12/2013
information	Loire-Atlantique	10/12/2013
information	Loire-Atlantique	11/12/2013

Tableau 2 : date, zone et niveau de la procédure pour les particules PM10 en 2013 en Loire-Atlantique et pour l'agglomération de Saint-Nazaire

autres sources potentielles de particules

Les différences de concentrations d'un même polluant mesuré simultanément sur différentes stations de mesure du réseau permanent peuvent, dans certaines conditions, permettre d'apprécier l'influence de certaines sources.

Ainsi, la rose de pollution ci-dessous représente la provenance des surconcentrations de PM10 par rapport au site trafic de l'avenue de la République mesurées sur le site de pollution de fond de Saint-Nazaire, rue Léon Blum. Elle met en évidence un effet du littoral sur la fraction PM10 par l'apport d'embruns marins. Ce résultat n'est en revanche pas apparent sur les concentrations des plus fines particules, dont le diamètre est inférieur à $2,5 \mu\text{m}^3$.

Les sites de mesure de fond (rue Léon Blum) et de trafic (avenue de la République) sont respectivement distants de 1000 et 1600m du littoral. Il semble donc que la contribution d'embruns marins à la fraction totale de particules PM10 diminue rapidement avec la distance. Cette diminution est par ailleurs probablement accentuée par un effet « filtre » généré par le tissu urbain situé entre l'avenue de la République et le bord de mer.

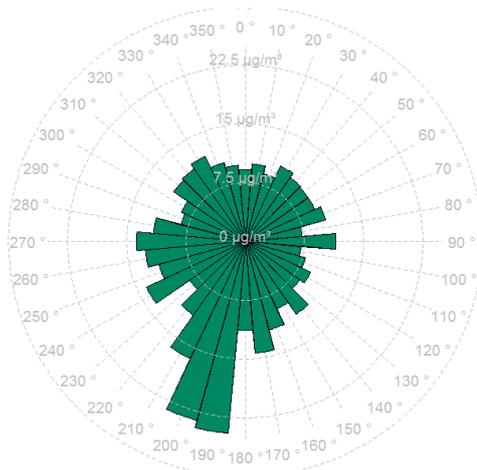


Figure 6 : rose des surconcentrations moyennes de PM10 ($> 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées en fond à Saint-Nazaire (Blum) par rapport à l'avenue de la République durant la campagne de mesure

Selon les conditions météorologiques et la proximité du littoral, la part de la source marine peut contribuer largement à la fraction totale de PM₁₀ avec un gradient de NaCl dans la composition des particules d'ouest en est du territoire national [*Particul'air, étude inter-régionale de la pollution particulaire en zone rurale, août 2011*].

De la même manière, l'examen de ces surconcentrations en fonction de la direction des vents, pour des valeurs supérieures à 20 µg/m³ au lieu de 5, laisse supposer l'existence d'une autre source de particules dans un secteur de vent compris entre 300 et 320° par rapport au site de mesure de la rue Léon Blum. La présence de travaux de génie civil n'est pas à exclure (CARENE communication personnelle).



Figure 7 : rose des surconcentrations de PM₁₀ (>20 µg/m³) mesurées en fond à Saint-Nazaire (Blum) par rapport à l'avenue de la République durant la campagne de mesure

En revanche, cette approche ne permet pas d'apprécier une éventuelle influence des activités de chargement/déchargement de céréales au niveau du bassin du Penhoët sur les niveaux de particules [*influence de la zone industrialo-portuaire sur les niveaux de particules, Air Pays de la Loire, mars 2013*].

évolution par rapport à 2008

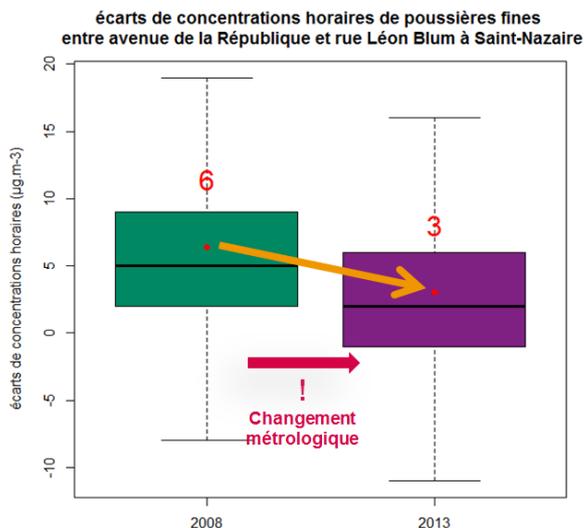
remarque importante :

Afin de permettre la comparaison des concentrations de particules par rapport aux conditions initiales, c'est-à-dire avant le réaménagement de l'avenue de la République, les concentrations mesurées par TEOM en 2008 ont été ajustées à partir de mesures FDMS réalisées parallèlement sur le réseau de surveillance. En effet, mis en œuvre depuis 2008, le module additionnel FDMS permet d'affiner la mesure des concentrations de particules PM₁₀ par intégration de la fraction volatile.

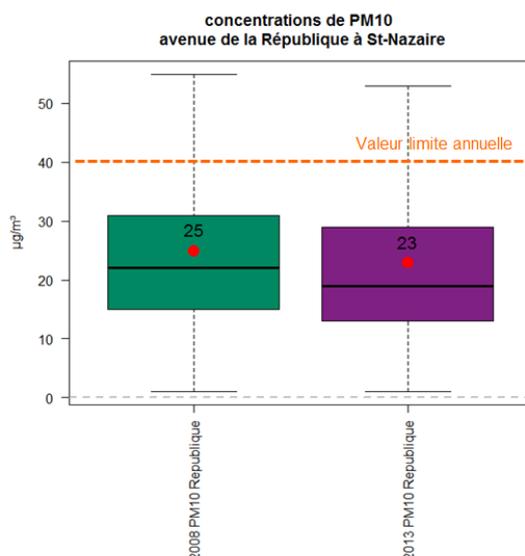
Par ailleurs, de même que pour le NO₂, afin de s'affranchir de l'effet de la météorologie sur les concentrations de polluants, les différences de concentrations horaires de particules fines entre l'avenue de la République et la rue Léon Blum à Saint-Nazaire ont été considérées.

Le graphique ci-dessous, met en évidence une baisse de la pollution liée aux particules. Cette amélioration est toutefois moins marquée que pour le dioxyde d'azote puisqu'il s'agit d'une baisse de l'ordre de 3 µg/m³.

La plus grande fréquence des vents de secteur nord-nord-est en 2013 a par ailleurs probablement favorisé la dispersion de la pollution par rapport à 2008. Ceci est lié à l'orientation de la rue. En revanche, les vents de secteur sud-ouest souvent associés à une situation dépressionnaire, bien que généralement associés à une amélioration de la qualité de l'air, peuvent être à l'origine d'une augmentation des niveaux de particules PM₁₀ sous forme d'embruns marins.



Graphique 10 : écarts de concentrations hebdomadaires de particules PM₁₀ entre l'avenue de la République et la rue Léon Blum à Saint-Nazaire



Graphique 11 : boxplots des concentrations hebdomadaires de PM₁₀ avenue de la République à Saint-Nazaire en 2008 et 2013 par rapport aux valeurs limites annuelles applicables lors des campagnes de mesure

conclusions et perspectives

La mise en service du bus à haut niveau de service hÉLYce a contribué à abaisser de 34 % le trafic moyen journalier de l'avenue de la République et par voie de conséquence, à améliorer la fluidité du trafic et donc à diminuer les émissions de polluants.

En 2013, la concentration moyenne annuelle en dioxyde d'azote atteint mais ne dépasse plus la valeur limite, en raison d'une diminution sensible de 13 % des niveaux de ce polluant entre 2008 et 2013, cette valeur limite étant par ailleurs rendue plus sévère entre les 2 horizons (de 44 à 40 µg/m³). Les niveaux de dioxyde d'azote restant néanmoins deux fois supérieurs aux concentrations de fond, il convient de rester vigilant : la surveillance annuelle par modélisation réalisée par Air Pays de la Loire à Saint-Nazaire pourra contribuer à ce suivi. Il pourrait être envisagé à l'avenir une nouvelle campagne annuelle de confirmation.

Ces résultats sont cohérents avec ceux obtenus par Air Pays de la Loire lors de l'évaluation de la mise en service de la première ligne de tramway dans l'agglomération angevine.

Cette étude permet de conclure, au niveau d'une voie emblématique du centre-ville de Saint-Nazaire, d'un effet positif sur la qualité de l'air de la mise en service du bus à haut niveau de service hÉLYce.

Les conclusions préliminaires de cette étude ont été reprises dans le document d'évaluation du PDU publié par la CARENE en février 2014.

annexes

- annexe 1 : résultats des mesures de dioxyde d'azote NO₂ mesurées par tubes à diffusion passive
- annexe 2 : Air Pays de la Loire
- annexe 3 : techniques d'évaluation
- annexe 4 : types des sites de mesure
- annexe 5 : polluants
- annexe 6 : seuils de qualité de l'air 2013, 2008

annexe 1 : résultats des mesures de dioxyde d'azote NO₂ mesurées par tubes à diffusion passive

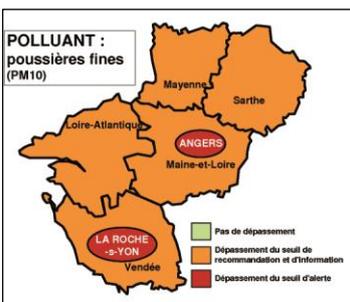
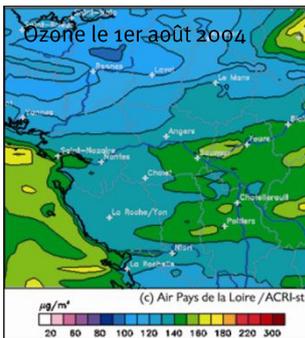
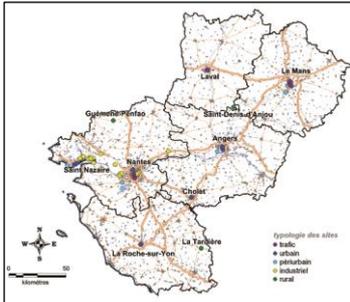
site	date début	date fin	concentration de NO ₂ tube 1 (µg/m ³)	concentration de NO ₂ tube 2 (µg/m ³)	moyenne NO ₂ (µg/m ³)
stationnement	24/4/13	2/5/13	30,3	30,7	30,5
trottoir	24/4/13	2/5/13	34,7	37,7	36,2
stationnement	2/5/13	7/5/13	33,5	33,7	33,6
trottoir	2/5/13	7/5/13	47,4	44,5	46,0
stationnement	7/5/13	14/5/13	23,1	23,5	23,3
trottoir	7/5/13	14/5/13	31,6	33,1	32,4
stationnement	2/7/13	11/7/13	20,0	22,4	21,2
trottoir	2/7/13	11/7/13	28,0	28,9	28,5
stationnement	11/7/13	18/7/13	27,0	25,5	26,3
trottoir	11/7/13	18/7/13	35,0	34,6	34,8
stationnement	18/7/13	25/7/13	34,1	30,0	32,1
trottoir	18/7/13	25/7/13	39,5		39,5
stationnement	4/9/13	11/9/13	25,5	27,3	26,4
trottoir	4/9/13	11/9/13	41,8	40,1	41,0
stationnement	11/9/13	18/9/13	21,9	21,7	21,8
trottoir	11/9/13	18/9/13	29,3	29,1	29,2
stationnement	18/9/13	26/9/13	29,1	28,9	29,0
trottoir	18/9/13	26/9/13	42,0	37,3	39,7
stationnement	20/11/13	27/11/13	25,7	25,9	25,8
trottoir	20/11/13	27/11/13	33,3	31,7	32,5
stationnement	27/11/13	4/12/13	31,9	34,2	33,1
trottoir	27/11/13	4/12/13	41,1	41,7	41,4
stationnement	4/12/13	11/12/13	48,0	48,5	48,2
trottoir	4/12/13	11/12/13	59,2	52,5	55,9

annexe 2 : Air Pays de la Loire

Dotée d'une solide expertise riche de trente ans d'expérience, Air Pays de la Loire est agréée par le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie pour surveiller la qualité de l'air de la région des Pays de la Loire. Air Pays de la Loire regroupe de manière équilibrée l'ensemble des acteurs de la qualité de l'air : services de l'État et établissements publics, collectivités territoriales, industriels et associations et personnalités qualifiées.

Air Pays de la Loire mène deux missions d'intérêt général : surveiller et informer.

surveiller pour savoir et comprendre



l'air de la région sous haute surveillance

Fonctionnant 24 heures sur 24, le dispositif permanent de surveillance est constitué d'une quarantaine de sites de mesure, déployés sur l'ensemble de la région : principales agglomérations, zones industrielles et zones rurales.

mesurer où et quand c'est nécessaire

Air Pays de la Loire s'est doté de systèmes mobiles de mesure (laboratoires mobiles, préleveurs...). Ces appareils permettent d'établir un diagnostic complet de la qualité de l'air dans des secteurs non couverts par le réseau permanent. Des campagnes de mesure temporaires et ciblées sont ainsi menées régulièrement sur l'ensemble de la région.

la fiabilité des mesures garantie

Les mesures de qualité de l'air consistent le plus souvent à détecter de très faibles traces de polluants. Elles nécessitent donc le respect de protocoles très précis. Pour assurer la qualité de ces mesures, Air Pays de la Loire dispose d'un laboratoire d'étalonnage, airplab accrédité par le Cofrac et raccordé au Laboratoire National d'Essais.

simuler et cartographier la pollution

Pour évaluer la pollution dans les secteurs non mesurés, Air Pays de la Loire utilise des logiciels de modélisation. Ces logiciels simulent la répartition de la pollution dans le temps et l'espace et permettent d'obtenir une cartographie de la qualité de l'air. La modélisation permet par ailleurs d'estimer l'impact de la réduction, permanente ou ponctuelle, des rejets polluants. Elle constitue un outil d'aide à la décision pour les autorités publiques compétentes et les acteurs privés.

prévoir la qualité de l'air

Si le public souhaite connaître la pollution prévue pour le lendemain afin de pouvoir adapter ses activités, les autorités politiques ont, elles, besoin d'anticiper les pics de pollution pour pouvoir prendre les mesures adaptées. En réponse à cette attente, Air Pays de la Loire réalise des prévisions de la pollution atmosphérique grâce à sa plateforme IRIS.

informer pour prévenir



pics de pollution : une vigilance permanente

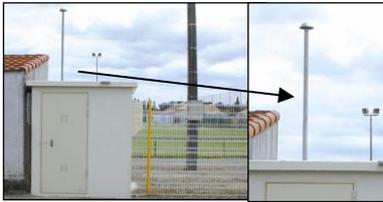
En cas d'épisodes de pollution, une information spécifique est adressée aux autorités publiques et aux médias. Suivant les concentrations de pollution atteintes, le préfet de département prend, si nécessaire, des mesures visant à réduire les émissions de polluants (limitations de vitesse, diminution d'activités industrielles...)

sur Internet : tous les résultats, tous les dossiers

Le site Internet www.airpl.org donne accès à de très nombreuses informations sur la qualité de l'air des Pays de la Loire. Elles sont actualisées toutes les heures. On y trouve les cartes de pollution et de vigilance, les communiqués d'alerte, les indices de la qualité de l'air, les mesures de pollution heure par heure, les actualités, toutes les publications d'Air Pays de la Loire...

annexe 3 : techniques d'évaluation

mesures



les sites fixes

C'est le principal moyen de surveillance : il existe une trentaine de sites fixes dans les Pays de la Loire. Ils surveillent en continu la qualité de l'air des principales agglomérations de la région, des zones industrielles de Basse-Loire, et également dans un secteur rural dans l'est de la Vendée. Fonctionnant 24 heures sur 24, ils sont équipés d'analyseurs spécifiques des principaux indicateurs de pollution atmosphérique : dioxyde de soufre, oxydes d'azote, ozone, particules PM₁₀ ou PM_{2,5}, monoxyde de carbone, BTX. Ces stations sont reliées au poste central d'Air Pays de la Loire où les données sont traitées et servent le cas échéant à activer les procédures d'information et d'alerte.



les laboratoires mobiles

La région des Pays de la Loire est dotée de deux laboratoires mobiles de surveillance de la qualité de l'air. Ces systèmes, équipés d'analyseurs spécifiques (NO_x, SO₂, O₃, PM₁₀, CO) comme les sites fixes, permettent d'établir un diagnostic de la qualité de l'air dans des secteurs non couverts par le réseau permanent. Les applications sont diverses : impact industriel ou urbain, validation de futurs sites fixes, communication...



les tubes à diffusion passive

Ces systèmes de dimension réduite permettent à moindre coût de mesurer sur des périodes de 15 jours en général, et après analyse en laboratoire, des polluants tels que le dioxyde d'azote, l'ozone, benzène et les composés organiques volatils, de façon générale. Ils sont également utilisés pour mailler un territoire et obtenir ainsi la répartition géographique de la pollution.

annexe 4 : types des sites de mesure

Les sites de mesure sont localisés selon des objectifs précis de surveillance de la qualité de l'air, définis au plan national.



sites urbains

Les sites urbains sont localisés dans une zone densément peuplée en milieu urbain et de façon à ne pas être soumis à une source déterminée de pollution ; ils caractérisent la pollution moyenne de cette zone.



Figure 8 : site urbain à Saint-Nazaire, rue Léon Blum



sites de trafic

Les sites de trafic sont localisés près d'axes de circulation importants, souvent fréquentés par les piétons ; ils caractérisent la pollution maximale liée au trafic automobile.



sites industriels

Les sites industriels sont localisés de façon à être soumis aux rejets atmosphériques des établissements industriels ; ils caractérisent la pollution maximale due à ces sources fixes.

annexe 5 : polluants

les oxydes d'azote (NOx)

Les NOx comprennent essentiellement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Ils résultent de la combinaison de l'azote et de l'oxygène de l'air à haute température. Environ 95 % de ces oxydes sont la conséquence de l'utilisation des combustibles fossiles (pétrole, charbon et gaz naturel). Le trafic routier (59 %) en est la source principale. Ils participent à la formation des retombées acides. Sous l'action de la lumière, ils contribuent à la formation d'ozone au niveau du sol (ozone troposphérique).

Le monoxyde d'azote présent dans l'air inspiré passe à travers les alvéoles pulmonaires, se dissout dans le sang où il limite la fixation de l'oxygène sur l'hémoglobine. Les organes sont alors moins bien oxygénés.

Le dioxyde d'azote pénètre dans les voies respiratoires profondes. Il fragilise la muqueuse pulmonaire face aux agressions infectieuses, notamment chez les enfants. Aux concentrations rencontrées habituellement, le dioxyde d'azote provoque une hyperréactivité bronchique chez les asthmatiques.

les particules fines (ou poussières)

Les particules ou poussières constituent en partie la fraction la plus visible de la pollution atmosphérique (fumées). Elles ont pour origine les différentes combustions, le trafic routier et les industries. Elles sont de nature très diverses et peuvent véhiculer d'autres polluants comme des métaux lourds ou des hydrocarbures. De diamètre inférieur à 10 µm (PM₁₀), elles restent plutôt en suspension dans l'air. Supérieures à 10 µm, elles se déposent, plus ou moins vite, au voisinage de leurs sources d'émission. Les particules plus fines, appelées PM_{2,5} (diamètre inférieur à 2,5 µm) pénètrent plus profondément dans les poumons. Celles-ci peuvent rester en suspension pendant des jours, voire pendant plusieurs semaines et parcourir de longues distances.

La profondeur de pénétration des particules dans l'arbre pulmonaire est directement liée à leurs dimensions, les plus grosses étant arrêtées puis éliminées au niveau du nez et des voies respiratoires supérieures. Le rôle des particules en suspension a été montré dans certaines atteintes fonctionnelles respiratoires, le déclenchement de crises d'asthme et la hausse du nombre de décès pour cause cardio-vasculaire ou respiratoire, notamment chez les sujets sensibles (enfants, bronchitiques chroniques, asthmatiques...).

Certains hydrocarbures aromatiques polycycliques portés par les particules rejetées par les véhicules sont classés comme probablement cancérogènes chez l'homme.

annexe 6 : seuils de qualité de l'air

la réglementation

La réglementation européenne a été transposée en réglementation française. Elle définit 4 types de valeurs réglementaires.

- les valeurs limites ;
- les objectifs de qualité ;
- le seuil d'information ;
- le seuil d'alerte.

Les objectifs de qualité et les valeurs limites sont basés sur des éléments statistiques calculés sur l'année civile.

Les seuils d'information et d'alerte sont basés sur des données horaires. Le déclenchement d'une procédure d'information de la population en agglomération nécessite un dépassement du seuil d'information sur au moins 2 sites dont un site urbain, excepté dans le cas des particules PM₁₀ pour lesquelles un seul dépassement sur un site urbain de fond suffit pour provoquer le déclenchement de la procédure.

conditions d'usage des évaluations de niveaux et de dépassements des seuils réglementaires

Une évaluation des niveaux de polluants et des dépassements des seuils réglementaires a été effectuée à partir des mesures réalisées du 8 janvier au 16 décembre 2013 avenue de la République à Saint-Nazaire.

Une comparaison stricte est permise pour les données dont le taux de fonctionnement atteint 90 % (dioxyde d'azote : 92 % et particules : 88 %).

Les préconisations pour l'implantation des points de prélèvements mentionnés dans la directive 2008/50/CE n'ont pu être respectées compte tenu de la configuration spécifique de l'avenue de la République.

seuils de qualité de l'air 2008

TYPE DE SEUIL (µg/m ³)	DONNÉE DE BASE	POLLUANT												
		Ozone décrets 2002-213 du 15/02/02, 2003-1085 du 12/11/03 et 2007-1479 du 12/10/07 et 2008-1152 du 07/11/08 dir. 2008/50/CE du 21/05/08	Dioxyde d'azote décret 2002-213 du 15/02/02	Oxydes d'azote décret 2002-213 du 15/02/02	Poussières (PM10) décret 2002-213 du 15/02/02, avis de CSHPF du 06/06/96 et circulaire du 12/10/07	Poussières (PM2.5) dir. 2008/50/CE du 21/05/08	Plomb décret 2002-213 du 15/02/02 et 2007-1479 du 12/10/07	Benzène décret 2002-213 du 15/02/02	Monoxyde de carbone décret 2002-213 du 15/02/02	Dioxyde de soufre décret 2002-213 du 15/02/02	Arsenic	Cad- mium	Nickel	Benzo(a) pyrène
valeurs limites	moyenne annuelle	-	44 ⁽¹⁾	30 ⁽²⁾	40	30 ⁽¹⁷⁾	0,5	7 ⁽³⁾	-	20 ⁽⁴⁾	-	-	-	-
	moyenne hivernale	-	-	-	-	-	-	-	-	20 ⁽⁴⁾	-	-	-	-
	moyenne journalière	-	-	-	50 ⁽⁵⁾	-	-	-	-	125 ⁽⁶⁾	-	-	-	-
	moyenne 8-horaire maximale du jour	-	-	-	-	-	-	-	10 000	-	-	-	-	-
	moyenne horaire	-	200 ⁽⁷⁾ 220 ⁽⁸⁾	-	-	-	-	-	-	350 ⁽⁹⁾	-	-	-	-
seuils d'alerte	moyenne horaire	1 ^{er} seuil : 240 ⁽¹⁰⁾ 2 ^e seuil : 300 ⁽¹⁰⁾ 3 ^e seuil : 360	400 200 ⁽¹¹⁾	-	-	-	-	-	-	500 ⁽¹⁰⁾	-	-	-	-
	moyenne 24-horaire	-	-	-	125 ⁽¹⁸⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-
seuils de recommandation et d'information	moyenne horaire	180	200	-	-	-	-	-	-	300	-	-	-	-
	moyenne 24-horaire	-	-	-	80 ⁽¹⁸⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-
objectifs de qualité	moyenne annuelle	-	40	-	30	-	0,25	2	-	50	-	-	-	-
	moyenne journalière	65 ⁽¹²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne 8-horaire maximale du jour	120 ⁽¹²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne horaire	200 ⁽¹²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AOT 40	6000 ⁽¹³⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
valeurs cibles	AOT 40	18 000 ⁽¹⁴⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne annuelle	-	-	-	-	25 ⁽¹⁶⁾	-	-	-	-	0,006	0,005	0,02	0,001
	moyenne 8-horaire maximale du jour	120 ⁽¹⁵⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- (1) valeur intégrant la marge de tolérance applicable en 2008 : 4 (valeur applicable à compter du 01/01/2010 : 40)
 (2) pour la protection de la végétation - applicable seulement sur les sites ruraux et périurbains
 (3) valeur intégrant la marge de tolérance applicable en 2008 : 2 (valeur applicable à compter du 01/01/2010 : 5)
 (4) pour la protection des écosystèmes - applicable seulement sur les sites ruraux
 (5) à ne pas dépasser plus de 35j par an (percentile 90,4 annuel)
 (6) à ne pas dépasser plus de 3j par an (percentile 99,2 annuel)
 (7) à ne pas dépasser plus de 175h par an (percentile 98 annuel) – valeur applicable jusqu'au 31/12/2009
 (8) à ne pas dépasser plus de 18h par an (percentile 99,8 annuel) – valeur intégrant la marge de tolérance applicable en 2008 : 20 (valeur applicable à compter du 01/01/2010 : 200)

- (9) à ne pas dépasser plus de 24h par an (percentile 99,7 annuel)
 (10) à ne pas dépasser plus de 3h consécutives
 (11) si la procédure de recommandation et d'information a été déclenchée la veille et le jour même et que les prévisions font craindre un nouveau risque de déclenchement pour le lendemain
 (12) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, calculé sur une année civile
 (13) pour la protection de la végétation : calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet
 (14) en moyenne sur 5 ans à respecter au 1 janvier 2010
 (15) pour la protection de la santé humaine : à ne pas dépasser plus de 25 j par an en moyenne sur 3 ans à respecter au 1 janvier 2010
 (16) valeur applicable au 1 janvier 2010
 (17) valeur intégrant la marge de tolérance applicable en 2008 : 5 (valeur applicable à compter du 01/01/2015 : 25)
 (18) seuils du CSHPF traduits en seuils de recommandation/information et d'alerte en avril 2008

valeur limite : niveau maximal de pollution atmosphérique, fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution pour la santé humaine et/ou l'environnement.

seuil d'alerte : niveau de pollution atmosphérique au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement et à partir duquel des mesures d'urgence doivent être prises.

seuil de recommandation et d'information : niveau de pollution atmosphérique qui a des effets limités et transitoires sur la santé en cas d'exposition de courte durée et à partir duquel une information de la population est susceptible d'être diffusée.

objectif de qualité : niveau de pollution atmosphérique fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution pour la santé humaine et/ou l'environnement, à atteindre dans une période donnée.

valeur cible : niveau de pollution 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.

seuils de qualité de l'air 2013

TYPE DE SEUIL (µg/m ³)	DONNÉE DE BASE	POLLUANT												
		Ozone	Dioxyde d'azote	Oxydes d'azote	Poussières (PM10)	Poussières (PM2.5)	Plomb	Benzène	Monoxyde de carbone	Dioxyde de soufre	Arsenic	Cadmium	Nickel	Benzo(a)pyrène
décret 2010-1250 du 21/10/2010														
valeurs limites	moyenne annuelle	-	40	30 ⁽¹⁾	40	26 ⁽²⁾	0,5	5	-	20 ⁽¹⁾	-	-	-	-
	moyenne hivernale	-	-	-	-	-	-	-	-	20 ⁽¹⁾	-	-	-	-
	moyenne journalière	-	-	-	50 ⁽³⁾	-	-	-	-	125 ⁽⁴⁾	-	-	-	-
	moyenne 8-horaire maximale du jour	-	-	-	-	-	-	-	10 000	-	-	-	-	-
	moyenne horaire	-	200 ⁽⁵⁾	-	-	-	-	-	-	350 ⁽⁶⁾	-	-	-	-
seuils d'alerte	moyenne horaire	240 ⁽⁷⁾ 1 ^{er} seuil : 240 ⁽⁸⁾ 2 ^{ème} seuil : 300 ⁽⁸⁾ 3 ^{ème} seuil : 360	400 ⁽⁸⁾ 200 ⁽⁹⁾	-	-	-	-	-	-	500 ⁽⁸⁾	-	-	-	-
	moyenne 24-horaire	-	-	-	80 ⁽¹⁰⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-
seuils de recommandation et d'information	moyenne horaire	180	200	-	-	-	-	-	-	300	-	-	-	-
	moyenne 24-horaire	-	-	-	50 ⁽¹⁰⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-
objectifs de qualité	moyenne annuelle	-	40	-	30	10	0,25	2	-	50	-	-	-	-
	moyenne journalière	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne 8-horaire maximale du jour	120 ⁽¹¹⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne horaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AOT 40	6000 ⁽¹¹⁾⁽¹²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
valeurs cibles	AOT 40	18 000 ⁽¹¹⁾⁽¹³⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne annuelle	-	-	-	-	20	-	-	-	-	0,006 ⁽¹⁵⁾	0,005 ⁽¹⁵⁾	0,02 ⁽¹⁵⁾	0,001 ⁽¹⁵⁾
	moyenne 8-horaire maximale du jour	120 ⁽¹⁴⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- (1) pour la protection de la végétation
 (2) valeur intégrant la marge de tolérance applicable en 2013 : 1 (valeur applicable en 2014 : 26 ; en 2015 : 25)
 (3) à ne pas dépasser plus de 35j par an (percentile 90,4 annuel)
 (4) à ne pas dépasser plus de 3j par an (percentile 99,2 annuel)
 (5) à ne pas dépasser plus de 18h par an (percentile 99,8 annuel)
 (6) à ne pas dépasser plus de 24h par an (percentile 99,7 annuel)
 (7) pour une protection sanitaire pour toute la population, en moyenne horaire
 (8) dépassé pendant 3h consécutives

- (9) si la procédure de recommandation et d'information a été déclenchée la veille et le jour même et que les prévisions font craindre un nouveau risque de déclenchement pour le lendemain
 (10) depuis le 1^{er} janvier 2012
 (11) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, calculé sur une année civile
 (12) calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet
 (13) en moyenne sur 5 ans, calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet
 (14) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, à ne pas dépasser plus de 25 j par an en moyenne sur 3 ans
 (15) à compter du 31 décembre 2012

valeur limite : niveau maximal de pollution atmosphérique, fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution pour la santé humaine et/ou l'environnement.

seuil d'alerte : niveau de pollution atmosphérique au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement et à partir duquel des mesures d'urgence doivent être prises.

seuil de recommandation et d'information : niveau de pollution atmosphérique qui a des effets limités et transitoires sur la santé en cas d'exposition de courte durée et à partir duquel une information de la population est susceptible d'être diffusée.

objectif de qualité : niveau de pollution atmosphérique fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution pour la santé humaine et/ou l'environnement, à atteindre dans une période donnée.

valeur cible : niveau de pollution 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.

airpays de la loire

7, allée Pierre de Fermat – CS 70709 – 44307 Nantes cedex 3

Tél + 33 (0)2 28 22 02 02

Fax + 33 (0)2 40 68 95 29

contact@airpl.org

