

# mesure de la qualité de l'air



**en proximité automobile durant l'année 2009**  
boulevard Orioux à Nantes  
rue Lafayette à La Roche-sur-Yon

novembre 2010 – rapport final



# sommaire

synthèse .....	1
introduction .....	7
le boulevard Orioux à Nantes .....	8
la rue Lafayette à La Roche-sur-Yon .....	9
<b>le dispositif mis en œuvre .....</b>	<b>10</b>
deux sites de mesure .....	10
des mesures de dioxyde d'azote, de monoxyde de carbone, de particules PM10 et de benzène en continu .....	11
des mesures hebdomadaires de benzène par diffusion passive .....	12
la période de mesure .....	12
<b>les résultats .....</b>	<b>13</b>
les indices de qualité de l'air .....	14
situation des niveaux de pollution d'un point de vue réglementaire .....	15
<b>conclusions et perspectives .....</b>	<b>28</b>
<b>annexes .....</b>	<b>29</b>
annexe 1 : Air Pays de la Loire .....	30
annexe 2 : techniques d'évaluation .....	31
annexe 3 : types des sites de mesure .....	32
annexe 4 : préconisations pour l'implantation des points de prélèvements selon la directive 2008/50/CE .....	33
annexe 5 : polluants .....	34
annexe 6 : seuils de qualité de l'air 2009 .....	38
annexe 7 : représentativité des niveaux de pollution .....	39
annexe 8 : évolution temporelle des niveaux de pollution .....	42
<b>bibliographie .....</b>	<b>47</b>
<b>glossaire .....</b>	<b>48</b>
abréviations .....	48
définitions .....	48

## contributions

Coordination de l'étude : François Ducroz – Rédaction, cartographie : Florence Guillou, Mise en page : Bérangère Poussin, Exploitation du matériel de mesure, photographies : Arnaud Tricoire, Validation : Arnaud Rebours, Luc Lavrilleux.

## 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 1<sup>er</sup> août 2007 pris par le Ministère chargé de l'Environnement.

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](http://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 remercions Monsieur Montilly de Nantes Métropole et Madame Grosset de La Roche-sur-Yon Agglomération pour leur collaboration à la mise en œuvre de ces campagnes de mesure.

# synthèse

## contexte | évaluation à proximité des voies de circulation

Selon la Directive Européenne 2008/50/CE relative à l'air ambiant, la surveillance doit permettre de fournir des renseignements sur le niveau d'exposition de la population générale mais également dans les endroits où s'observent les plus fortes concentrations auxquelles la population est exposée pendant une période significative.

En agglomération, la dégradation de la qualité de l'air est principalement observée à proximité immédiate des axes de circulation. De manière générale, les rues les plus exposées à la pollution sont les voies de centre ville dont la configuration canyon est défavorable à la dispersion des polluants émis par les véhicules en circulation.

Dans le cadre du programme de surveillance de la qualité de l'air Argos, Air Pays de la Loire met en œuvre, en complément des mesures fixes, des campagnes de mesure annuelles en situation de proximité automobile.

Dans l'agglomération nantaise, Air Pays de la Loire a effectué en 2003, par modélisation, une cartographie des niveaux de pollution dans 80 rues du centre ville de Nantes [1]. Cette étude avait montré que dans plusieurs des rues de Nantes, les concentrations estimées pouvaient être proches des valeurs limites pour le dioxyde d'azote. Le modèle a notamment identifié quelques rues du centre ville dont le boulevard Orioux. Pour confirmer les résultats de modélisation, des mesures ont été réalisées sur cette voie durant l'année 2009.

Dans le cas de la Roche-sur-Yon, l'étude de la présence de population, des configurations des voies de l'agglomération yonnaise et des données de trafic associées a permis d'identifier la rue Lafayette comme une voie exposée à des niveaux de pollution potentiellement importants.

Cette étude d'évaluation de la qualité de l'air boulevard Orioux à Nantes et rue Lafayette à la Roche-sur-Yon vient compléter le suivi permanent effectué boulevard Victor Hugo à Nantes ainsi que le cycle annuel de suivi de la qualité de l'air en situation de proximité automobile initié en 2005 dans l'agglomération nantaise [2][3][4][5].

Ce rapport présente les niveaux de pollution en dioxyde d'azote, monoxyde de carbone, particules PM10 et benzène enregistrés boulevard Orioux à Nantes du 14 janvier 2009 au 31 décembre 2009 et rue Lafayette à la Roche-sur-Yon du 19 février au 16 décembre 2009.

## objectifs | évaluer la qualité de l'air de deux sites de proximité de circulation

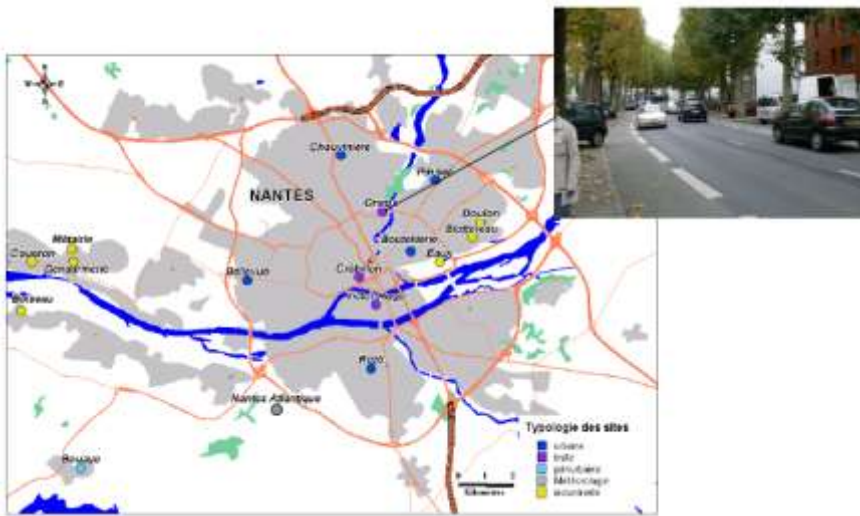
L'objectif de cette étude est d'évaluer la qualité de l'air boulevard Orioux à Nantes et rue Lafayette à La Roche-sur-Yon au regard des normes en vigueur et d'étudier l'évolution temporelle des niveaux de pollution de l'air.

## moyens | deux sites de mesure instrumentés

### le boulevard Eugène Orieux à Nantes

Le boulevard Eugène Orieux à Nantes est un boulevard de contournement situé au nord du centre ville. Il compte 2 voies de circulation. Le rapport hauteur sur largeur du bâti bordant le tronçon du boulevard investigué est de 0,38 (caractère d'une rue faiblement canyon) et son trafic moyen journalier s'élève à 22 900 véhicules.

Du 14 janvier 2009 au 31 décembre 2009, deux armoires mobiles pourvues d'analyseurs d'oxydes d'azote, de monoxyde de carbone et de particules PM<sub>10</sub> ont été installées au droit du 40-42 boulevard Eugène Orieux à Nantes. Des mesures de benzène par tubes à diffusion passive sur ce même site de trafic ont complété ce dispositif.

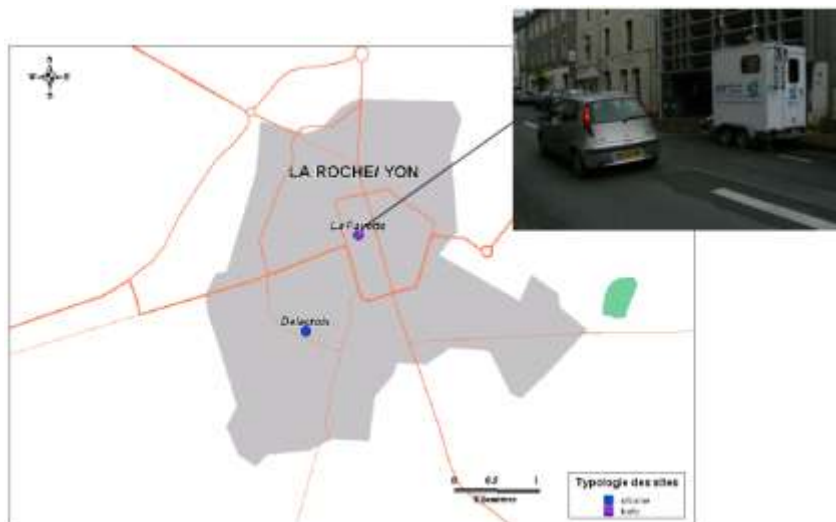


Localisation du site de mesure à Nantes en 2009

### la rue Lafayette à La Roche-sur-Yon

La rue Lafayette à La Roche-sur-Yon est une voie fréquentée menant à la Place Napoléon au cœur de la ville. Cette rue de type canyon (H/L=1) et à sens unique compte 2 voies de circulation dont une voie de bus. Son trafic moyen journalier s'élève à 6 200 véhicules.

Du 19 février au 16 décembre 2009, un laboratoire mobile équipé d'analyseurs d'oxydes d'azote, de monoxyde de carbone, de particules PM<sub>10</sub> et de benzène a été installé au droit du 17 bis rue Lafayette à La Roche-sur-Yon face à la médiathèque. Des mesures de benzène par tubes à diffusion passive sur ce même site de trafic ont complété ce dispositif.



Localisation du site de mesure à la Roche-sur-Yon en 2009



## résultats I situation des niveaux par rapport à la réglementation

Le tableau ci-dessous présente la situation des niveaux des polluants mesurés durant l'année 2009 boulevard Orioux à Nantes et rue Lafayette à La Roche-sur-Yon par rapport aux seuils réglementaires : valeurs limites et objectifs de qualité, indicateurs statistiques calculés à l'échelle annuelle, seuils d'alerte et de recommandation-information évalués au niveau horaire.

Polluant		Valeur limite		Seuil d'alerte	Seuil de recommandation et d'information	Objectif de qualité
NO2	Orioux	41 µg/m <sup>3</sup>	2h dépassement (1 jour :14/01/09) Max=214 P98=103 µg/m <sup>3</sup>	2h dépassement (1 jour :14/01/09) P99.8=134 µg/m <sup>3</sup>	8 dépassements (1 jour : 14/01/09) max=244 µg/m <sup>3</sup>	41 µg/m <sup>3</sup>
	Lafayette	27 µg/m <sup>3</sup>	Max=119 (27/02/09) P98=74 µg/m <sup>3</sup>	P99.8=100 µg/m <sup>3</sup>		27 µg/m <sup>3</sup>
	Valeur seuil décret 2002-213 du 15/02/02	42 µg/m <sup>3</sup> moy. An.	P98=200 µg/m <sup>3</sup> moyenne horaire (175h autorisées/an)	P99.8=220 µg/m <sup>3</sup> moyenne horaire (18h autorisées/an)	240 µg/m <sup>3</sup> 300 µg/m <sup>3</sup> 360 µg/m <sup>3</sup> moy. Hor.	200 µg/m <sup>3</sup> moy. Hor.
PM10	Orioux	29 µg/m <sup>3</sup>	20 dépassements max=88 (16/12/09) P90.4=43		52 dépassements (4 jours) max=97 µg/m <sup>3</sup> (17/12/09)	29 µg/m <sup>3</sup>
	Lafayette	22 µg/m <sup>3</sup>	8 dépassements max=66 (22/03/09) P90.4=38			22 µg/m <sup>3</sup>
	Valeur seuil décret 2002-213 du 15/02/02 ; circulaire du 12/10/07	40 µg/m <sup>3</sup> moy. An.	P90.4=50 µg/m <sup>3</sup> moy. jour.		125 µg/m <sup>3</sup> moy. 24-hor.	80 µg/m <sup>3</sup> moy. 24-hor.
CO	Orioux		max=2567 µg/m <sup>3</sup> (14/01/09)			
	Lafayette		max=1027 µg/m <sup>3</sup> (04/03/09)			
	Valeur seuil décret 2002-213 du 15/02/02		10000 µg/m <sup>3</sup> moy.8-hor.			
Benzène	Orioux	2,0 µg/m <sup>3</sup>				2,0 µg/m <sup>3</sup>
	Lafayette	1,1 µg/m <sup>3</sup>				1,1 µg/m <sup>3</sup>
	Valeur seuil décrets 2002-213 du 15/02/02 ; 2007-1479 du 12/10/07		6 µg/m <sup>3</sup> moy.an.			2 µg/m <sup>3</sup> moy. An.

Situation par rapport aux seuils réglementaires de qualité de l'air boulevard Orioux à Nantes et rue Lafayette à La Roche-sur-Yon durant la campagne de mesure

- pas de dépassement ;
- dépassement de l'objectif de qualité ;
- dépassement du seuil de recommandation et d'information ;
- dépassement de la valeur limite.

Ce tableau fait apparaître, pour le boulevard Orioux :

- une pollution moyenne en dioxyde d'azote ( $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dépassant l'objectif de qualité et approchant la valeur limite en vigueur en 2009 ( $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Cette situation n'est pas spécifique au boulevard Orioux à Nantes. Des dépassements de valeurs limites ont déjà été observés pour le dioxyde d'azote à proximité de certaines voies de circulation telles que l'avenue du Maréchal Joffre à Nantes en 2006, la voie des Berges à Angers et la rue Crébillon à Nantes en 2005, ou encore l'avenue de la République à St-Nazaire en 2008, en lien avec un fort trafic ou une combinaison d'émissions de véhicules et de configuration canyon ;
- un pic ponctuel de pollution par le dioxyde d'azote, le 14 janvier 2009, au cours duquel le seuil d'information a été dépassé sans conduire au déclenchement de la procédure, l'élévation des niveaux n'ayant pas concerné de site urbain de l'agglomération de Nantes [11] ;
- deux épisodes de pollution par les particules fines, impliquant des dépassements du seuil d'information  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sans toutefois conduire au déclenchement de la procédure [11] ;
- une pollution moyenne pour le benzène atteignant l'objectif de qualité ( $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Enfin, les niveaux moyens relevés durant la période de mesure sont restés inférieurs aux seuils réglementaires :

- pour le monoxyde de carbone boulevard Orioux ;
- pour tous les polluants mesurés rue Lafayette. Globalement, la pollution est nettement plus faible dans cette rue : la pollution par les particules et le benzène est caractéristique d'une pollution urbaine de fond tandis que le niveau annuel moyen en dioxyde d'azote est le plus faible de tous ceux enregistrés à proximité des voies de circulation en Pays de la Loire depuis l'an 2000 (cf. graphique ci-dessous).

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

Cette situation n'est pas spécifique au boulevard Eugène Orioux à Nantes.

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 2000. Il met en évidence les dépassements de valeurs limites déjà observés. C'est le cas notamment de l'avenue du Maréchal Joffre à Nantes en 2006, de la voie des Berges à Angers et de la rue Crébillon à Nantes en 2005, et de l'avenue de la République à St-Nazaire en 2008. D'autres moyennes annuelles ont approché la valeur limite : boulevard Orioux à Nantes en 2009 et rue Paul Bellamy à Nantes en 2007.



moyennes annuelles de dioxyde d'azote pour les stations de typologie trafic

NB : Souchu servinière (4\*1 mois de mesure)

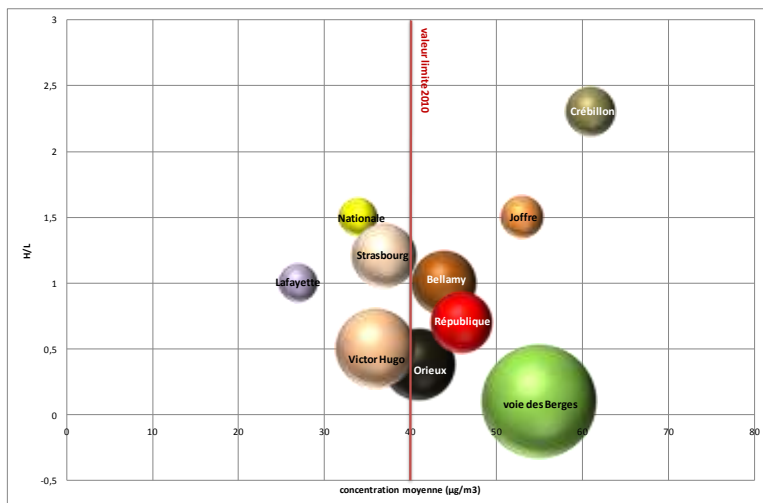
Ces situations sont à rapprocher du trafic moyen journalier (TMJA) et du rapport (H : hauteur du bâti bordant la voie de circulation)/(L : largeur de la voie de circulation), indicateur de l'encaissement de la voie de circulation.

Le graphique ci-dessous représente les moyennes annuelles en dioxyde d'azote en fonction du rapport H/L pour des stations situées à proximité des voies de circulation. Le volume des boules est proportionnel au TMJA. Il fait clairement apparaître que l'élévation de la pollution est surtout liée :

- pour la rue Crébillon à Nantes, à sa configuration particulièrement encaissée ;
- pour la voie des Berges à Angers, à un fort trafic routier.

Les boulevards Victor Hugo et Orioux à Nantes étant relativement aérés<sup>1</sup>, la pollution par le dioxyde d'azote y est davantage liée au trafic routier.

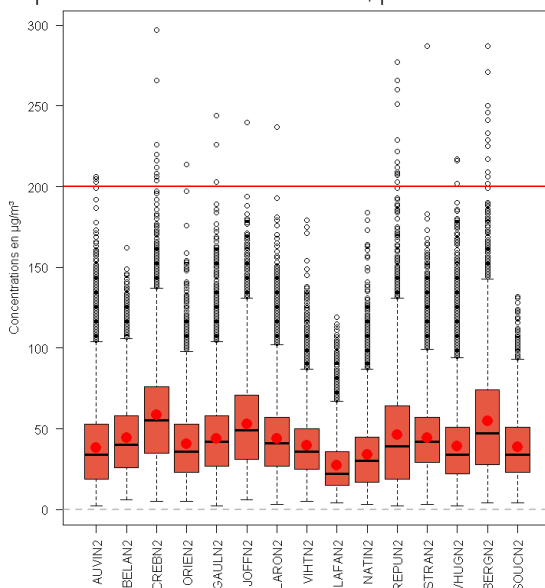
Globalement, la pollution croît avec l'encaissement de la voie et son trafic.



voie	H/L	TMJA
Orioux (Nantes)	0,38	22900
Voie des Berges (Angers)	<0,5	58836
Victor Hugo (Nantes)(2)	0,5	28000
République (St Nazaire)	0,7	16600
Bellamy (Nantes)	1	18300
Lafayette (La Roche-sur-Yon)	1	6200
Strasbourg (Nantes)	1,2	18550
Joffre (Nantes)	1,5	7700
Nationale (Cholet)	1,5	6300
Crébillon (Nantes)	2,3	10700

Représentation des moyennes annuelles en dioxyde d'azote en fonction du rapport hauteur du bâti sur largeur de rue pour des stations de typologie trafic. Le volume des boules est proportionnel au TMJA.

Le graphique ci-après représente les distributions des points mesure par rapport au seuil d'information applicable au dioxyde d'azote mesurées à proximité de voies de circulation depuis 2000. Il fait apparaître que les dépassements constatés boulevard Orioux à Nantes ne sont pas isolés puisque pour la majorité des stations de proximité de circulation investiguées antérieurement, de tels dépassements ont été constatés, plus ou moins fréquemment selon les voies.



distributions des points mesure par rapport au seuil d'information applicable au dioxyde d'azote mesurées à proximité de voies de circulation depuis 2000.

<sup>1</sup> une voie de circulation est dite encaissée pour un rapport H/L supérieur ou égal à 0,7

## perspectives | **vigilance pour le dioxyde d'azote**

En 2010, cette thématique des mesures en situation de proximité automobile se poursuit par deux évaluations annuelles de la qualité de l'air :

- l'une, avenue Mendès France, axe très fréquenté de la ville du Mans ;
- l'autre, à Trignac en bordure de la Nationale 171 en Loire Atlantique.

Dans un contexte de durcissement de la réglementation, une vigilance particulière va s'imposer, notamment pour le dioxyde d'azote puisque sa valeur limite annuelle en 2010 ne sera plus que de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , soit  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de moins que la valeur annuelle relevée en 2009 boulevard Orioux à Nantes.



# introduction

**S**elon la Directive Européenne 2008/50/CE relative à l'air ambiant, la surveillance doit permettre de fournir des renseignements sur le niveau d'exposition de la population générale mais également dans les endroits où s'observent les plus fortes concentrations auxquelles la population est exposée pendant une période significative.

En agglomération, la dégradation de la qualité de l'air est principalement observée à proximité immédiate des axes de circulation. De manière générale, les rues les plus exposées à la pollution sont les voies de centre ville dont la configuration canyon est défavorable à la dispersion des polluants émis par les véhicules en circulation.

Dans le cadre du programme Argos de surveillance de la qualité de l'air dans les Pays de la Loire, Air Pays de la Loire met en œuvre, en complément des mesures fixes, des campagnes de mesure annuelles en situation de proximité automobile.

Dans l'agglomération nantaise, Air Pays de la Loire a effectué en 2003, par modélisation, une cartographie des niveaux de pollution dans 80 rues du centre ville de Nantes [1]. Cette étude avait montré que dans plusieurs des rues de Nantes, les concentrations estimées pouvaient être proches des valeurs limites pour le dioxyde d'azote. Le modèle a notamment identifié quelques rues du centre ville dont le boulevard Orioux. Pour confirmer les résultats de modélisation, des mesures ont été réalisées sur cette voie durant l'année 2009.

Dans le cas de la Roche-sur-Yon, l'étude de la présence de population, des configurations des voies de l'agglomération yonnaise et des données de trafic associées a permis d'identifier la rue Lafayette comme une voie exposée à des niveaux de pollution potentiellement importants.

Cette étude d'évaluation de la qualité de l'air boulevard Orioux à Nantes et rue Lafayette à la Roche-sur-Yon vient compléter le suivi permanent effectué boulevard Victor Hugo à Nantes ainsi que le cycle annuel de suivi de la qualité de l'air en situation de proximité automobile initié en 2005 dans l'agglomération nantaise [2][3][4][5].

Ce rapport présente les niveaux de pollution en dioxyde d'azote, monoxyde de carbone, particules PM10 et benzène enregistrés boulevard Orioux à Nantes du 14 janvier 2009 au 31 décembre 2009 et rue Lafayette à la Roche-sur-Yon du 19 février au 16 décembre 2009.

# Le boulevard Orieux à Nantes

Le boulevard Eugène Orieux à Nantes est un boulevard de contournement situé au nord du centre ville. Il compte 2 voies de circulation. Le rapport hauteur sur largeur du bâti bordant le tronçon du boulevard investigué est de 0,38 (caractéristique d'une rue faiblement « canyon ») et son trafic moyen journalier s'élève à 23 000 véhicules.

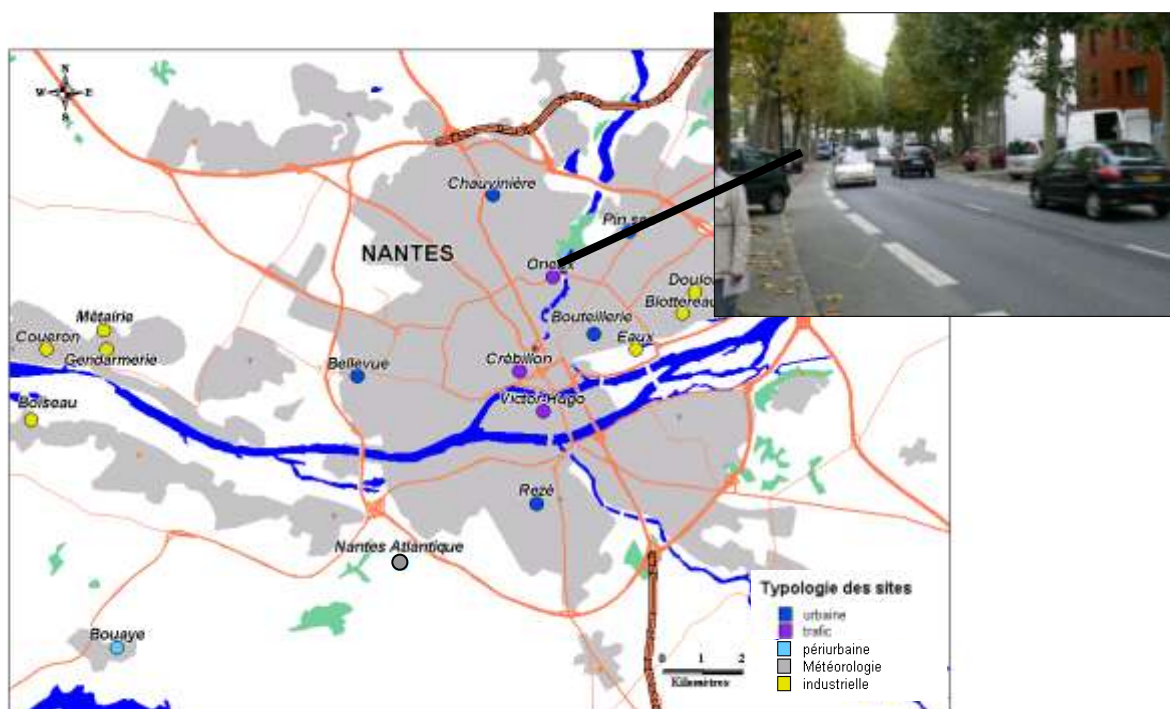


Figure 1 : Localisation du site de mesure à Nantes en 2009

# la rue Lafayette à La Roche-sur-Yon

La rue Lafayette à La Roche-sur-Yon est une voie fréquentée menant à la Place Napoléon au cœur de la ville. Cette rue de type canyon (H/L=1) et à sens unique compte 2 voies de circulation dont une voie de bus. Son trafic moyen journalier s'élève à 6 200 véhicules.

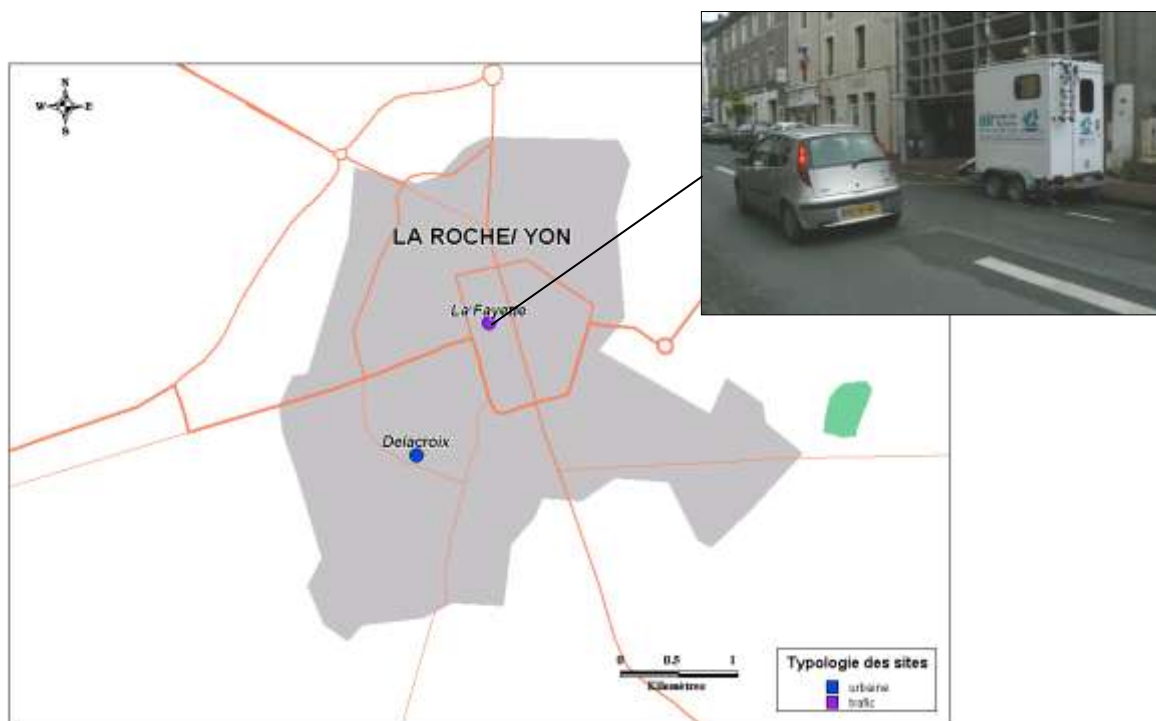


Figure 2 : Localisation du site de mesure à la Roche-sur-Yon en 2009

# le dispositif mis en œuvre

## deux sites de mesure

### boulevard Orioux à Nantes

Du 14 janvier 2009 au 31 décembre 2009, deux armoires mobiles pourvues d'analyseurs d'oxydes d'azote, de monoxyde de carbone et de particules PM10 ont été installées au droit du 40-42 boulevard Eugène Orioux à Nantes. Des mesures de benzène par tubes à diffusion passive sur ce même site de trafic ont complété ce dispositif.

La photographie ci-dessous représente les deux armoires équipées d'analyseurs et implantées, durant la campagne de mesure, boulevard Orioux à Nantes.



Photo 1 : dispositif de prélèvement boulevard Orioux à Nantes

### rue Lafayette à La Roche-sur-Yon

Du 19 février au 16 décembre 2009, un laboratoire mobile équipé d'analyseurs d'oxydes d'azote, de monoxyde de carbone, de particules PM10 et de benzène a été installé au droit du 17 bis rue Lafayette à La Roche-sur-Yon face à la médiathèque. Des mesures de benzène par tubes à diffusion passive sur ce même site de trafic ont complété ce dispositif.

La photographie ci-dessous représente le laboratoire mobile d'Air Pays de la Loire équipé d'analyseurs et installé rue Lafayette à La Roche-sur-Yon durant la campagne de mesure.



Photo 2 : dispositif de prélèvement rue Lafayette à La Roche-sur-Yon

Les critères d'implantation des points de prélèvement sont conformes aux recommandations de la Directive Européenne 2008/50/CE (cf. annexe 4).

## des mesures de dioxyde d'azote, de monoxyde de carbone, de particules PM10 et de benzène en continu

Les principaux polluants d'origine automobile ont été mesurés par analyseurs automatiques :

- les oxydes d'azote selon la norme NFX 43.018 ;
- le monoxyde de carbone selon la norme NFX 43.044 ;
- les particules fines de diamètre inférieur à 10  $\mu\text{m}$  (PM10) utilisant la méthode TEOM (pesées à vibration de fréquence) ajustée à partir d'un module FDMS adapté sur les analyseurs existants et permettant de mesurer les niveaux de particules en temps réel dans leur globalité en tenant compte de la fraction volatile (essentiellement le nitrate d'ammonium) ;
- le benzène.



Photo 3 : un analyseur de particules TEOM équipé d'un module additionnel FDMS



Photo 4 : un analyseur de NOx ou CO

Le suivi du bon fonctionnement des analyseurs est réalisé périodiquement, notamment lors d'opérations de vérification ou d'étalonnage. Ces opérations peuvent être manuelles ou automatiques, réalisées sur site ou télécommandées.

Les opérations d'étalonnage sont effectuées avec des étalons de transfert raccordés au laboratoire d'étalonnage de niveau 2 d'Air Pays de la Loire (airpl.lab). Ce laboratoire est accrédité COFRAC 17025 dans le domaine " chimie et matériaux de référence – mélanges de gaz " depuis le 1<sup>er</sup> août 2004<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Accréditation n° 2-1705 - Portée disponible sur [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr)



## des mesures hebdomadaires de benzène par diffusion passive

Des mesures de benzène par tubes à diffusion passive ont complété le dispositif de mesure.

La méthode de mesure du benzène par tubes à diffusion passive est basée sur le transport par diffusion moléculaire du benzène de l'air extérieur vers une zone de piégeage (cartouche adsorbante) constituée d'un adsorbant spécifique. Le benzène est ainsi retenu et s'accumule sur cette cartouche. Dans la pratique, le tube à diffusion passive est exposé dans l'air ambiant puis envoyé en laboratoire pour l'analyse du benzène piégé sur la cartouche adsorbante.

Cette méthode présente l'avantage de ne pas nécessiter d'alimentation électrique, d'être peu onéreuse et facile à mettre en œuvre. Pour la mesure du benzène, les tubes ont été exposés sur sites durant 7 jours. Les concentrations obtenues correspondent donc à des **teneurs moyennes sur 7 jours**.

Les tubes utilisés sont commercialisés par la société Radiello et font l'objet de plusieurs études de validation en chambre d'exposition [6], [7], [8], [9],[10] et en conditions réelles sur le terrain [7], [10]. Les analyses ont été assurées par le Laboratoire d'Analyses pour la Surveillance de l'Air Inter-Régional.



Photo 5 : tubes à diffusion passive dans leur boîte de protection

## la période de mesure

Cette étude couvre respectivement 11,5 et 9,9 mois de l'année 2009 pour le boulevard Orioux à Nantes et la rue Lafayette à La Roche-sur-Yon.

## mesures automatiques d'oxydes d'azote, monoxyde de carbone et particules PM10

Les niveaux d'oxydes d'azote, monoxyde de carbone, particules PM10 ont été mesurés en continu :

- du 14 janvier 2009 au 31 décembre 2009 boulevard Orioux à Nantes,
- du 19 février au 16 décembre 2009 rue Lafayette à la Roche-sur-Yon.

Les taux de fonctionnement sur l'année 2009 des analyseurs évoluent entre 64 % et 96 % selon le polluant et le site considéré.

	<i>NO2</i>	<i>CO</i>	<i>PM10</i>	<i>C6H6</i>
Boulevard Orioux	95.9%	81.2%	89.9%	-
Rue Lafayette	81.2%	81.1%	80.0%	64%

Les directives européennes préconisant un taux minimal de saisie de données de 90 % pour les mesures fixes, la représentativité des niveaux de pollution pour lesquels le taux de fonctionnement est inférieur à cette valeur a été étudiée (cf. annexe 7).

# les résultats

L'analyse suivante présente :

- l'indice ATMO en 2009 à Nantes et l'indice IQA à La Roche-sur-Yon ;
- la situation des niveaux de pollution d'un point de vue réglementaire.

## les indices de qualité de l'air

En 2009, les indices de qualité de l'air évalués dans les grandes agglomérations des Pays de la Loire sont restés inférieurs à 5 près de 80 % du temps.

Les indices les plus forts signifiant un air dégradé sont le reflet des épisodes de pollution par les poussières fines en début d'année (janvier et avril) et par l'ozone au début de l'été.

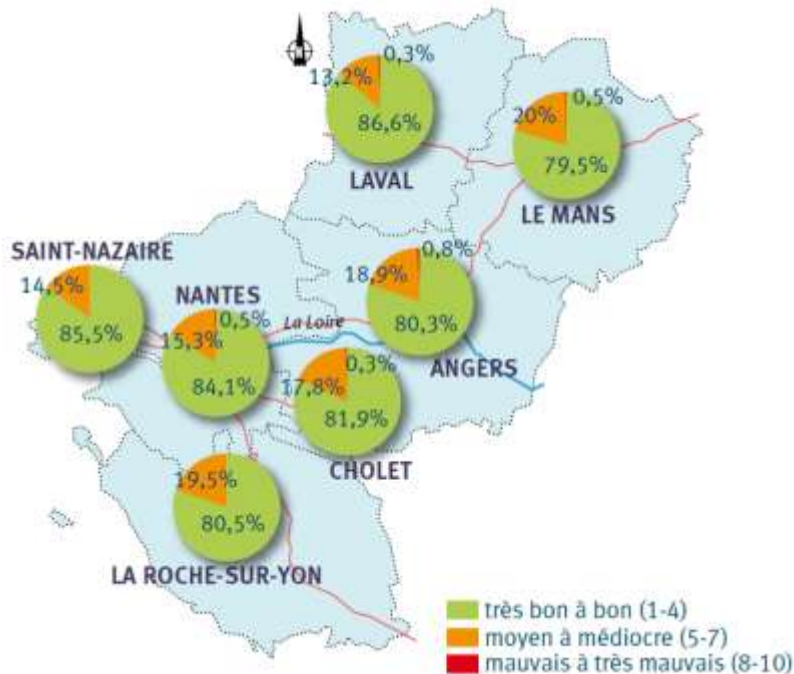


Figure 3 : fréquence des indices de qualité de l'air dans les grandes agglomérations des Pays de la Loire en 2009

### Nantes :

Durant l'année 2009, l'agglomération de Nantes a bénéficié de bons indices de qualité de l'air près de 84 % des jours de l'année (86 % en 2008).

Lors d'un épisode de pollution par les poussières fines en début d'année, la qualité de l'air nantais s'est fortement dégradée, l'indice atteignant alors le niveau 8 les 10 et 11 janvier.

Les conditions météorologiques ensoleillées et chaudes de la seconde quinzaine de juin ont ponctuellement favorisé la formation d'ozone portant l'indice au niveau 6 sur l'agglomération nantaise du 29 juin au 1<sup>er</sup> juillet, et faisant de cette période, la plus dégradée en termes de qualité de l'air.

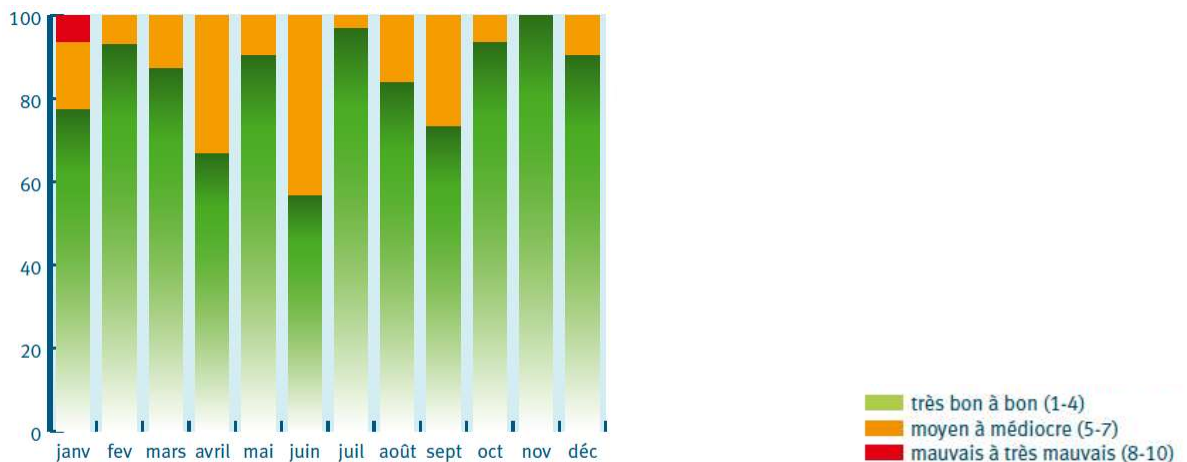


Figure 4 : distribution mensuelle des indices au cours de l'année 2009 à Nantes

## La Roche-sur-Yon

Durant l'année 2009, l'agglomération de La Roche-sur-Yon a globalement bénéficié de bons indices de qualité de l'air plus de 8 jours sur 10 (84% en 2008).

Globalement, l'indice de la qualité de l'air a été influencé par des conditions climatiques favorisant la pollution par les poussières fines en début d'année et par l'ozone au début de l'été.

Aucun indice élevé, supérieur à 7, caractéristique d'une mauvaise qualité de l'air n'a été constaté durant la campagne de mesure.

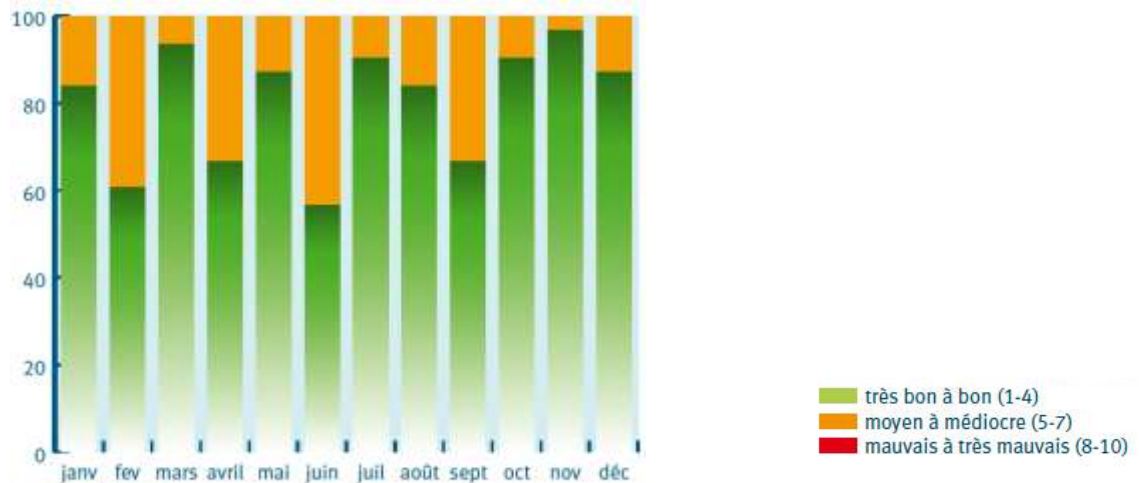


Figure 5 : distribution mensuelle des indices au cours de l'année 2009 à La Roche-sur-Yon

## situation des niveaux de pollution d'un point de vue réglementaire

### 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.

La définition de ces différentes valeurs est reportée en annexe 6.

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. Les mesures réalisées boulevard Orioux à Nantes et rue Lafayette à La Roche-sur-Yon ont été intégrées au dispositif d'information et d'alerte en service dans les Pays de la Loire [11].

### 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 14 janvier 2009 au 31 décembre 2009 boulevard Orioux à Nantes,
- du 19 février au 16 décembre 2009 rue Lafayette à la Roche-sur-Yon.

Une comparaison stricte est permise pour les données dont le taux de fonctionnement atteint 90% (dioxyde d'azote et particules pour le boulevard Orioux) ainsi que pour les données manuelles (benzène boulevard Orioux et rue Lafayette). L'étude de représentativité des résultats montre que les autres niveaux sont également comparables bien qu'a priori sous-estimés.

Les critères d'implantation des points de prélèvements mentionnés dans la directive 2008/50/CE (annexe 4) sont respectés pour les deux sites de mesure.

## la pollution par le dioxyde d'azote

Les boxplots ci-dessous représentent les profils des séries de données mesurées pour le dioxyde d'azote lors des campagnes de mesure.

À titre indicatif, les résultats obtenus à proximité des voies de circulation du boulevard Victor Hugo à Nantes et sur les sites urbains du cimetière de la Bouteillerie à Nantes et de l'impasse Eugène Delacroix à La Roche-sur-Yon sont présentés pour comparaison.

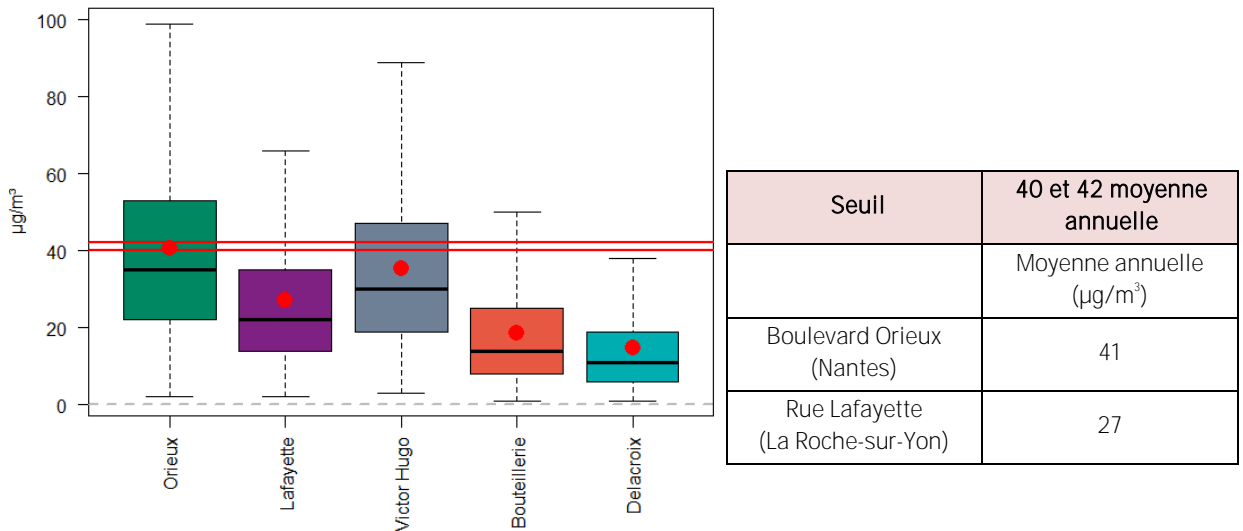


Figure 6 : *boxplots des données de dioxyde d'azote* mesurées lors des campagnes de mesure boulevard Orieux à Nantes et rue Lafayette à La Roche-sur-Yon par rapport à la valeur limite (42 µg/m³ en 2009) *et à l'objectif de qualité* (40 µg/m³) *ainsi qu'aux données annuelles du réseau permanent* : Victor Hugo (trafic) et Bouteillerie (urbaine) à Nantes et Delacroix (urbaine) à La Roche-sur-Yon.

• moyenne — médiane

La **pollution moyenne** par le dioxyde d'azote mesurée boulevard Orieux à Nantes du 14 janvier au 31 décembre 2009 (41 µg/m³) est supérieure à l'**objectif de qualité** fixé à 40 µg/m³ et approche la valeur limite annuelle de référence pour 2009, 42 µg/m³, sans toutefois la dépasser.

La concentration moyenne en dioxyde d'azote mesurée rue Lafayette à La Roche-sur-Yon du 19 février au 16 décembre 2009 (27 µg/m³), bien qu'a priori légèrement sous estimée, est nettement inférieure à l'**objectif de qualité** ainsi qu'à la valeur limite applicables au dioxyde d'azote en 2009. Ces seuils ne devraient donc très probablement pas être dépassés.

Les **seuils horaires** 200 et 210 µg/m³ n'ont été dépassés qu'au niveau du boulevard Orieux à Nantes durant deux heures consécutives. Le maximum horaire a atteint 214 µg/m³ le 14 janvier au matin alors que le trafic était soutenu et les conditions de dispersion peu favorables.

Ces 2 valeurs limites sont donc respectées boulevard Orieux et rue Lafayette sur la période de mesure puisque 175 et 18 heures de dépassement sont respectivement autorisés annuellement pour les seuils horaires 200 µg/m³ et 210 µg/m³ applicables au dioxyde d'azote.

Ces valeurs limites peuvent également s'exprimer en percentiles, percentile 98 pour le seuil 200 et percentile 99,8 pour le seuil 210. Les percentiles calculés à partir des mesures des campagnes sont respectivement de 103 et 134 µg/m³ pour le boulevard Orieux et 74 et 100 µg/m³ pour la rue Lafayette. Dans les deux cas, les percentiles demeurent bien inférieurs aux valeurs limites.



Seuil	200 en moyenne horaire (175 h autorisées)			
	Percentile 98 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Nombre de dépassements	Maximum ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Date du maximum
Boulevard Orieux (Nantes)	103	2	214	14/01/09
Rue Lafayette (La Roche-sur-Yon)	74	0	119	27/02/09

Seuil	210 en moyenne horaire (18 h autorisées)			
	Percentile 99.8 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Nombre de dépassements	Maximum ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Date du maximum
Boulevard Orieux (Nantes)	134	2	214	14/01/09
Rue Lafayette (La Roche-sur-Yon)	100	0	119	27/02/09

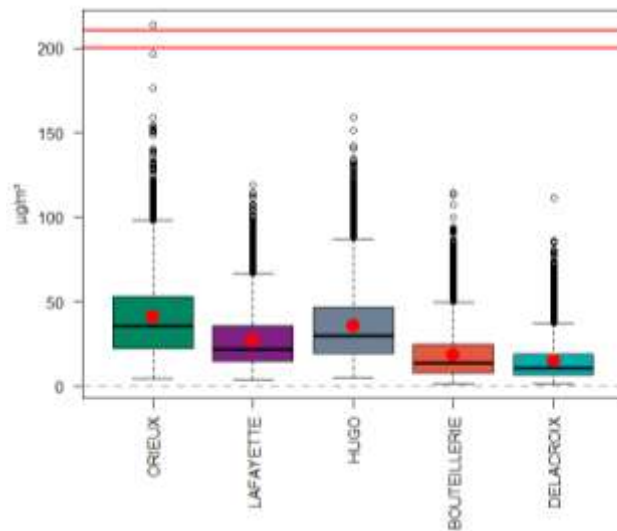


Figure 7 : distribution des moyennes horaires de dioxyde d'azote par rapport aux seuils horaires 200 et 210  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

• moyenne - — médiane

Le **seuil de recommandation et d'information** 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne horaire glissante par pas de ¼ d'heure a été dépassé à 8 reprises boulevard Orieux à Nantes. Ces dépassements ont concerné une unique journée, celle du 14 janvier avec une concentration maximale de 244  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Toutefois, les procédures d'information et d'alerte n'étant déclenchées que lorsque le seuil réglementaire est dépassé sur 2 sites simultanément (dont un site urbain obligatoirement) [11], aucun de ces dépassements n'a conduit au déclenchement d'une telle procédure, l'élévation des niveaux n'ayant pas concerné de site urbain de l'agglomération nantaise.

Le seuil de recommandation et d'information 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  applicable au dioxyde d'azote n'a pas été dépassé rue Lafayette à la Roche-sur-Yon durant la période de mesure. La moyenne horaire glissante maximale, 119  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , y a été atteinte le 27 février.

Seuil	200 en moyenne horaire glissante		
	Nombre de dépassements	Maximum ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Date du maximum
Boulevard Orieux (Nantes)	8	244	14/01/09
Rue Lafayette (La Roche-sur-Yon)	0	119	27/02/09

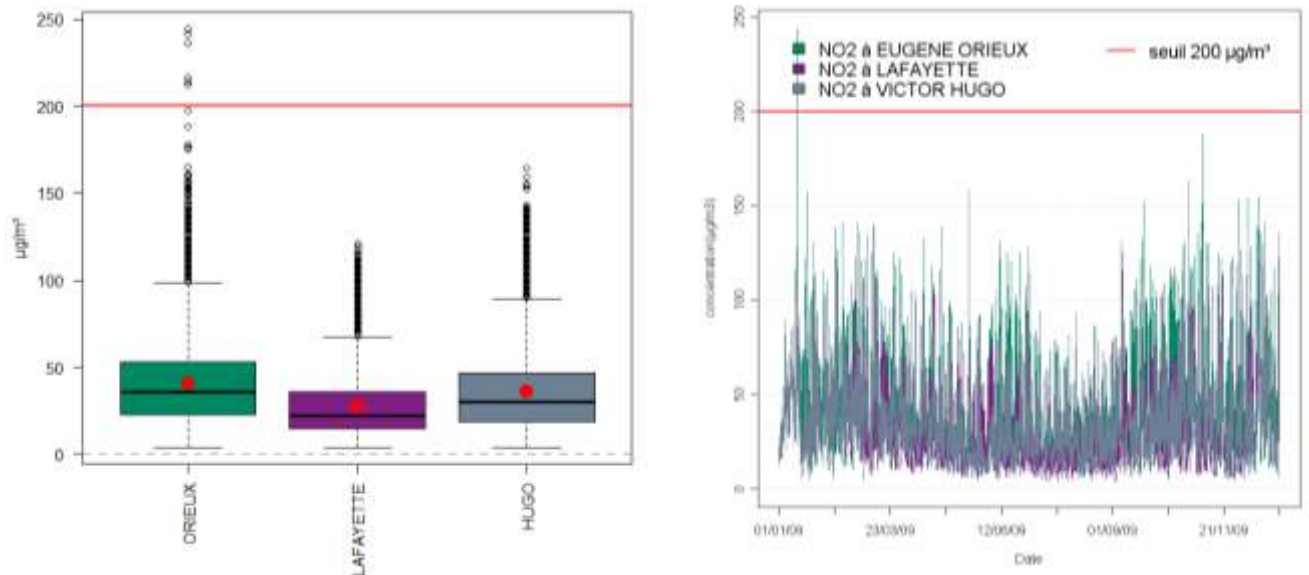


Figure 8 : distribution des moyennes horaires glissantes de dioxyde d'azote par rapport au seuil d'information 200 µg/m³

• moyenne - — médiane

Pour une même agglomération, les niveaux de polluants mesurés à proximité des voies de circulation (boulevard Orieux et rue Lafayette) sont supérieurs à ceux relevés sur des sites urbains non influencés (cimetière de la Bouteillerie et impasse Eugène Delacroix). Cet écart est lié au caractère local de la pollution, les sites du boulevard Orieux et de la rue Lafayette étant directement influencés par le trafic routier, ainsi qu'aux conditions de dispersion des polluants, d'autant plus limitée que la voie est encaissée.

Par ailleurs, la pollution moyenne enregistrée durant la campagne de mesure boulevard Orieux à Nantes est supérieure à celle du site de trafic du boulevard Victor Hugo. Ainsi, avec des trafics moyens journaliers respectifs de 22900 et 28000 véhicules boulevards Orieux et Victor Hugo et des rapports hauteur du bâti sur largeur de rue respectifs de 0,4 et 0,5, d'autres paramètres semblent influencer les niveaux de pollution :

- La proportion de bus et poids lourds fréquentant les voies de circulation. En effet, en Ile de France, Airparif a montré que pour les oxydes d'azote, les émissions moyennes d'un poids lourd sont équivalentes à celles de 9 véhicules particuliers et de 6 véhicules utilitaires légers (parc roulant de l'année 2000, conditions de circulation propres à l'Ile-de-France) [12].
- La vitesse de circulation des véhicules influe également sur les émissions de polluants. Les émissions d'oxydes d'azote augmentent avec la vitesse de circulation.
- La direction du vent. Ainsi, par exemple, la figure ci-dessous montre que le site de mesure automatique du boulevard Victor Hugo présente des niveaux moyens en dioxyde d'azote plus élevés par vents de secteurs sud-est et nord-ouest, régimes de vent plaçant la station de mesure sous l'influence du trafic routier du boulevard. Ce phénomène semble moins marqué pour le boulevard Orieux.

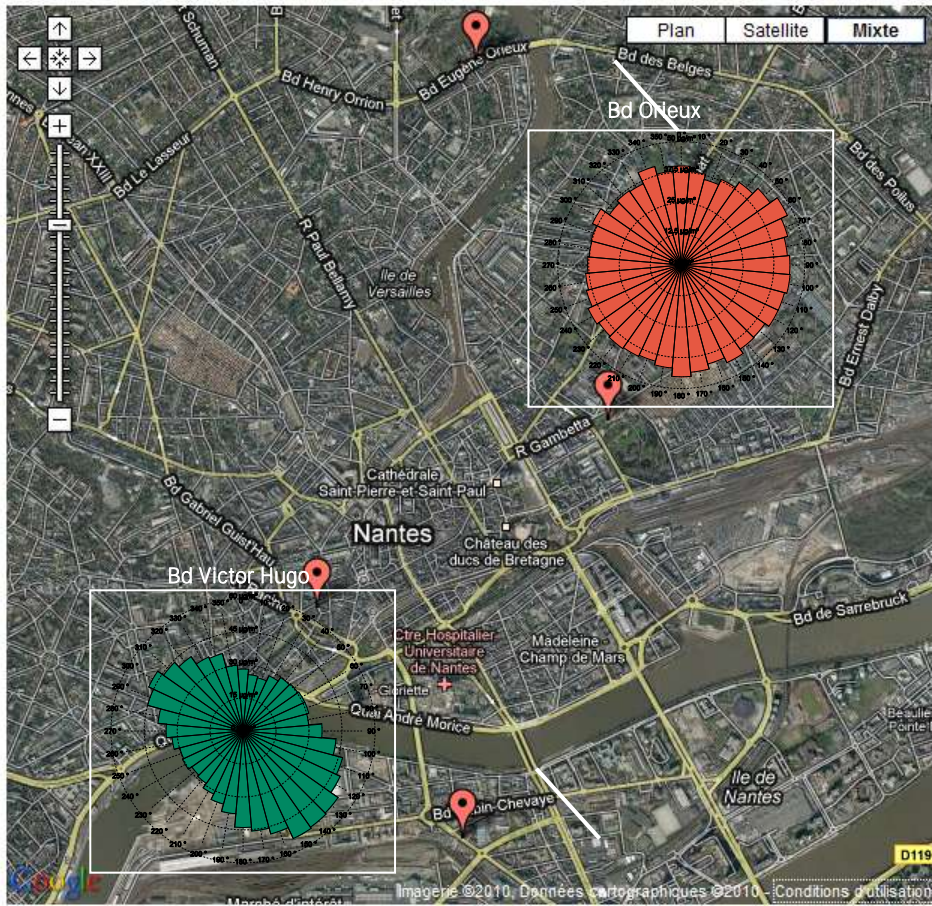


Figure 9 : roses de pollution moyenne pour le dioxyde d'azote boulevard Victor Hugo et boulevard Eugène Orieux à Nantes en 2009.

- la densité du feuillage des arbres bordant les voies de circulation qui peut limiter la dispersion des polluants. Les photographies ci-dessous représentent les emplacements des stations de mesure des boulevards Orieux et Victor Hugo à Nantes. Bien que les paramètres d'implantation des stations de mesure aient été respectés, le feuillage apparemment plus dense du boulevard Orieux pourrait favoriser l'accumulation des polluants au niveau du sol.



Photo 6 : boulevard Orieux (Nantes) - source : Google Maps



Photo 7 : boulevard Victor Hugo (Nantes) - source: Google Maps



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

Cette situation n'est pas spécifique au boulevard Eugène Orieux à Nantes.

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 2000 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 2000 à 2010, soit une valeur limite de  $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2009. Ce durcissement de la réglementation augmente le risque de dépassements potentiels de la valeur limite pour le dioxyde d'azote dans les années à venir.

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 l'avenue du Maréchal Joffre à Nantes en 2006, de la voie des Berges à Angers et de la rue Crébillon à Nantes en 2005, et de l'avenue de la République à St-Nazaire en 2008. D'autres moyennes annuelles ont approché la valeur limite : boulevard Orieux à Nantes en 2009 et rue Paul Bellamy à Nantes en 2007.

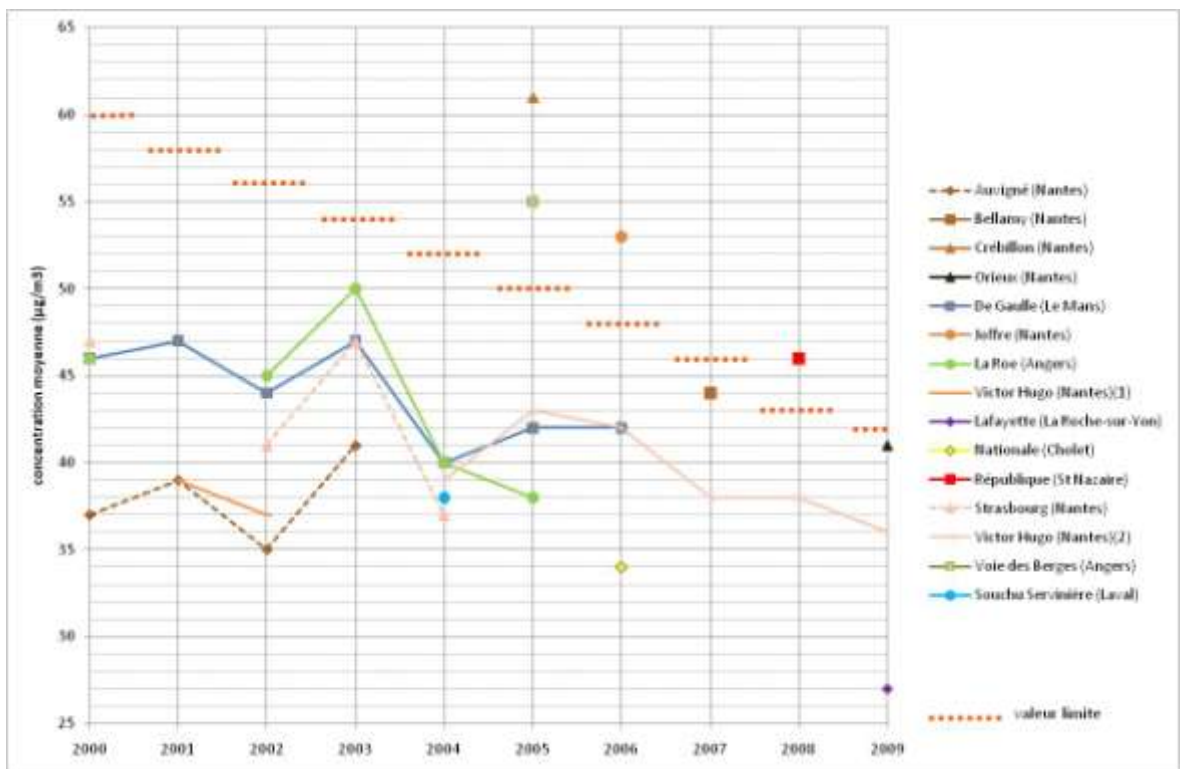


Figure 10 : moyennes annuelles de dioxyde d'azote pour les stations de typologie trafic  
 NB : Souchu servinière (4\*1 mois de mesure)

Ces situations sont à rapprocher du trafic moyen journalier (TMJA) et du rapport  $(H : \text{hauteur du bâti bordant la voie de circulation}) / (L : \text{largeur de la voie de circulation})$ , 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.

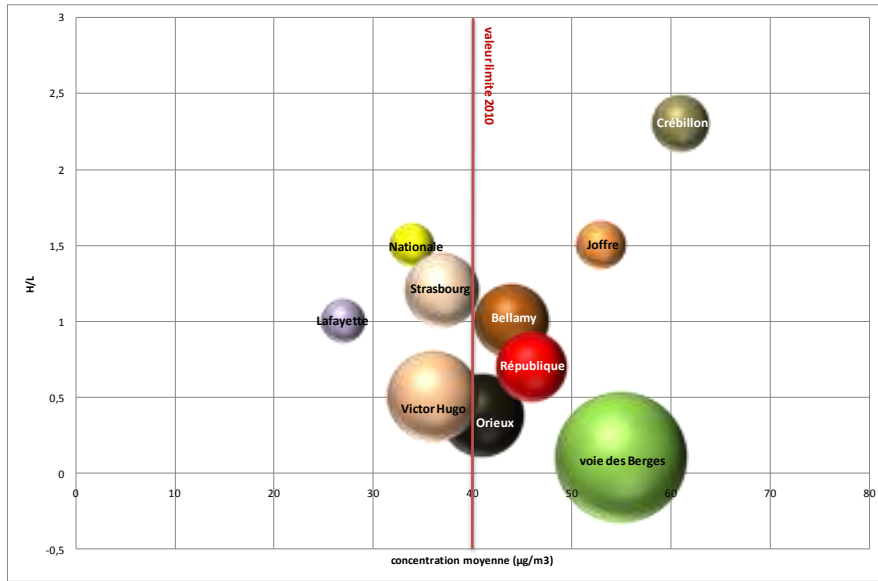
Le graphique ci-dessous représente les moyennes annuelles en dioxyde d'azote en fonction du rapport H/L pour des stations de typologie trafic. Le volume des boules est proportionnel au TMJA. Il fait clairement apparaître que l'élévation de la pollution est surtout liée :

- pour la rue Crébillon à Nantes, à sa configuration particulièrement encaissée ;
- pour la voie des Berges à Angers, à un fort trafic routier.

Les boulevards Victor Hugo et Orieux à Nantes étant relativement aérés<sup>3</sup>, la pollution par le dioxyde d'azote y est davantage liée au trafic routier.

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

<sup>3</sup> une voie de circulation est dite encaissée pour un rapport H/L supérieur ou égal à 0,7



voie	H/L	TMJA
Orioux (Nantes)	0,38	22900
Voie des Berges (Angers)	<0,5	58836
Victor Hugo (Nantes)(2)	0,5	28000
République (St Nazaire)	0,7	16600
Bellamy (Nantes)	1	18300
Lafayette (La Roche-sur-Yon)	1	6200
Strasbourg (Nantes)	1,2	18550
Joffre (Nantes)	1,5	7700
Nationale (Cholet)	1,5	6300
Crébillon (Nantes)	2,3	10700

Figure 11 : représentation des moyennes annuelles en dioxyde d'azote en fonction du rapport hauteur du bâti sur largeur de rue pour des stations de typologie trafic. Le volume des boules est proportionnel au TMJA.

Le graphique ci-dessous représente les distributions des points mesure par rapport au seuil d'information applicable au dioxyde d'azote mesurées à proximité de voies de circulation depuis 2000. Il fait apparaître que les dépassements constatés boulevard Orieux à Nantes ne sont pas isolés puisque pour la majorité des stations de proximité de circulation investiguées antérieurement, de tels dépassements ont été constatés, plus ou moins fréquemment selon les voies.

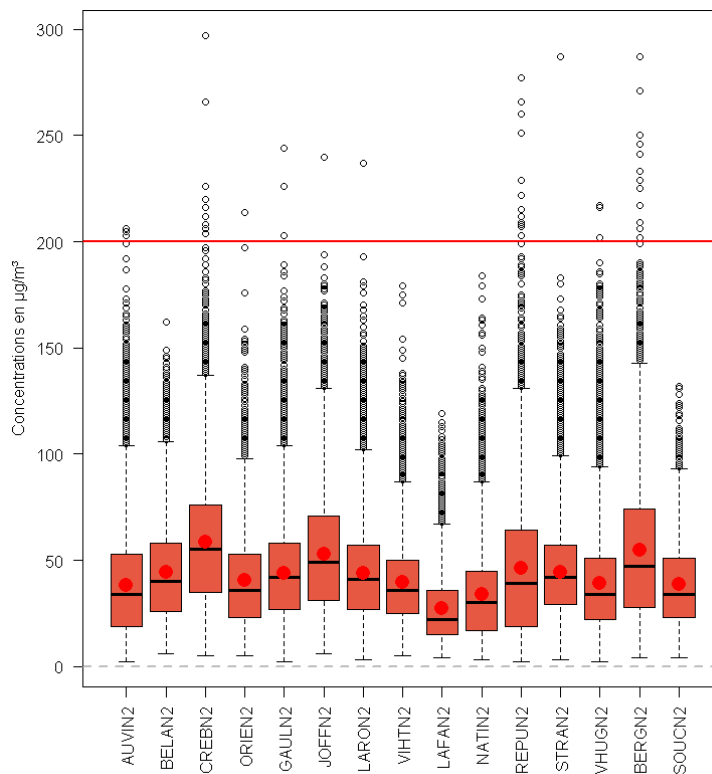


Figure 12 : distributions des points mesure par rapport au seuil d'information applicable au dioxyde d'azote mesurées à proximité de voies de circulation depuis 2000.



## la pollution par les particules fines PM10

Les boxplots ci-dessous représentent les profils des séries de données mesurées pour les particules PM10 lors des campagnes de mesure.

À titre indicatif, les résultats obtenus à proximité des voies de circulation du boulevard Victor Hugo à Nantes et sur les sites urbains du cimetière de la Bouteillerie à Nantes et de l'impasse Eugène Delacroix à La Roche-sur-Yon sont présentés pour comparaison.

La **pollution moyenne** par les particules PM10 mesurée boulevard Orioux à Nantes du 14 janvier au 31 décembre 2009 ( $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) **approche l'objectif de qualité fixé à  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$** , sans toutefois le dépasser. Elle reste par ailleurs très inférieure à la valeur limite annuelle  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La concentration moyenne en particules PM10 mesurée rue Lafayette à La Roche-sur-Yon du 19 février au 16 décembre 2009 ( $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) **est nettement inférieure à l'objectif de qualité** ainsi qu'à la valeur limite applicables aux particules PM10. Ces seuils ne devraient donc très probablement pas être dépassés.

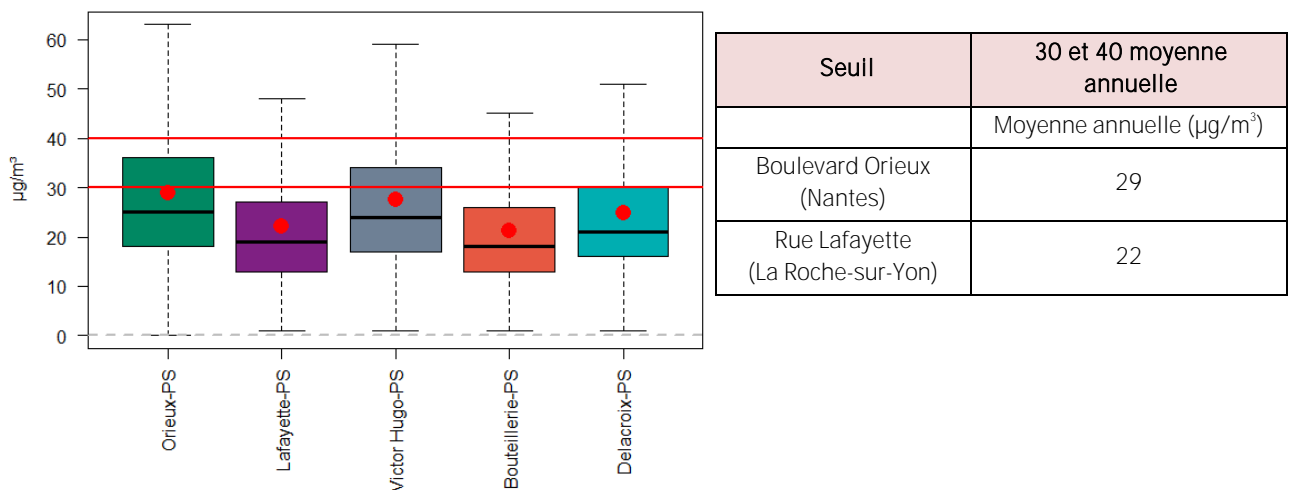


Figure 13 : boxplots des données de particules PM10 mesurées lors des campagnes de mesure boulevard Orioux à Nantes et rue Lafayette à La Roche-sur-Yon par rapport à la valeur limite ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et à l'objectif de qualité ( $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ainsi qu'aux données annuelles du réseau permanent : Victor Hugo (trafic) et Bouteillerie (urbaine) à Nantes et Delacroix (urbaine) à La Roche-sur-Yon.

• moyenne - — médiane

Le seuil de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne journalière applicable aux particules PM10 a été dépassé respectivement à 20 et 8 reprises boulevard Orioux à Nantes et rue Lafayette à La Roche-sur-Yon durant la période de mesure, pour **35 dépassements autorisés par an**. La valeur limite sur l'année n'a donc pas été dépassée. La moyenne journalière a atteint son maximum annuel le 16 décembre boulevard Orioux avec  $86 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , le 22 mars rue Lafayette avec  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

seuil	50 Moyenne journalière (35 j autorisés)			
	Percentile 90,4 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Nombre de dépassements	Maximum ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Date du maximum
Boulevard Orioux (Nantes)	43	20	86	16/12/09
Rue Lafayette (La Roche-sur-Yon)	38	8	65	22/03/09

Ces dépassements sont illustrés sur le graphique suivant représentant les boxplots des moyennes journalières en particules PM10 :

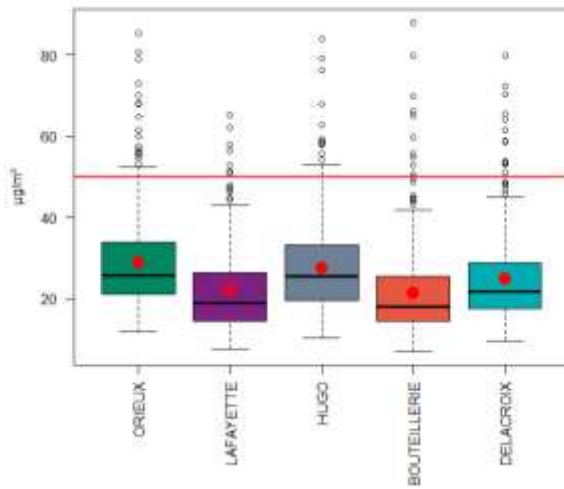


Figure 14 : distribution des moyennes journalières par rapport à la valeur limite 50 µg/m<sup>3</sup> applicable aux particules PM10

• moyenne - — médiane

Enfin, le seuil d'information fixé à 80 µg/m<sup>3</sup>/24 heures pour les particules PM10 a été dépassé boulevard Orioux à Nantes à 52 reprises au total réparties sur 4 journées : les 3 et 4 avril et les 16 et 17 décembre. Ces dépassements, compte tenu de leur caractère isolé, n'ont toutefois pas fait l'objet de procédures d'information. Le seuil d'alerte, 125 µg/m<sup>3</sup>, n'a quant à lui jamais été franchi durant la période de mesure.

La rue Lafayette, comme pour le dioxyde d'azote, semble moins affectée par la pollution par les particules PM10. Les seuils d'information et d'alerte n'y ont pas été dépassés durant la période de mesure.

seuil	80 et 125 Moyenne 24-horaire		
	Nombre de dépassements	Maximum (µg/m <sup>3</sup> )	Date du maximum
Boulevard Orioux (Nantes)	52 (4 jours)	97	17/12/09
Rue Lafayette (La Roche-sur-Yon)	0	69	03/04/09

Le graphique ci-dessous illustre la distribution des moyennes 24-horaires glissantes pour les particules PM10. Il fait apparaître les dépassements du seuil d'information pour les boulevards Orioux et Victor Hugo. Pour ce dernier, les niveaux les plus élevés ont été enregistrés les 11 et 12 janvier et le 3 avril lors d'épisodes de pollution généralisés.

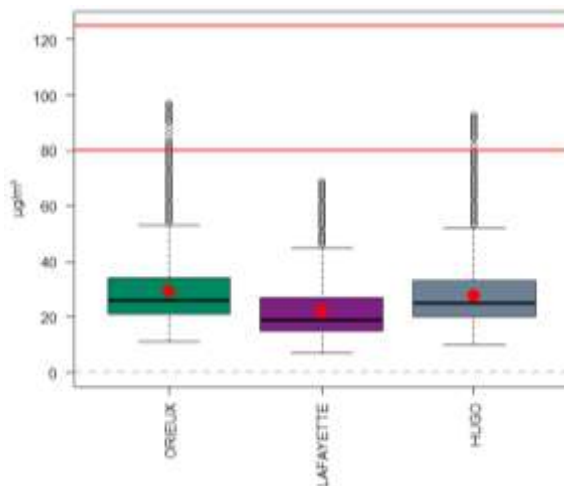
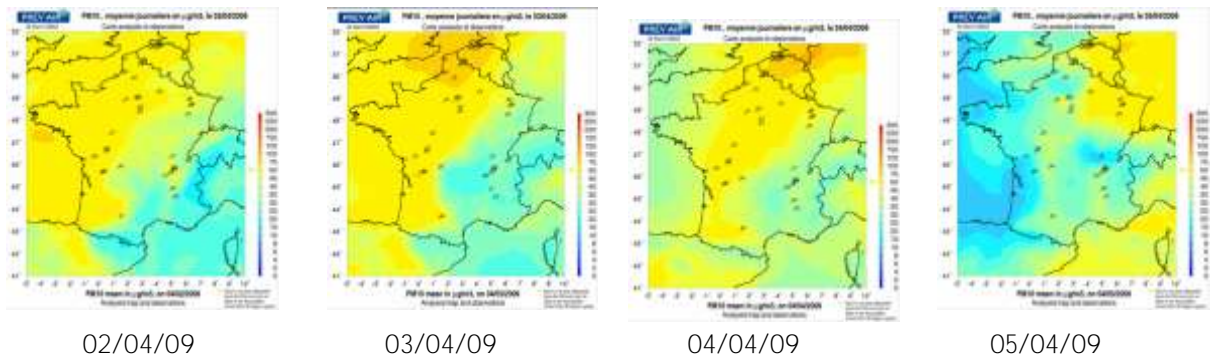


Figure 15 : évolution des moyennes 24-horaires glissantes en particules PM10 durant la campagne de mesure

• moyenne - — médiane

### Exemple de l'épisode pascal :

Lors de cet épisode de pollution, les particules étaient vraisemblablement majoritairement constituées de nitrate d'ammonium (source : Prev'air), composé volatil formé en présence d'oxydes d'azote (trafic routier) et d'ammoniac (épandages agricoles). Ainsi, les concentrations les plus élevées ont été observées au niveau des régions à forte activité agricole. Il semble que des panaches en provenance des pays voisins (Benelux et Pays Bas) aient été enrichis d'émissions locales, conduisant à une élévation des niveaux de pollution sur l'ouest du territoire national. Les cartes d'isoconcentration (issues de la plateforme nationale de prévision PREV'AIR) ci-dessous illustrent la progression du panache de particules du 2 au 5 avril 2009.



Cet épisode est différent de celui observé au début de l'année. En effet, en janvier, la pollution a davantage concerné les grands centres émetteurs tels que les grandes agglomérations par leur trafic routier et le chauffage urbain, ou les zones industrielles. Les conditions de forte stabilité atmosphérique prévalant alors ont conduit au piégeage des particules en limitant leur dispersion, et par voie de conséquence, à une élévation des concentrations.

## la pollution par le monoxyde de carbone

Les niveaux de monoxyde de carbone enregistrés lors des campagnes de mesure boulevard Orioux à Nantes et rue Lafayette à La Roche-sur-Yon restent très inférieurs à la valeur limite 8-horaire (10000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), les niveaux de pointe équivalents atteignant seulement et respectivement 26% et 10% de ce seuil. Cette situation est également observée boulevard Victor Hugo à Nantes et de manière générale sur les sites urbains et de trafic des Pays de la Loire.

seuil	10000 Moyenne 8-horaire maximale journalière		
	Nombre de dépassements	Maximum ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Date du maximum
Boulevard Orioux (Nantes)	0	2567	14/01/09
Rue Lafayette (La Roche-sur-Yon)	0	1027	04/03/09

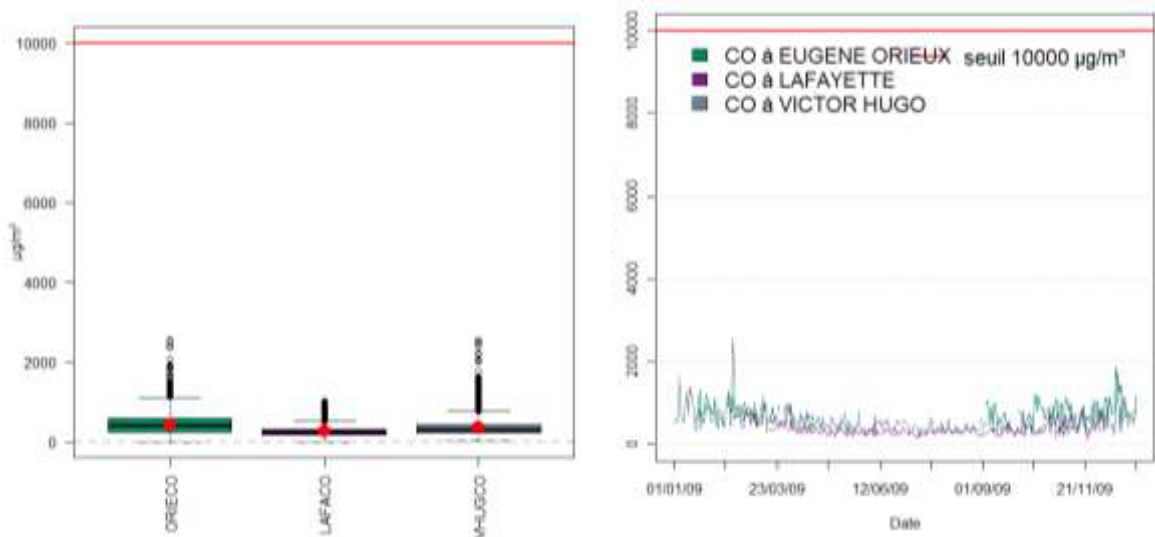


Figure 16 : distribution des moyennes 8-horaires maximales journalières en monoxyde de carbone

Les émissions de monoxyde de carbone sont en baisse depuis 1973 (source CITEPA). En 2008, elles sont principalement dues au trafic routier (20%), à l'industrie manufacturière (36%) et au résidentiel tertiaire (32%). Parallèlement, les concentrations dans l'air ambiant diminuent également comme l'illustre le graphique ci-dessous représentant l'évolution des moyennes annuelles en monoxyde de carbone sur les sites de trafic en Pays de la Loire.

Les valeurs moyennes relevées sur les périodes de mesure sont inférieures au  $\text{mg}/\text{m}^3$  : 431  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le boulevard Orioux et 273  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour la rue Lafayette.

Ces cinq dernières années, la pollution moyenne en monoxyde de carbone mesurée boulevard Victor Hugo à Nantes s'est abaissée d'environ un tiers.

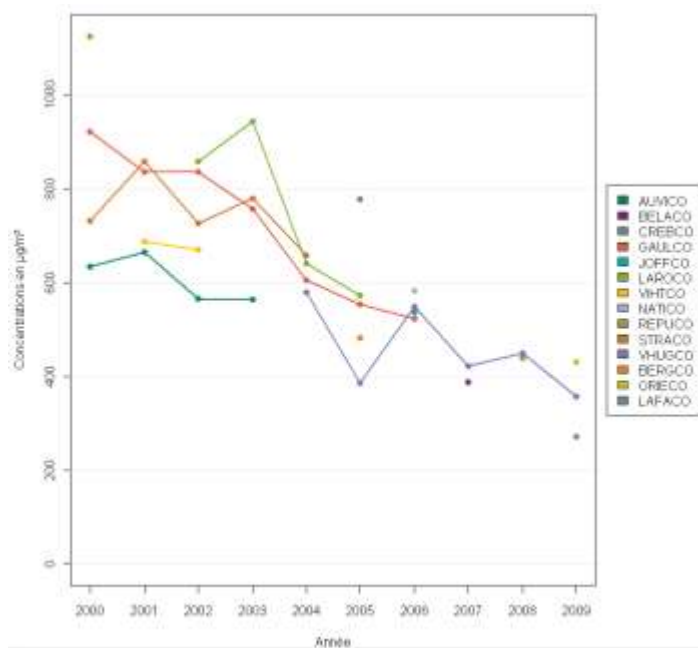


Figure 17 : historique des moyennes annuelles de monoxyde de carbone pour les stations de typologie trafic  
 ORECO : boulevard Orioux ; LAFACO : rue Lafayette

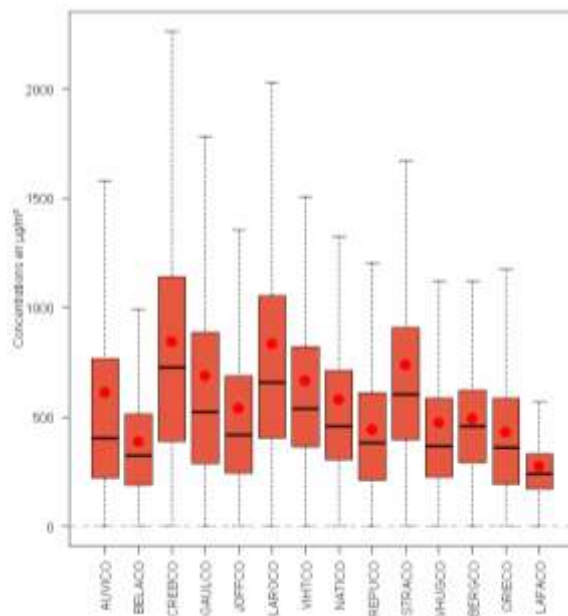


Figure 18 : boxplots par points mesure pour les stations de typologie trafic



## la pollution par le benzène

Le graphique suivant représente la teneur moyenne en benzène<sup>4</sup> mesurée durant les campagnes de mesure. A titre de comparaison, les niveaux annuels moyens enregistrés sur l'ensemble des sites de trafic ainsi que les seuils réglementaires applicables au benzène en 2009 sont reportés sur le graphique.

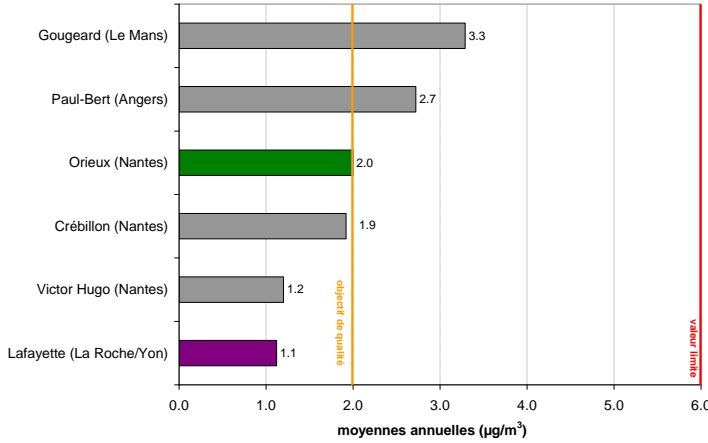


Figure 19 : pollution moyenne annuelle par le benzène sur l'ensemble des sites de trafic surveillés en 2009 au regard des seuils réglementaires applicables en 2009.

Si le niveau moyen en benzène mesuré durant la campagne de mesure à La Roche-sur-Yon (1,1 µg/m<sup>3</sup>) est inférieur à l'objectif de qualité fixé à 2 µg/m<sup>3</sup> pour le benzène, celui enregistré boulevard Orieux à Nantes (2,0 µg/m<sup>3</sup>) l'atteint sans toutefois le dépasser. Ces niveaux moyens sont donc inférieurs à la valeur limite applicable au benzène en 2009, 6 µg/m<sup>3</sup>.

Le graphique ci-dessous illustre les niveaux de BTEX<sup>5</sup> mesurés boulevard Orieux à Nantes et rue Lafayette à La Roche-sur-Yon. Les niveaux moyens relevés sur le site de trafic du boulevard Victor Hugo et le site urbain de fond de Bellevue à Nantes sont également reportés pour comparaison. Le toluène apparaît majoritairement, suivi du m,p-xylène et dans des gammes de concentrations comparables, l'éthylbenzène, le benzène et l'ortho-xylène, selon une répartition proche entre les sites. Les niveaux mesurés en sites de trafic sont supérieurs à ceux relevés en environnement urbain de fond. Selon le polluant, les niveaux relevés boulevard Orioux sont de 2 (benzène) à 2,8 fois (m,p-xylènes) supérieurs à ceux de la rue Lafayette et de 2,2 (benzène) à 3,8 fois (m,p-xylènes et toluène) supérieurs à ceux de Bellevue.

Les niveaux en BTEX mesurés rue Lafayette à La Roche-sur-Yon approchent les concentrations de fond relevées en milieu urbain à Nantes (Bellevue).

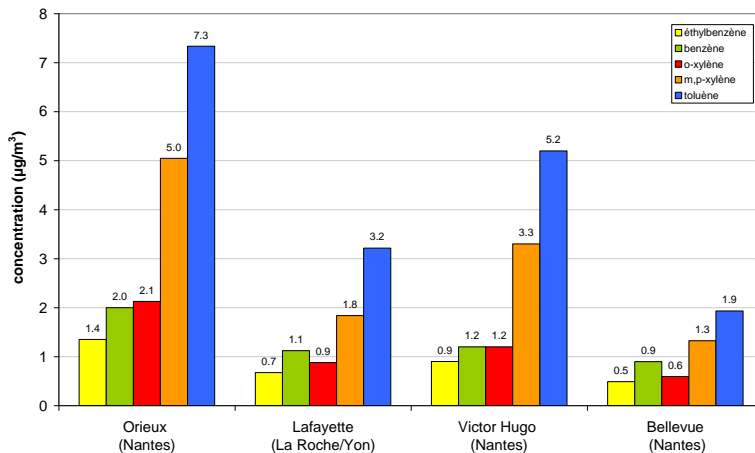


Figure 20 : pollution moyenne par les BTEX durant les campagnes de mesure

<sup>4</sup> Les prélèvements de benzène sont fractionnés sur l'année. Les données manquantes sont reconstituées par des méthodes statistiques pour obtenir une année complète de données.

<sup>5</sup> Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes

# conclusions et perspectives

## situation des niveaux de pollution d'un point de vue réglementaire

Les mesures réalisées du 14 janvier au 31 décembre 2009 boulevard Orioux à Nantes, et du 19 février au 16 décembre 2009 rue Lafayette à la Roche-sur-Yon ont permis de confronter les niveaux de pollution aux seuils réglementaires.

Boulevard Orioux à Nantes, la pollution moyenne en dioxyde d'azote ( $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dépasse l'objectif de qualité et approche la valeur limite en vigueur en 2009 ( $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Un épisode de pollution a par ailleurs conduit à deux dépassements du seuil de recommandation et d'information applicable au dioxyde d'azote.

Cette situation n'est pas spécifique au boulevard Orioux à Nantes. Des dépassements de valeurs limites ont déjà été observés pour le dioxyde d'azote à proximité de certaines voies de circulation. C'est le cas notamment de l'avenue du Maréchal Joffre à Nantes en 2006, de la voie des Berges à Angers et de la rue Crébillon à Nantes en 2005 ou encore de l'avenue de la République à St-Nazaire en 2008, en lien avec un fort trafic ou une combinaison d'émissions de véhicules et de configuration canyon.

Rue Lafayette à La Roche-sur-Yon, aucun dépassement de seuils réglementaires applicables au dioxyde d'azote n'a été constaté durant la période de mesure.

La pollution moyenne par les particules PM10 mesurée boulevard Orioux ( $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) approche l'objectif de qualité fixé à  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sans toutefois le dépasser. Elle reste par ailleurs très inférieure à la valeur limite annuelle  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Deux épisodes de pollution par les particules fines ont conduit au dépassement du seuil d'information au cours de 4 journées (sans donner lieu à un déclenchement de procédure d'information).

La concentration moyenne en particules PM10 mesurée rue Lafayette ( $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) est, quant à elle, nettement inférieure à l'objectif de qualité et à la valeur limite. Ces seuils ne devraient donc très probablement pas y être dépassés.

L'objectif de qualité pour le benzène ( $2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a été atteint boulevard Orioux. Sur les deux axes, la pollution moyenne est nettement inférieure à la valeur limite.

Enfin, pour les deux voies de circulation, les valeurs limites applicables au monoxyde de carbone ont été largement respectées.

## poursuite des mesures en proximité des voies de circulation

En 2010, cette thématique des mesures en situation de proximité automobile se poursuit par deux évaluations annuelles de la qualité de l'air :

- l'une, avenue Mendès France, axe très fréquenté de la ville du Mans ;
- l'autre, à Trignac en bordure de la Nationale 171.

Dans un contexte de durcissement de la réglementation, une vigilance particulière va s'imposer, notamment pour le dioxyde d'azote puisque sa valeur limite annuelle en 2010 ne sera plus que de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , soit  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de moins que la valeur annuelle relevée en 2009 boulevard Orioux à Nantes.

# annexes

- annexe 1 : Air Pays de la Loire
- annexe 2 : techniques d'évaluation
- annexe 3 : types des sites de mesure
- annexe 4 : préconisations pour l'implantation des points de prélèvements selon la directive 2008/50/CE
- annexe 5 : polluants
- annexe 6 : seuils de qualité de l'air 2009, 2008, 2007 ou 2006
- annexe 7 : représentativité des niveaux de pollution
- annexe 8 : évolution temporelle des niveaux de pollution

## annexe 1 : 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 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

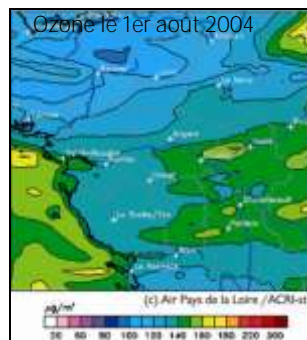
Fonctionnant 24 heures sur 24, le dispositif permanent de surveillance est constitué d'une quarantaine de sites de mesure, déployés sur l'ensemble de la région : principales agglomérations, zones industrielles et zones rurales.

#### 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, airpl.lab 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

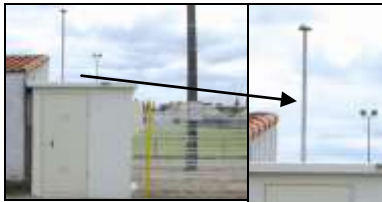
Le site Internet [www.airpl.org](http://www.airpl.org) donne accès à de très nombreuses informations sur la qualité de l'air des Pays de la Loire. Elles sont actualisées toutes les heures. On y trouve les cartes de pollution et de vigilance, les communiqués d'alerte, les indices de la qualité de l'air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

#### des publications largement diffusées

Tous les deux mois, Air Pays de la Loire publie des informations sur la qualité de l'air de la région, grâce à son bulletin trimestriel d'information *Au fil de l'air*. Un rapport annuel dresse par ailleurs un état très complet de la qualité de l'air.

## annexe 2 : techniques d'évaluation

### mesures



#### les sites fixes

C'est le principal moyen de surveillance : il existe une cinquantaine 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 PM<sub>10</sub> ou PM<sub>2,5</sub>, 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<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, 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 3 : 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.



### 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.

## annexe 4 : **préconisations pour l'implantation** des points de prélèvements selon la directive 2008/50/CE

### **Préconisations de la directive 2008/50/CE sur l'implantation des sites de trafic (CO, NO2, benzène et particules)**

le respect des valeurs limites pour la protection de la santé humaine n'est pas évalué dans les emplacements suivants : les chaussées et les terres pleins centraux excepté lorsque les piétons ont normalement accès au terre plein central

#### **macro implantation**

fournir des renseignements sur les endroits des zones et agglomérations où s'observent les plus fortes concentrations auxquelles la population est susceptible d'être directement ou indirectement exposée pendant une période significative par rapport à la période considérée pour le calcul de la ou les valeurs limites

d'une manière générale, les points de prélèvements sont implantés de façon à éviter de mesurer les concentrations dans de très petits micro environnement se trouvant à proximité immédiate. Autrement dit un point de prélèvement doit être implanté de manière à ce que l'air prélevé soit représentatif de la qualité de l'air sur une portion d'au moins 100 m de long

#### **micro implantation**

l'orifice de la sonde de prélèvement est dégagé (libre sur un angle de 270 °), aucun obstacle gênant l'arrivée d'air ne doit se trouver au voisinage de l'échantillonneur qui doit normalement être éloigné des bâtiments, balcons, arbres et autres obstacles de quelques mètres et être situé à au moins 0,5 m du bâtiment le plus proche dans le cas de points de prélèvement représentatifs de la qualité de l'air à la ligne de construction

en règle générale, le point d'admission d'air doit être placé entre 1,5 m et 4 m au dessus du sol

la sonde d'entrée n'est pas placée à proximité immédiate de sources d'émissions afin d'éviter le prélèvement direct d'émissions non mélangées à l'air ambiant

l'orifice de sortie de l'échantillonneur doit être positionnée de façon à éviter que l'air sortant ne recircule en direction de l'entrée de l'appareil

pour tous les polluants, les points de prélèvements doivent être distants d'au moins 25 m de la limite des grands carrefours et d'au moins 4 m du centre de la voie de circulation la plus proche

pour NO2 et CO les entrées ne peuvent être placées à plus de 5 m de la bordure du trottoir

pour le benzène, les particules et le plomb les entrées sont placées à des endroits représentatifs de la qualité de l'air à proximité de la ligne de construction mais pas à plus de 10m de la bordure du trottoir

## annexe 5 : polluants

### les oxydes d'azote (NOx)

Les NOx comprennent essentiellement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). 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 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.

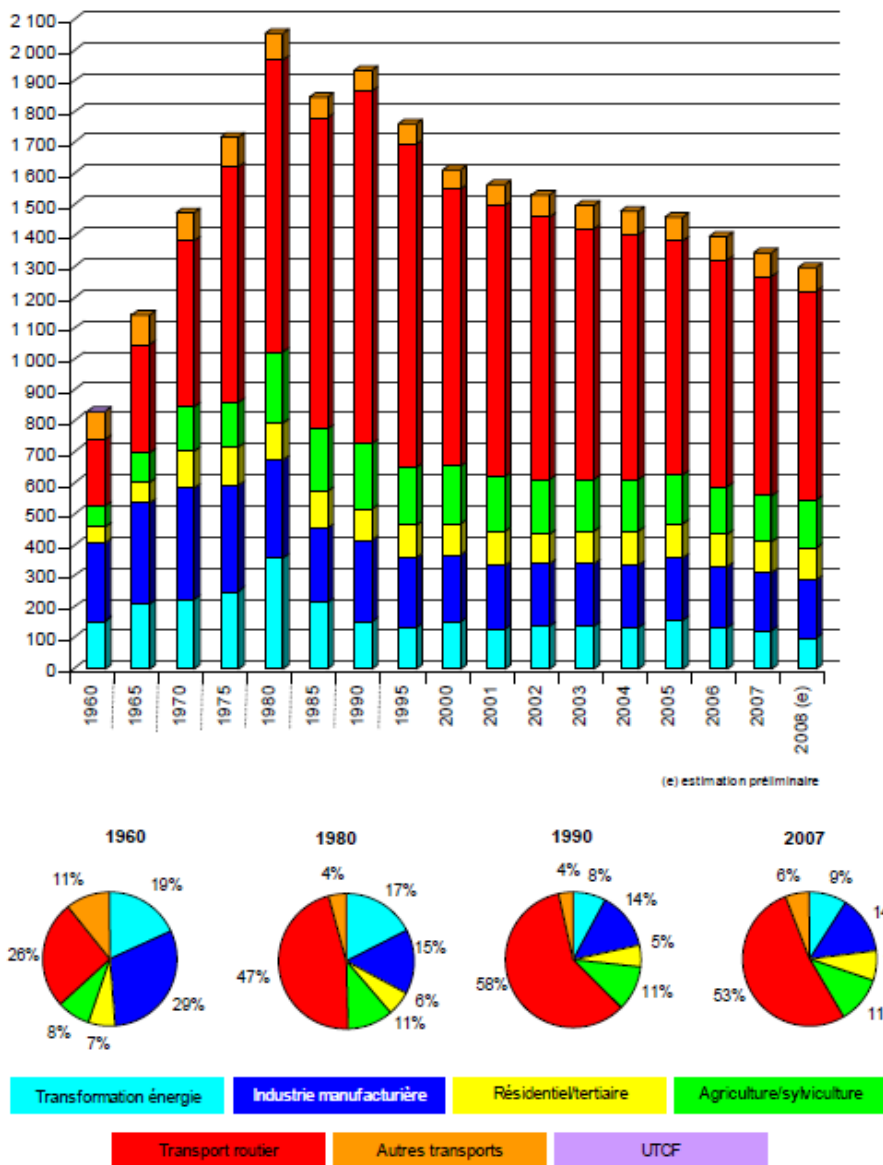


Figure 21 : émissions de NOx en France métropolitaine (kt) (source: CITEPA/CORALIE/ format SECTEN, mise à jour février 2009)[13]

## les particules

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 PM2,5 (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 cancérigènes chez l'homme.

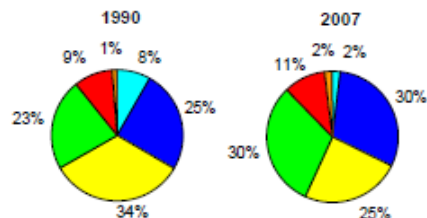
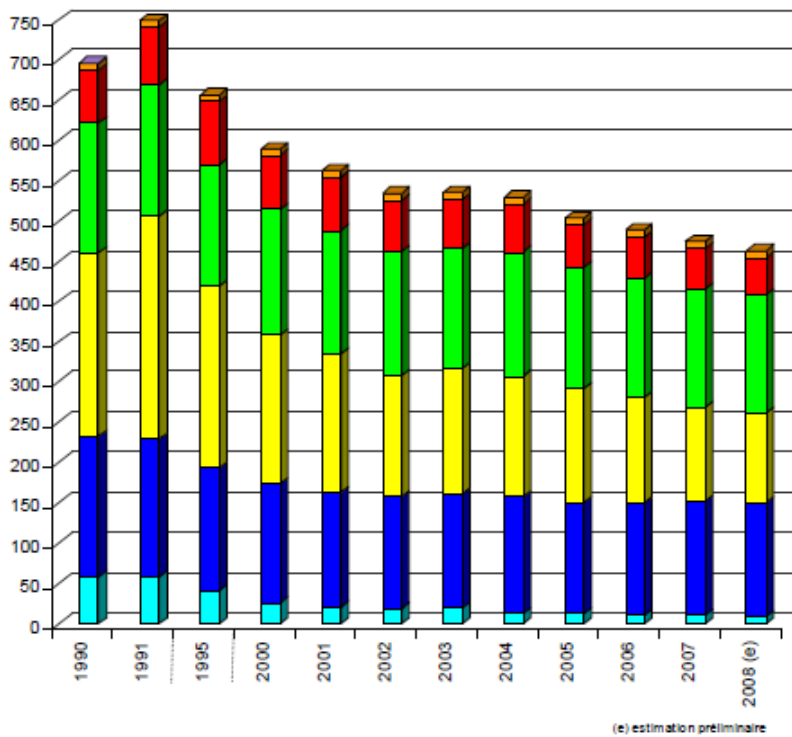


Figure 22 : émissions de PM10 en France métropolitaine (kt) (source: CITEPA/CORALIE/ format SECTEN, mise à jour février 2009)[14]

## les composés organiques volatils (COV)

Ils englobent des composés organiques gazeux que l'on rencontre dans l'atmosphère, dont les principaux sont des hydrocarbures.

Les trois sources principales sont le trafic routier, l'utilisation industrielle ou domestique de peinture, vernis, colle, etc, dont les solvants s'évaporent au cours du séchage, et l'évaporation à partir du stockage d'hydrocarbures. Avec les oxydes d'azote et le monoxyde de carbone, ils contribuent à la formation d'ozone troposphérique.

Les BTEX (appellation regroupant le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes) sont des hydrocarbures monocycliques (HAM) constitués d'un seul cycle benzénique. Les BTEX entrent dans la composition des carburants des réservoirs ou des stations services.

Les effets des COV sont très variables selon le polluant considéré.

Ils sont à l'origine de la formation des photooxydants tels que l'ozone, lui-même responsable de gêne respiratoire chez l'homme. Les COV peuvent aussi directement provoquer des irritations sensorielles (hydrocarbures et formaldéhydes). Des manifestations plus sévères telles que les troubles cardiaques (toluène, chloroforme) et digestifs ou les effets cancérigènes (benzène) et mutagènes, sont liés à des expositions chroniques ou intenses enregistrées dans le passé dans certaines ambiances de travail. Les concentrations relevées dans l'environnement sont très inférieures à ces atmosphères et n'entraînent pas d'expositions aiguës.

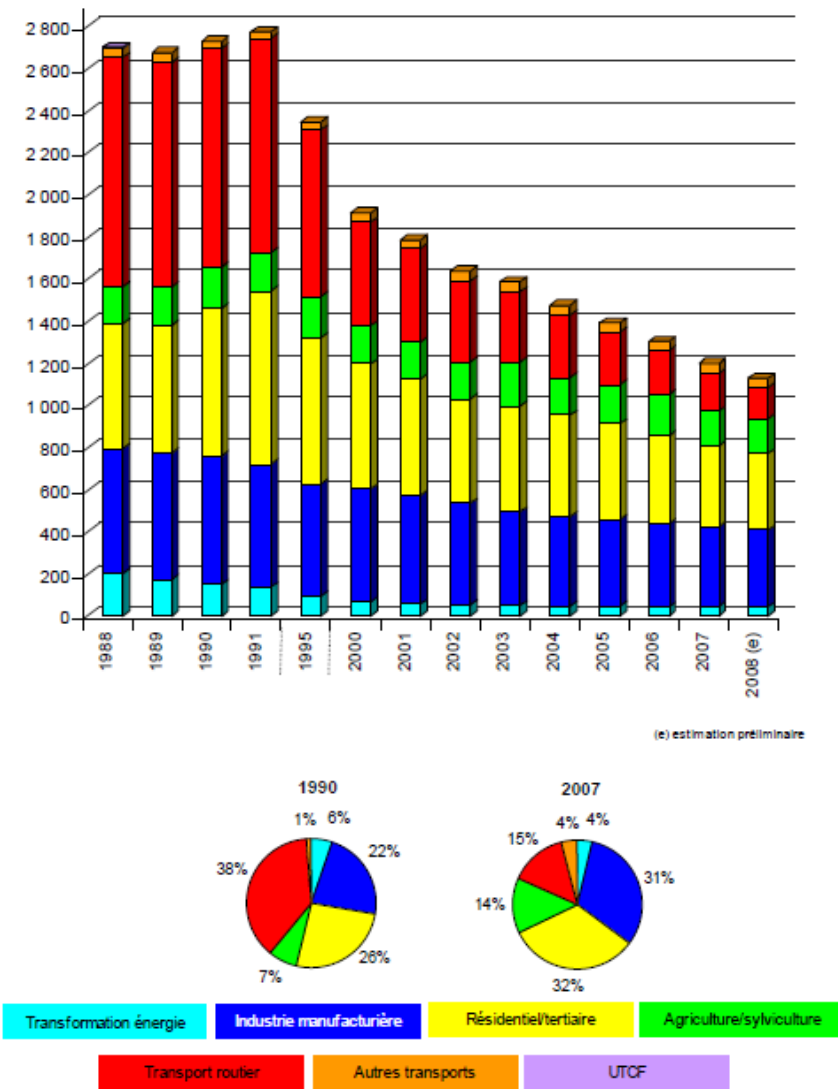


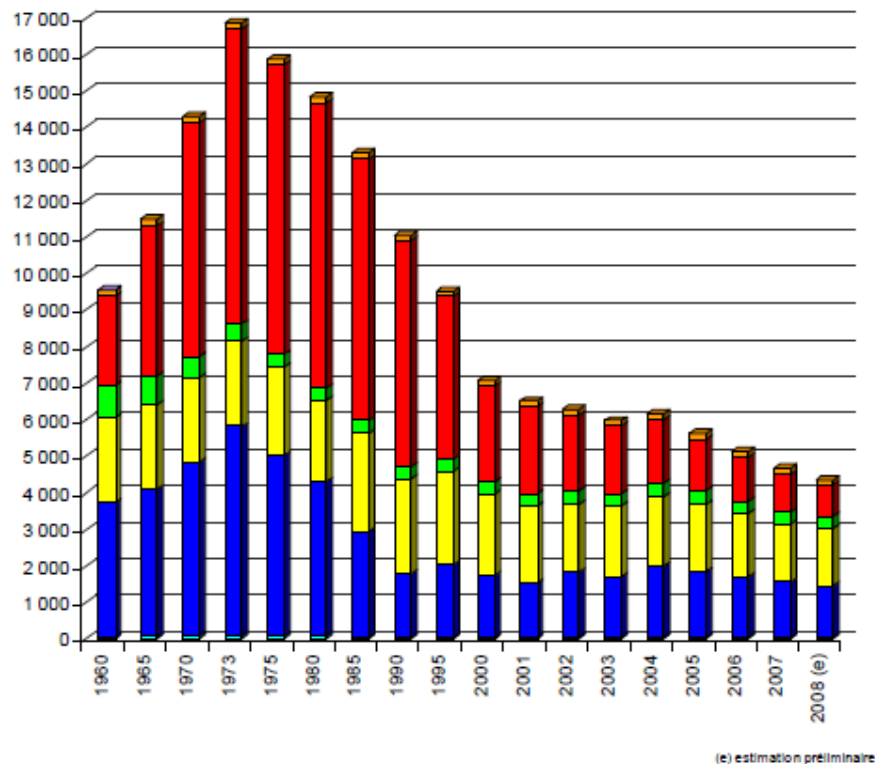
Figure 23 : émissions de COVNM en France métropolitaine (kt) (source: CITEPA/CORALIE/ format SECTEN, mise à jour février 2009)[13]



## le monoxyde de carbone (CO)

Ce gaz provient des combustions incomplètes. Il est émis en grande partie par le trafic routier, le chauffage urbain, collectif ou individuel et l'industrie manufacturière. Dans l'atmosphère, il se combine en partie et à moyen terme avec l'oxygène pour former du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). On le rencontre essentiellement au niveau du sol à proximité des sources d'émission. Il participe avec les oxydes d'azote et les composés organiques volatils, à la formation d'ozone troposphérique.

Le CO est dangereux car non décelable. Son effet toxique se manifeste à de très faibles concentrations en exposition prolongée. Le CO est principalement un poison sanguin. Il se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang conduisant à un manque d'oxygénation du système nerveux, du cœur et des vaisseaux sanguins. Les premiers symptômes de l'intoxication sont les seuls signaux d'alarme : maux de tête, une vision floue, des malaises légers, des palpitations. Si les concentrations de CO sont élevées, l'intoxication se traduit par des nausées, des vomissements, des vertiges ou, plus grave, un évanouissement puis la mort. La gravité de l'intoxication dépend de la quantité de CO fixé par l'hémoglobine. Elle est donc liée à plusieurs facteurs : la concentration de CO dans l'air, la durée d'exposition et le volume respiré.



(e) estimation préliminaire

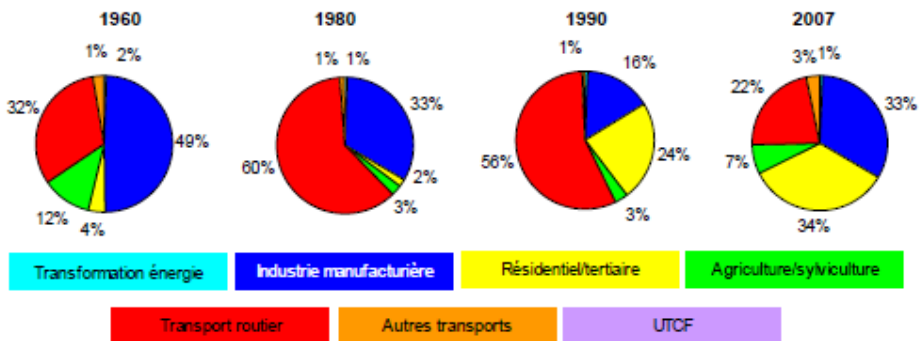


Figure 24 : émissions de CO en France métropolitaine (kt) (source: CITEPA/CORALIE/ format SECTEN, mise à jour février 2009)[13]

## annexe 6 : seuils de qualité de l'air 2009

TYPE DE SEUIL (µg/m <sup>3</sup> )	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, 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  décret 2008-1152 du 07/11/08	Cad- mium	Nickel	Benzo(a) pyrène
valeurs limites	moyenne annuelle	-	42 <sup>(1)</sup>	30 <sup>(2)</sup>	40	30 <sup>(7)</sup>	0,5	6 <sup>(3)</sup>	-	20 <sup>(4)</sup>	-	-	-	-
	moyenne hivernale	-	-	-	-	-	-	-	-	20 <sup>(4)</sup>	-	-	-	-
	moyenne journalière	-	-	-	50 <sup>(5)</sup>	-	-	-	-	125 <sup>(6)</sup>	-	-	-	-
	moyenne 8-horaire maximale du jour	-	-	-	-	-	-	-	10 000	-	-	-	-	-
	moyenne horaire	-	200 <sup>(7)</sup> 210 <sup>(8)</sup>	-	-	-	-	-	-	350 <sup>(9)</sup>	-	-	-	-
seuils d'alerte	moyenne horaire	1 <sup>er</sup> seuil : 240 <sup>(10)</sup> 2 <sup>e</sup> seuil : 300 <sup>(10)</sup> 3 <sup>e</sup> seuil : 360	400 200 <sup>(11)</sup>	-	-	-	-	-	-	500 <sup>(10)</sup>	-	-	-	-
	moyenne 24-horaire	-	-	-	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-
seuils de recommandation et d'information	moyenne horaire	180	200	-	-	-	-	-	-	300	-	-	-	-
	moyenne 24-horaire	-	-	-	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
objectifs de qualité	moyenne annuelle	-	40	-	30	-	0,25	2	-	50	-	-	-	-
objectifs de qualité	moyenne journalière	65 <sup>(2)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne 8-horaire maximale du jour	120 <sup>(12)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne horaire	200 <sup>(2)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AOT 40	6000 <sup>(13)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
valeurs cibles	AOT 40	18 000 <sup>(2)(14)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne annuelle	-	-	-	-	25 <sup>(16)</sup>	-	-	-	-	0,006	0,005	0,02	0,001
	moyenne 8-horaire maximale du jour	120 <sup>(15)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(1) valeur intégrant la marge de tolérance applicable en 2009 : 2 (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 2009 : 1 (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 2009 : 10 (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 2009 : 5 (valeur applicable à compter du 01/01/2010: 25)

**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.

## annexe 7 : représentativité des niveaux de pollution

### représentativité des niveaux de pollution

La représentativité des niveaux de pollution mesurés lors des campagnes de mesure a été examinée par rapport aux années précédentes pour les données issues d'analyseurs dont le taux de fonctionnement est inférieur aux recommandations. Cet examen permet d'évaluer si les niveaux enregistrés lors des campagnes de mesure peuvent être comparés aux seuils réglementaires établis à l'échelle annuelle.

Le site de trafic du boulevard Victor Hugo à Nantes sert de référence.

Les niveaux sont comparés aux niveaux mesurés durant les mêmes périodes de mesure en moyenne de 2005 à 2008 afin notamment d'intégrer les variations des paramètres météorologiques et de trafic.

Boulevard Orioux à Nantes, du 14 janvier au 31 décembre 2009 :

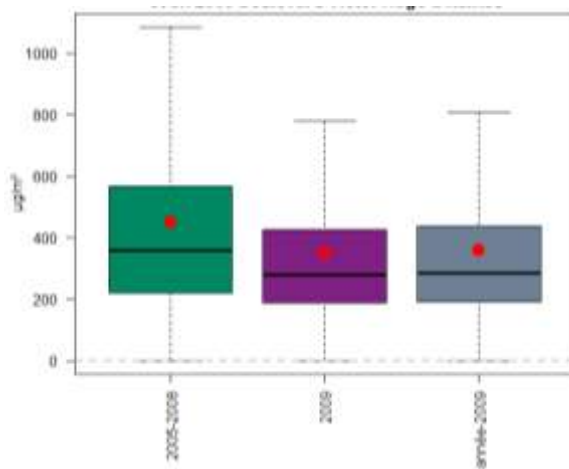


Figure 25 : Boxplots des concentrations de monoxyde de carbone mesurées boulevard Victor Hugo à Nantes respectivement du 14 janvier au 31 décembre 2005 à 2008, du 14 janvier au 31 décembre 2009 et durant l'année 2009.

• moyenne — médiane

Par rapport aux périodes de mesure similaires et antérieures, le niveau moyen en monoxyde de carbone mesuré durant la campagne de mesure boulevard Victor Hugo à Nantes est inférieur de 23 % ( $348 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne). En comparaison au niveau moyen mesuré sur l'année 2009, l'écart est minime puisqu'il n'est inférieur que de 3%. La pollution en monoxyde de carbone enregistrée boulevard Victor Hugo à Nantes durant la campagne de mesure du boulevard Orioux peut donc être considérée comme ayant une représentativité satisfaisante de la pollution annuelle. Le boulevard Orioux étant soumis aux mêmes conditions météorologiques que le boulevard Victor Hugo, et le trafic moyen sur la période de non fonctionnement de l'analyseur de monoxyde de carbone subissant peu de variations par rapport au trafic moyen journalier annuel, ce résultat est supposé être transposable au boulevard Orioux.

Une évaluation de la probabilité de dépassement des valeurs de référence annuelles peut être réalisée sur la base des données disponibles.

Rue Lafayette à La Roche-sur-Yon, du 19 février au 16 décembre 2009 :

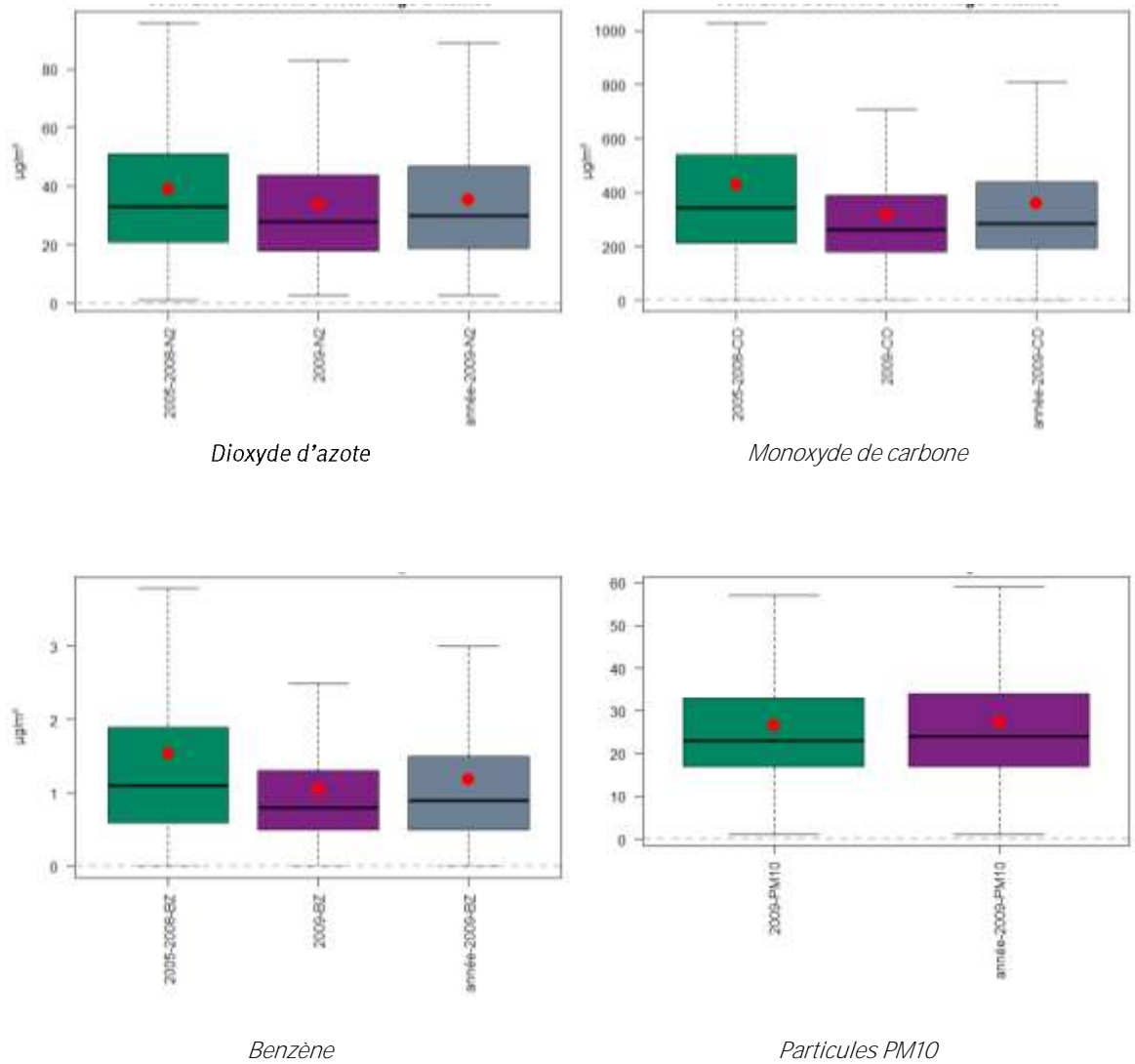


Figure 26 : Boxplots des concentrations de polluants mesurées boulevard Victor Hugo à Nantes respectivement du 19 février au 16 décembre 2005 à 2008, du 19 février au 16 décembre 2009 et durant l'année 2009 pour le dioxyde d'azote, le monoxyde de carbone et le benzène, et du 19 février au 16 décembre 2009 et durant l'année 2009 pour les particules PM10.

• moyenne - — médiane

	Moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 19 février-16 décembre 2009	moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 19 février-16 décembre 2005-2008	$\Delta$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	$\Delta\%$
NO2	34,0	39,0	-5,0	-12,8%
CO	317	429	-112,0	-26,1%
C6H6	1,0	1,5	-0,5	-32,0%

	Moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 19 février-16 décembre 2009	moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) année 2009	$\Delta$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	$\Delta\%$
NO2	34,0	35,5	-1,5	-4,2%
CO	317	358	-41	-11,5%
C6H6	1,0	1,2	-0,2	-12,6%
PM10	26,6	27,5	-0,9	-3,3%

Boulevard Victor Hugo à Nantes, les niveaux moyens mesurés durant la période de mesure de la rue Lafayette à La Roche-sur-Yon sont inférieurs à la fois aux niveaux moyens mesurés ces 4 dernières années durant cette même période (de 13 à 32% selon le polluant) et aux niveaux moyens annuels en 2009 (de 3 à 13% selon le polluant). Ceci suggère une probable sous estimation de la pollution mesurée rue Lafayette.

En effet, comme l'indique l'évolution temporelle des niveaux de polluants au cours de l'année, pour l'ensemble des polluants la pollution est plus élevée l'hiver que l'été, du fait de conditions météorologiques moins dispersives et d'émissions polluantes plus importantes en période hivernale (démarrage à froid des moteurs, chauffage...). Le taux de non fonctionnement des analyseurs se concentrant sur le début et la fin de l'année, c'est-à-dire en période froide, ce résultat pouvait être attendu.

L'écart relatif demeure plutôt faible entre les niveaux annuels et ceux mesurés durant la période de mesure à La Roche-sur-Yon pour le dioxyde d'azote et les particules PM10. La pollution enregistrée peut donc être considérée comme ayant une représentativité satisfaisante de la pollution annuelle bien qu'a priori légèrement sous estimée.

Concernant le monoxyde de carbone, les niveaux mesurés rue Lafayette seraient davantage sous estimés mais les risques de dépassement de seuil réglementaire sont peu probables pour ce polluant.

Enfin, pour le benzène, des données issues de prélèvements hebdomadaires étant par ailleurs disponibles, elles seront préférées aux données automatiques pour l'évaluation de la probabilité de dépassement des valeurs de références annuelles.

## mesures hebdomadaires de benzène

Les mesures hebdomadaires de benzène ont été fractionnées en 4 séquences réparties sur l'année, soit respectivement pendant 33 et 38% de l'année 2010 boulevard Orioux à Nantes et rue Lafayette à La Roche-sur-Yon.

Ce taux est conforme aux préconisations de la directive européenne 2008/50/CE qui indique une période minimale de 14 % pour les mesures indicatives.

séquence	début	fin
1	17-févr.	23-févr.
	23-févr.	2-mars
2	26-mai	2-juin
	2-juin	8-juin
	8-juin	15-juin
	15-juin	22-juin
	22-juin	1-juil.
3	31-août	7-sept.
	7-sept.	14-sept.
	14-sept.	21-sept.
	21-sept.	29-sept.
4	29-sept.	5-oct.
	16-nov.	23-nov.
	23-nov.	30-nov.
	30-nov.	8-déc.
	8-déc.	14-déc.
	14-déc.	21-déc.

Tableau 1 : Séquençage pour le prélèvement du benzène Boulevard Orioux à Nantes

séquence	début	fin
1	17-févr.	23-févr.
	23-févr.	3-mars
	3-mars	9-mars
	9-mars	16-mars
	16-mars	23-mars
2	25-mai	2-juin
	2-juin	8-juin
	8-juin	15-juin
	15-juin	22-juin
3	22-juin	29-juin
	31-août	7-sept.
	7-sept.	14-sept.
	14-sept.	21-sept.
4	21-sept.	28-sept.
	28-sept.	5-oct.
	16-nov.	24-nov.
	23-nov.	30-nov.
	30-nov.	7-déc.
	7-déc.	14-déc.
	14-déc.	22-déc.

Tableau 2 : Séquençage pour le prélèvement du benzène rue Lafayette à la Roche-sur-Yon



## annexe 8 : évolution temporelle des niveaux de pollution

### évolution au cours de la journée

Les graphiques suivants représentent le comportement moyen sur la durée des campagnes de mesure des niveaux de polluants à chaque heure de la journée.

Ces cycles journaliers se caractérisent par deux hausses de l'ensemble des polluants :

- le matin, lors de la pointe du trafic routier due aux déplacements domicile-travail ainsi qu'aux conditions météorologiques matinales (température, inversion de température...) peu favorables à la dispersion des polluants ;
- le soir, en corrélation avec l'heure de pointe de trafic.

Ainsi, les deux dépassements du seuil horaire  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  enregistrés boulevard Orioux à Nantes ont été mesurés à l'heure de pointe du matin le 14 janvier.

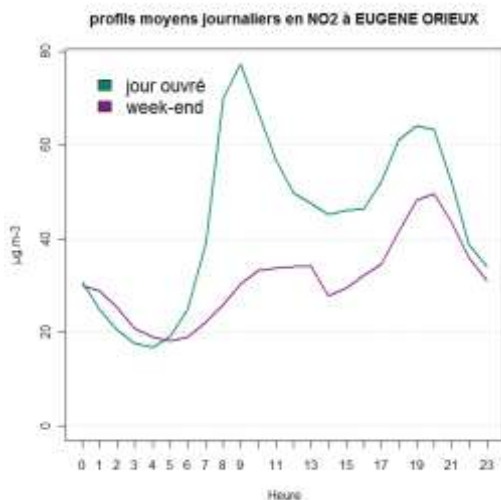
Les profils journaliers pour les oxydes d'azote et le monoxyde de carbone sont plus marqués (surtout le pic du matin pour le monoxyde de carbone) que pour les particules PM10.

Globalement, pour l'ensemble des polluants, les niveaux de pointe en oxydes d'azote mesurés boulevard Orioux sont plus élevés que ceux enregistrés boulevard Victor Hugo, eux-mêmes supérieurs aux niveaux de la rue Lafayette. En moyenne, les pics de pollution mesurés le matin atteignent conjointement leur maximum quelque soit la voie de circulation (vers 9h), tandis que le pic du soir se produit plus précocement rue Lafayette (18h au lieu de 19h à Nantes).

Les profils des BTEX mesurés par analyseur automatique rue Lafayette ont également été représentés. Les pointes du matin et du soir y sont nettement marquées en lien avec le trafic routier. Les niveaux des différents BTEX sont fortement corrélés. Ethyl-benzène, benzène et ortho-xylène évoluent dans des gammes de concentrations très proches, le xylène se retrouve à des concentrations supérieures à ces 3 espèces, lui-même en moindre concentration que le toluène.

Les samedis et les dimanches, les profils sont plus amortis et présentent une hausse régulière des concentrations. Les heures de pointe du trafic sont plus tardives le weekend.

### Boulevard Eugène Orieux (Nantes)



### Rue Lafayette (La Roche-sur-Yon)

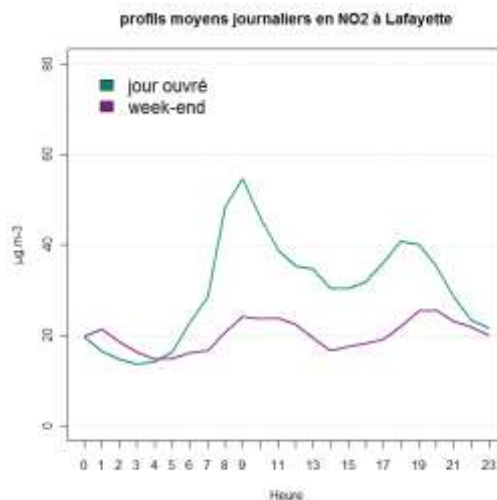


Figure 27 : profils moyens journaliers en dioxyde d'azote

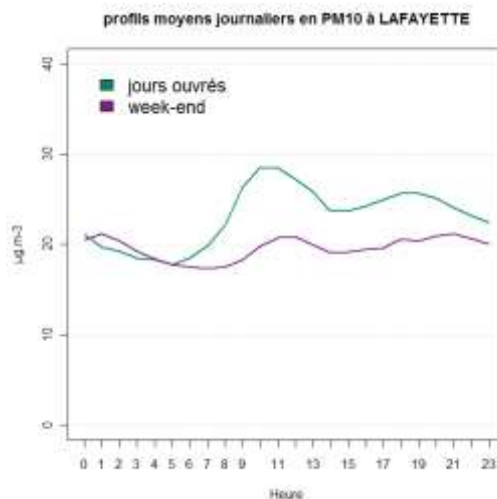
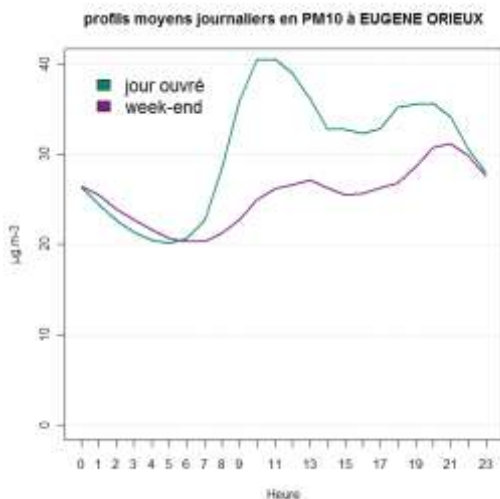


Figure 28 : profils moyens journaliers en particules PM10

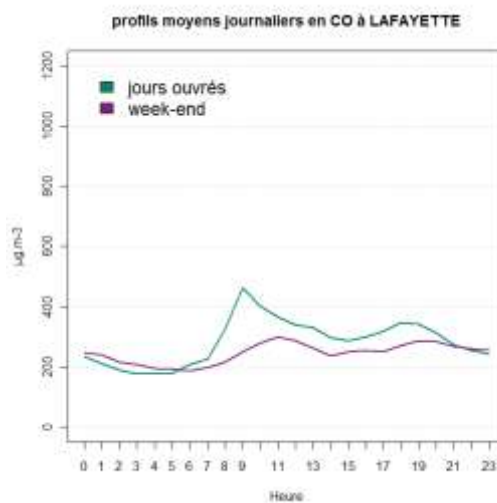
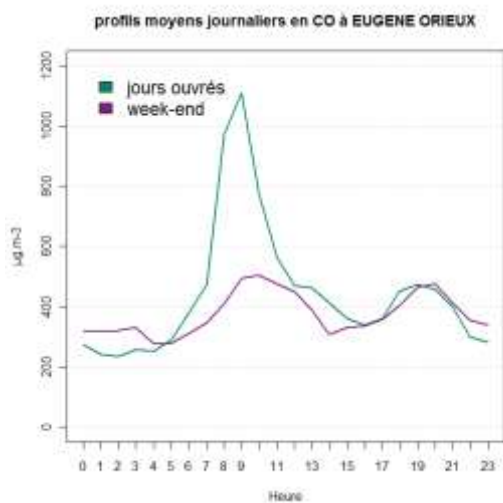


Figure 29 : profils moyens journaliers en monoxyde de carbone

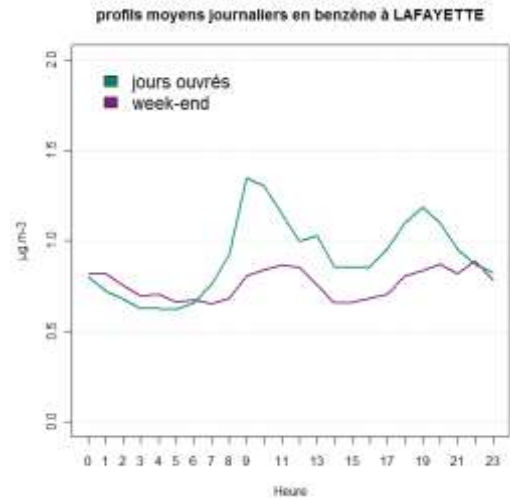


Figure 30 : profil moyen journalier en benzène

*Comparaison au boulevard Victor Hugo :*

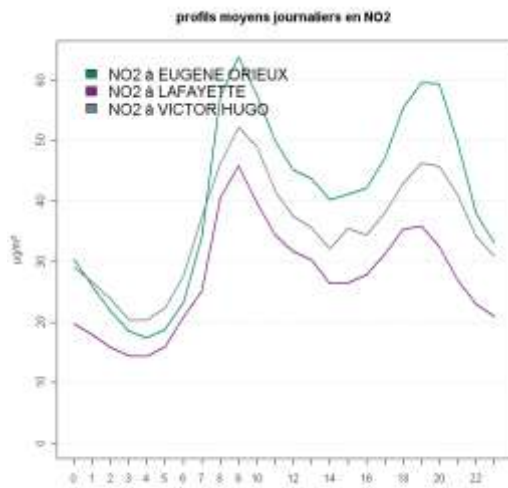


Figure 31 : profil moyen journalier en dioxyde d'azote

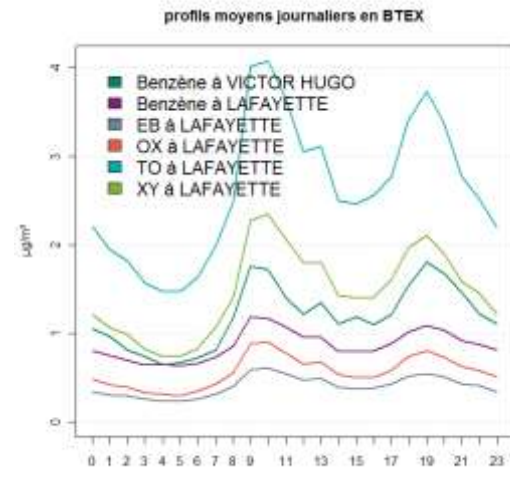


Figure 32 : profil moyen journalier en BTEX

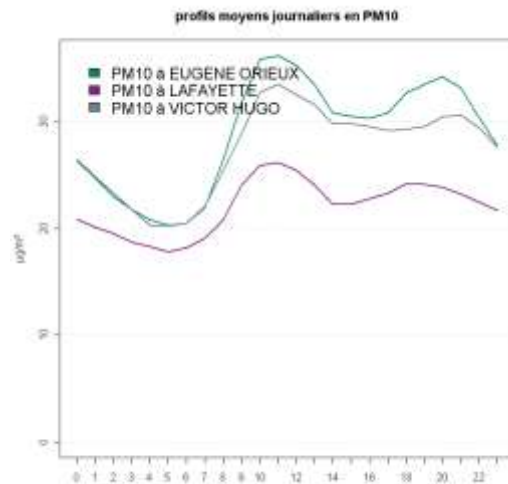


Figure 33 : profil moyen journalier en particules PM10

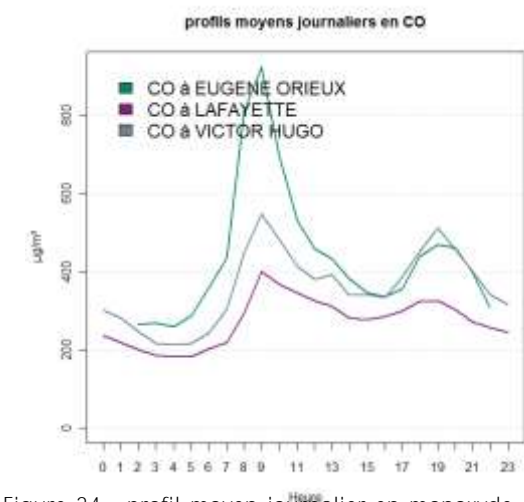


Figure 34 : profil moyen journalier en monoxyde de carbone

## évolution hebdomadaire

Les graphiques suivants illustrent l'évolution temporelle des niveaux de polluants durant la semaine.

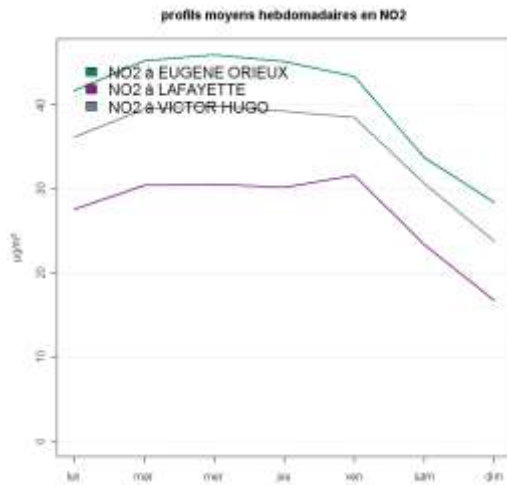


Figure 35 : évolution hebdomadaire des niveaux de dioxyde d'azote

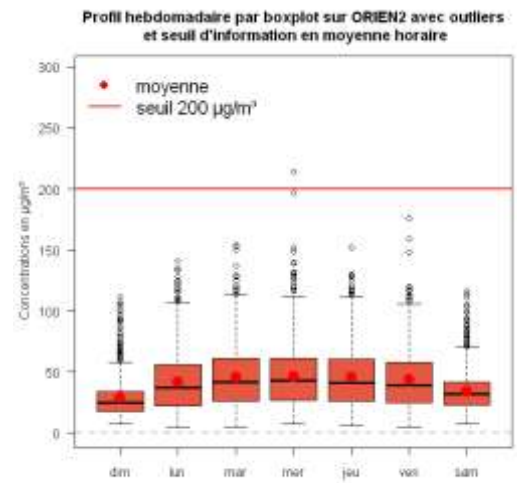


Figure 36 : profil moyen hebdomadaire par boxplot en dioxyde d'azote boulevard Orioux par rapport au seuil d'information

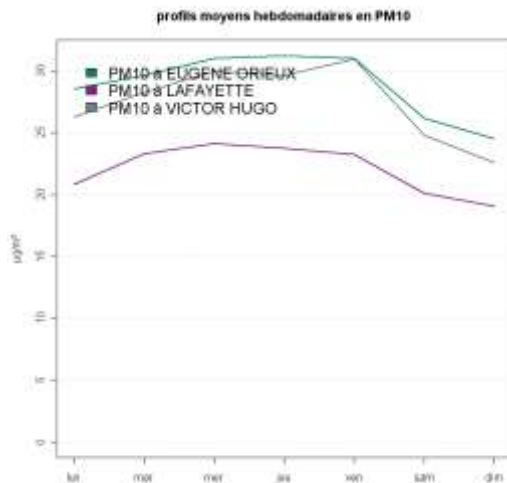


Figure 37 : évolution hebdomadaire des niveaux de particules PM10

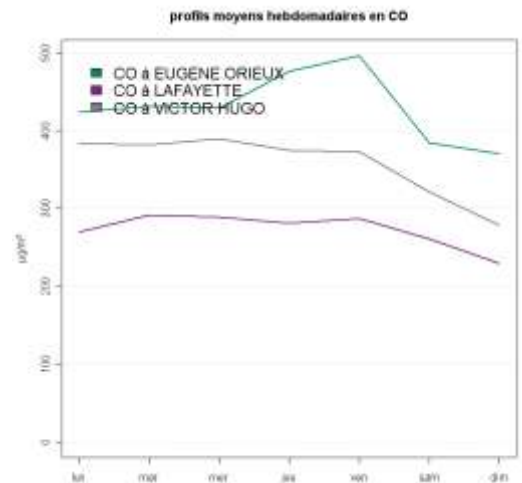


Figure 38 : évolution hebdomadaire des niveaux de monoxyde de carbone

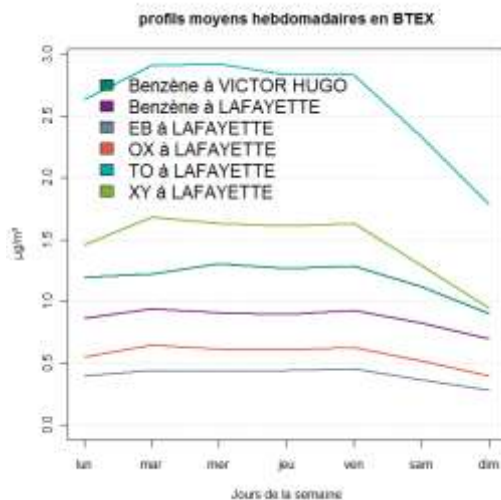


Figure 39 : évolution hebdomadaire des niveaux de BTEX rue Lafayette et boulevard Victor Hugo à Nantes

Sur les trois sites de trafic, le même type d'évolution se profile avec des niveaux plus élevés en jours ouvrés que le week-end. Pour l'ensemble des polluants, les profils se décrochent le mercredi et le vendredi. Ces évolutions des niveaux de pollution sont à rapprocher des variations du trafic automobile au cours de la semaine.

## évolution mensuelle

Les figures suivantes représentent l'évolution temporelle des niveaux de polluants au cours de l'année durant la campagne de mesure.

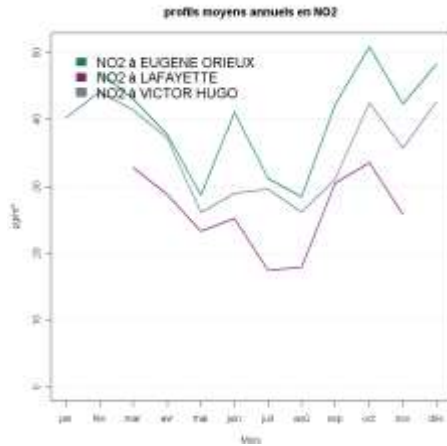


Figure 40 : évolution annuelle des niveaux de dioxyde d'azote

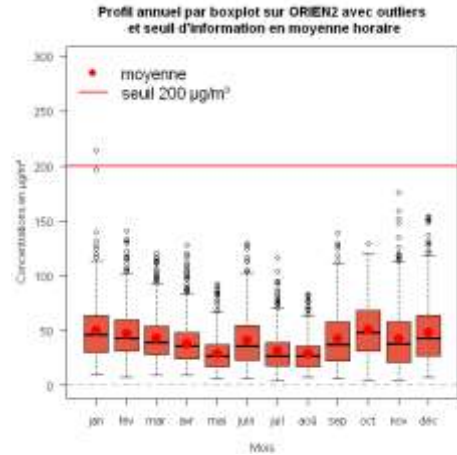


Figure 41 : profil moyen annuel par boxplot en dioxyde d'azote boulevard Orioux par rapport au seuil d'information

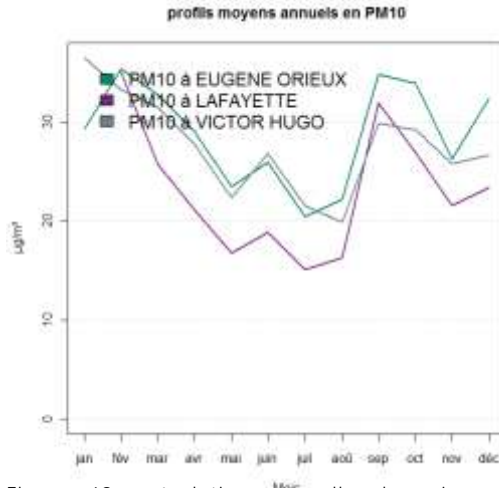


Figure 42 : évolution annuelle des niveaux de particules PM10

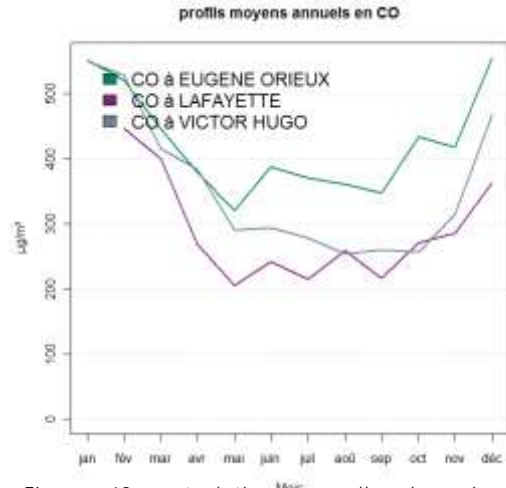


Figure 43 : évolution annuelle des niveaux de monoxyde de carbone

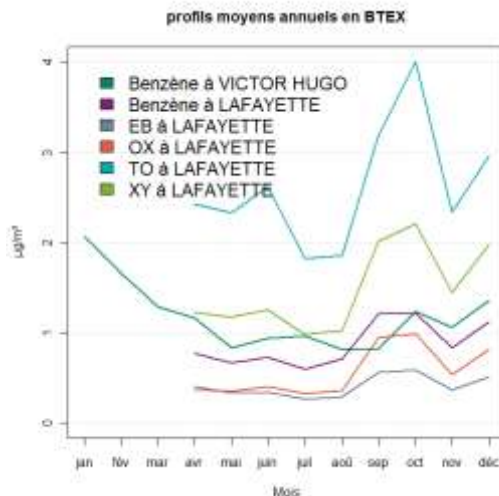


Figure 44 : évolution annuelle des niveaux de BTEX rue Lafayette et boulevard Victor Hugo à Nantes

Pour l'ensemble des polluants, l'évolution annuelle se traduit par des niveaux mensuels plus élevés l'hiver que l'été, en lien avec des conditions météorologiques moins dispersives et des émissions polluantes plus importantes en période hivernale (démarrage à froid des moteurs, chauffage...).

Dans le cas du dioxyde d'azote, les situations de fort ensoleillement de la période estivale conduisent à abaisser les niveaux en situation de fond.

# bibliographie

- [1] Caractérisation et cartographie de la qualité de l'air dans les principales rues du centre-ville de Nantes – Air Pays de la Loire- Rapport de synthèse, octobre **2003**.
- [2] Mesure de la qualité de l'air en proximité automobile (rue Crébillon – Quai de la Fosse à Nantes) – Air Pays de la Loire – Rapport final, juin **2006**.
- [3] Evaluation de la qualité de l'air en proximité automobile durant l'année 2006 (rue Maréchal Joffre à Nantes, rue Nationale à Cholet) – Air Pays de la Loire – Rapport final, mai **2007**.
- [4] Evaluation de la qualité de l'air en proximité automobile durant l'année 2007 (rue Paul Bellamy à Nantes) – Air Pays de la Loire – Rapport final, mai **2008**.
- [5] Evaluation de la qualité de l'air en proximité automobile durant l'année 2008 (avenue de la République à St-Nazaire) – Air Pays de la Loire – Rapport final, juin **2009**.
- [6] Plaisance Hervé, Pennequin-Cardinal Anne, Locoge Nadine, **2003** : Programme d'évaluation du tube Radiello pour la mesure des BTEX ; étude n°11, rapport LCSQA décembre 2003, 34 pages.
- [7] Plaisance Hervé, Pennequin-Cardinal Anne, Leonardis Thierry, Locoge Nadine, **2004** : Programme d'évaluation du tube Radiello pour la mesure des BTEX ; étude n°7, rapport LCSQA décembre 2004 , 30 pages.
- [8] Pennequin-Cardinal A, Plaisance H, Locoge N., Ramalho O., kirchner S., Galloo J.C.; **2005**, : Dependence on sampling rates of Radiello diffusion sampler for BTEX measurements with the concentration level and exposure; **Talanta**, **65**, 1233-1240.
- [9] Pennequin-Cardinal A, Plaisance H, Locoge N., Ramalho O., kirchner S., Galloo J.C.;**2005**, Performances of the Radiello diffusive sampler for BTEX measurements : influence of environmental conditions and determination of modelled sampling rates ; Atmospheric Environment, 39: 2535-2544.
- [10] Zdanevitch Isabelle., 2003 : Mesure des BTEX par tubes passifs, étude sur site et mesure en chambre d'exposition ; étude n°10, rapport LCSQA, 33 pages.
- [11] Air Pays de la Loire, 2008 : les modalités pratiques d'information du public en cas d'épisode de pollution atmosphérique, avril 2008.
- [12] [www.airparif.asso.fr/pages/emissions/chifcle](http://www.airparif.asso.fr/pages/emissions/chifcle)
- [13] CITEPA, Emissions dans l'air en France métropolitaine : acidification, eutrophisation, pollution photochimique, mise à jour mai 2009.
- [14] CITEPA, Emissions dans l'air en France métropolitaine : Particules en suspension, mise à jour mai 2009.



# glossaire

## abréviations

BTEX	Benzène, toluène, éthyl-benzène, xylènes
CO	monoxyde de carbone
NO	<b>monoxyde d'azote</b>
NO <sub>2</sub>	<b>dioxyde d'azote</b>
NOx	<b>oxydes d'azote (= dioxyde d'azote + monoxyde d'azote)</b>
PM10	particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm
PM2,5	particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur à 2,5 µm
TU	temps universel
µg	microgramme (= 1 millionième de gramme)

## définitions

année civile	période allant du 1er janvier au 31 décembre
AOT40	somme des différences entre les moyennes horaires supérieures à 80 µg/m <sup>3</sup> et 80 µg/m <sup>3</sup> , <b>calculée sur l'ensemble des moyennes horaires mesurées entre 8 h et 20 h de mai à juillet</b>
heure TU	heure exprimée en Temps Universel (= heure solaire)
hiver	période allant du 1er octobre au 31 mars
moyenne 8- horaire	moyenne sur 8 heures
percentile x	niveau de pollution respecté par x % des données de la série statistique considérée
taux de représentativité	pourcentage de données valides sur une période considérée
valeur cible	niveau de pollution fixé dans le but d'éviter à long terme des effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement, à atteindre là où c'est 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](mailto:contact@airpl.org)

