

ÉTAT DE LA QUALITÉ DE L'AIR À PROXIMITÉ DU DUPLEX A86

Septembre 2010





AIRPARIF
Surveillance de la Qualité de l'Air
en Ile-de-France

ETAT DE LA QUALITE DE L'AIR

- APRES LA MISE EN SERVICE DE LA
PREMIERE SECTION DU DUPLEX A86**
- et**
- AVANT LA MISE EN SERVICE DE LA
DEUXIEME SECTION DU DUPLEX A86**

Septembre 2010

Etude réalisée par :

AIRPARIF association de surveillance de la qualité de l'air en Ile-de-France
7, rue Crillon 75004 PARIS – Tél. : 01.44.59.47.64 - Fax : 01.44.59.47.67 - www.airparif.asso.fr

Pour :

COFIROUTE
6-10 rue Troyon 92316 Sèvres cedex – Tél : 01.41.14.70.00 – fax : 01.46.23.07.30

« Le bon geste environnemental : N'imprimez ce document que si nécessaire et pensez au recto-verso ! »

RESUME

Un état de la qualité de l'air après la mise en service du Duplex A86 (1^{er} tronçon entre Rueil-Malmaison et Vaucresson) a été réalisé durant l'hiver 2010 à travers une campagne de mesure de six semaines. Cette campagne avait pour objectif d'estimer l'impact de l'ouverture de la première section du Duplex A86 sur la qualité de l'air, mis en service en juin 2009.

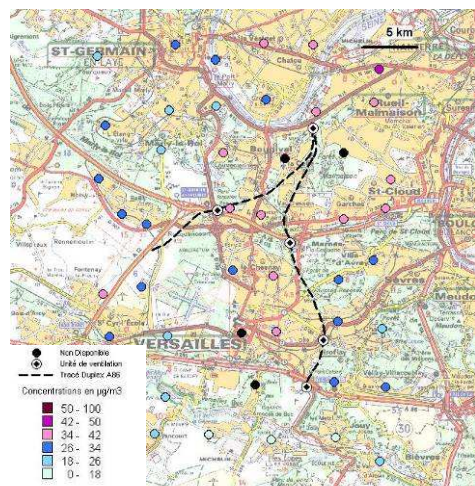
Les polluants suivis sont les oxydes d'azote (NO et NO₂), le monoxyde de carbone (CO), le benzène ainsi que les particules PM10 et les particules fines PM2.5. Comme pour les campagnes précédentes, les investigations portent sur 192 km² représentant l'ouest de l'agglomération parisienne. Des mesures sur neuf sites temporaires dits automatiques permettent d'évaluer la qualité de l'air heure par heure. En parallèle, 150 échantillonneurs passifs documentent la répartition spatiale des concentrations. Une cinquantaine de sites par tubes passifs spécifiques au NO₂ et au benzène sont répartis sur le domaine d'étude. Les mesures se densifient ensuite aux voisinages des unités de ventilation, avec environ 25 sites de mesure dans un secteur de 4 km² autour de chaque extracteur. Les sites de mesure automatiques sont implantés à proximité des unités de ventilation pour 8 d'entre eux. Le neuvième a été installé à la barrière de péage de Rueil-Malmaison. Il est à noter que les extracteurs d'air ne se sont pas déclenchés pendant la campagne de mesure.



Mesure de la qualité de l'air
à Viroflay (78)

Les conditions météorologiques de la campagne se caractérisent par des vents modérés de secteur sud-ouest à nord-est, notamment lors de la troisième série de mesure, qui a également connu des vents plus soutenus. Les températures étaient plus froides que les normales de saison. D'une manière générale, ces conditions étaient plus dispersives que celles enregistrées lors de la campagne de 2009.

Une décroissance des niveaux entre le nord-est et le sud-ouest du secteur investigué



Concentrations en NO₂ entre le 10 et le 24 février 2010

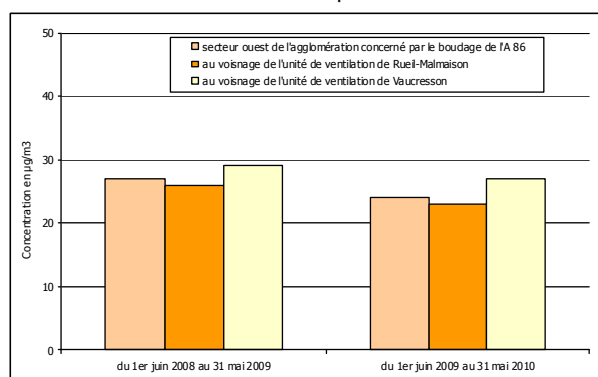
La répartition spatiale des concentrations observée durant la campagne de 2010 est similaire à celle des précédentes campagnes de 2009 et 2007.

Dans le nord-est du domaine d'étude, les concentrations les plus élevées sont relevées dans la zone de Nanterre, au nord de Rueil-Malmaison et au Vésinet. Ce secteur est proche du cœur dense de l'agglomération parisienne présentant une densité d'émissions de polluants atmosphérique importante. Des niveaux soutenus sont aussi rencontrés dans le secteur de la Celle Saint-Cloud et Vaucresson, notamment en dioxyde d'azote (NO₂), en raison de la présence de l'A13. A l'inverse, les concentrations les plus faibles sont observées au sud et à l'extrême ouest du domaine d'étude vers la forêt de Marly-le-Roi.

Une description de la qualité de l'air après la mise en service de la première section du Duplex A86 (VL1)

Un impact du tunnel sur la qualité de l'air pour les oxydes d'azote a été établi au site automatique de la barrière de péage à Rueil-Malmaison. Ses concentrations sont proches de celles rencontrées en situation de fond dans Paris, soit 60 % supérieures à celles des mesures automatiques de Rueil-Malmaison. Ce résultat est cohérent pour un site influencé par le trafic

routier. Pour les autres composés surveillés (CO, particules), les teneurs sont comparables aux autres mesures automatiques réalisées dans le secteur, à Rueil-Malmaison notamment.



Comparaison des mesures en NO₂ à l'échelle annuelle entre 2009 et 2010

Au voisinage des deux unités de ventilation de Rueil-Malmaison et Vaucresson, aucun impact du Duplex n'est mis en avant. Les niveaux ne présentent pas de spécificité par rapport au grand domaine investigué, aussi bien à proximité immédiate des unités de ventilations que dans la zone des 4 km². Le non-déclenchement des extracteurs d'air pendant la campagne est cependant à prendre en compte dans ces conclusions. On soulignera également que les niveaux en

dioxyde d'azote dans le secteur de Vaucresson sont légèrement plus élevés que dans le reste du secteur investigué, de part

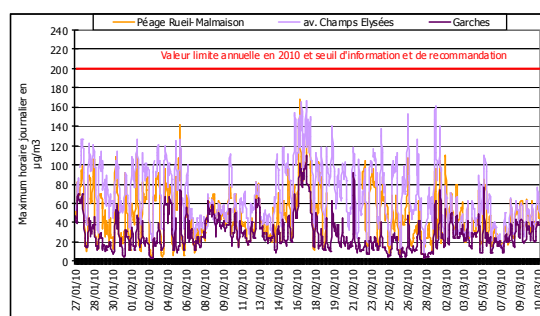
la présence de l'autoroute A13.

Par ailleurs, les conditions météorologiques de la campagne de 2010 étant plus dispersives que lors de la campagne de 2009, les concentrations en NO₂ ont baissé entre les deux études. Une diminution de 20 % est estimée entre les deux périodes de mesure aux sites automatiques se trouvant dans la zone d'impact des unités de ventilation est enregistrée.

Situation vis-à-vis des valeurs réglementaires en NO₂, benzène et particules aux points de mesure (VL1)

Concernant la situation au regard des normes, l'objectif de qualité en dioxyde d'azote (40 µg/m³ en moyenne annuelle) est respecté sur tous les sites de mesure situés en situation de fond. Ce n'est pas le cas à la barrière de péage de Rueil-Malmaison, influencé par le trafic routier, pour lequel la moyenne annuelle estimée dépasse les 40 µg/m³. Il est fort probable qu'au droit et au voisinage (de l'ordre de 200 mètres) des axes majeurs (A12, A13, A86, D913...) de la zone d'étude la situation soit identique.

La valeur limite horaire (200 µg/m³ en concentration horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures/an) pour le NO₂ est respectée sur l'ensemble des sites automatiques, notamment à la barrière de péage de Rueil-Malmaison et dans les zones d'impact potentiel des unités de ventilation. Cette valeur peut néanmoins être dépassée au droit des grands axes de circulation de ce secteur de l'agglomération parisienne ou par conditions météorologiques défavorables à grande échelle.



Relevés horaires en NO₂ pendant la campagne de mesure

Pour le benzène, aucun site investigué en situation de fond ne dépasse l'objectif de qualité (2 µg/m³ en moyenne annuelle). Il en est de même à la barrière de péage de Rueil-Malmaison. Seuls certains axes routiers, caractérisés par des conditions de circulation congestionnées couplées à une configuration défavorable à la dispersion des émissions, pourraient être concernés par ce dépassement.

Pour les particules (PM10), les niveaux annuels estimés aux neuf sites de mesure automatiques respectent l'objectif de qualité de 30 µg/m³, aussi bien à la barrière de péage de Rueil-Malmaison qu'aux zones d'impact potentiel des unités de ventilation. Par contre, la valeur limite journalière (pas plus de 35 jours dépassant les 50 µg/m³) est probablement dépassée en proximité au trafic et peut être ponctuellement atteinte en situation de fond lors d'années météorologiques défavorables.

Enfin, concernant les particules fines (PM2.5), la valeur limite annuelle applicable en 2010 (28.5 µg/m³) et celle de 2015 (25 µg/m³) sont respectées dans les zones d'impact potentiel des unités de ventilation, à l'entrée nord du tunnel à Rueil-Malmaison ainsi qu'en situation de fond où des mesures ont été effectuées. Ces niveaux sont homogènes sur la plupart des sites étudiés et indépendants de la présence du Duplex.

Les outils de cartographie développés dans le cadre de l'observatoire permettront de documenter encore plus précisément la situation vis-à-vis de la réglementation, notamment à proximité du trafic routier dans le secteur investigué. Ces éléments figureront dans les bilans annuels de la qualité de l'air spécifiques au Duplex A86.

Une description de la qualité de l'air avant la mise en service de la deuxième section du Duplex (VL2)

Les concentrations avant la mise en service du Duplex sont très proches de celles rencontrées dans le reste du domaine. A l'échelle locale, les niveaux sont essentiellement marqués par la répartition des émissions, à savoir des niveaux en NO₂ plus élevés à Viroflay au site potentiellement sous l'impact de la future unité de ventilation. D'une manière générale, des teneurs plus fortes sont enregistrées dans le périmètre des 4 km² autour de ce futur extracteur à cause de l'urbanisation des lieux. Les mesures automatiques ont montré que le NO₂ et les particules présentent des comportements différents aux deux sites autour cette unité de ventilation, qu'il faudra prendre en compte lors de l'estimation de l'impact du Duplex dans l'environnement.

La suite ...

Une prochaine campagne de mesure, similaire à celle-ci (même points de mesure, même période), sera réalisée une fois la deuxième section du Duplex ouverte, le trafic routier stabilisé et, si possible, en période normale de fonctionnement des unités de ventilation. Les résultats des nouvelles investigations seront alors comparés avec les observations de l'état initial. L'impact du Duplex pourra ainsi être évalué à l'aide de ces nouvelles mesures et des outils de modélisation et de cartographie développés dans le cadre de l'observatoire. Ces informations complèteront les résultats déjà disponibles sur le site <http://www.obsairvatoire-a86ouest.fr>.



Page d'accueil du site internet de l'observatoire de la qualité de l'air au voisinage du Duplex A86

SOMMAIRE

I	INTRODUCTION	12
II	LE CONTEXTE DE L'ETUDE	14
II.1	Le projet A86 Ouest :	14
II.2	L'observatoire de la qualité de l'air	15
III	MISE EN ŒUVRE DE LA CAMPAGNE DE MESURE.....	16
III.1	Moyens de mesure	16
III.1.1	Les laboratoires mobiles	16
III.1.2	Les échantillonneurs passifs	17
III.2	Qualité de la mesure	19
III.3	Localisation des sites de mesure	19
III.4	Localisation vis-à-vis des stations permanentes du réseau d'Airparif	22
III.5	Période de mesure.....	22
IV	LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES DURANT LA CAMPAGNE DE MESURE	24
IV.1	Des vents de secteur sud-ouest et nord-est modérés	25
IV.2	Des températures plus froides que les normales	27
IV.3	Des conditions contrastées par rapport à celles de la campagne en 2009.....	28
V	LA QUALITE DE L'AIR DURANT LA CAMPAGNE : ETAT EN SITUATION DE FOND.....	30
V.1	Dans l'agglomération parisienne, une qualité de l'air bonne à mauvaise.....	30
V.2	Dans le secteur Ouest de l'agglomération parisienne.....	31
V.2.1	Un secteur sous l'influence de l'agglomération parisienne	31
V.2.2	Des concentrations nuancées dans le secteur d'étude.....	32
VI	ETAT DE LA QUALITE DE L'AIR DANS LE SECTEUR DE LA 1^{ERE} SECTION DU DUPLEX A86 DEPUIS SON OUVERTURE.....	37
VI.1	Etat de la qualité de l'air à la barrière de péage de Rueil-Malmaison, en entrée du Duplex A86.....	37
VI.2	Zoom à proximité des unités de ventilation	42
VI.2.1	Au voisinage des unités de ventilations.....	42
VI.2.1.1	a- Pour l'unité de ventilation de Rueil-Malmaison.....	44
VI.2.1.2	b- Pour l'unité de ventilation de Vaucresson.....	47
VI.2.2	Dans la zone d'impact potentiel des unités de ventilation.....	51
VI.2.2.1	a- Pour l'unité située à Rueil-Malmaison.....	51
VI.2.2.2	b- Pour l'unité située à Vaucresson.....	55
VI.3	Quelle évolution des concentrations entre les deux études (avant / après mise en service du duplex : estimation de l'impact.....	57
VII	ETAT DE LA QUALITE DE L'AIR DANS LE SECTEUR DE LA 2^{EME} SECTION DU DUPLEX A86 (ETAT INITIAL)	59
VII.1	Au voisinage des futures unités de ventilation.....	59
VII.1.1	Pour l'unité située à Pont-Colbert.....	60
VII.1.2	Pour l'unité située à la RD10.....	62

VII.2	Aux sites automatiques installés à proximité des futures unités de ventilation.....	65
VII.2.1	Pour l'unité située à Pont-Colbert.....	65
VII.2.2	Pour l'unité située à la RD10.....	69
VIII	SITUATION AU REGARD DES NORMES EN VIGUEUR.....	72
VIII.1	Oxydes d'azote	73
VIII.1.1	Etat de la pollution chronique.....	73
VIII.1.2	Quelle évolution des concentrations en NO ₂ à l'échelle annuelle depuis la mise en service de la 1 ^{ère} section du Duplex.....	74
VIII.1.3	Respect des normes à l'échelle horaire.....	75
VIII.2	Benzène	78
VIII.2.1	Etat de la pollution chronique.....	78
VIII.2.2	Quelle évolution des concentrations en benzène depuis l'ouverture de la 1 ^{ère} section du Duplex ?.....	79
VIII.3	Particules	81
VIII.3.1	Etat de la pollution chronique en PM10	81
VIII.3.2	Etat de la pollution chronique en PM2.5.....	82
VIII.3.3	Respect des normes à l'échelle de la journée pour les PM10.....	83
VIII.4	Monoxyde de carbone	86
VIII	CONCLUSION.....	88
	ANNEXE 1 : LOCALISATION DES SITES DE MESURE (GRAND DOMAINE)	94
	ANNEXE 2 : L'INDICE ATMO ET CLASSES DE STABILITE ATMOSPHERIQUE PAR SERIE DE MESURE...99	
	ANNEXE 3 : RESULTATS DES MESURES EN NO₂ ET EN BENZENE SUR LES SITES EQUIPES D'ECHANTILLONNEURS PASSIFS.....	101
	ANNEXE 4 : NORMES FRANÇAISES ET EUROPEENNES DE QUALITE DE L'AIR RELATIVES AU DIOXYDE D'AZOTE, AU BENZENE, AU MONOXYDE DE CARBONE, AUX PARTICULES PM10 ET PM2.5104	
	ANNEXE 5 : EVALUATION DES MOYENNES ANNUELLES EN NO₂, BENZENE ET PARTICULES (PM10) ET INTERVALLE D'INCERTITUDE ASSOCIE POUR CHACUN DES SITES.....	107
	ANNEXE 6 : DEFINITION STATISTIQUE D'UNE « BOITE A MOUSTACHES » (BOX PLOT).....	110

GLOSSAIRE

Généralités :

Emissions : rejets de polluants dans l'atmosphère

Modélisation : calcul de la pollution à partir d'outils informatiques

ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

Cofiroute : Compagnie Financière et Industrielle des Autoroutes

Station de fond : station de mesure située suffisamment loin des sources locales identifiées, comme les axes routiers ou les grandes sources industrielles, pour ne pas être directement influencés par ces dernières. Les stations de fond caractérisent l'ambiance générale de la pollution urbaine d'un secteur et représentent une référence basse des concentrations rencontrées, pour un secteur donné.

Station trafic : station de mesure implantée à proximité immédiate (moins de 5 mètres) d'un axe routier, de manière à caractériser les niveaux de pollution issus de l'influence directe de cet axe.

O.M.S. : Organisation Mondiale de la Santé

E.P.A. : Agence de Protection de l'Environnement américaine

MEEDDM : Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer

U. V. : unité de ventilation

Normes :

Objectif de qualité : il correspond à une qualité de l'air jugée acceptable que la réglementation fixe comme objectif à atteindre dans un délai de quelques années.

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

Valeur cible : un niveau 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.

Seuil d'alerte : un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de l'ensemble de la population et à partir duquel les Etats membres doivent immédiatement prendre des mesures.

Seuil d'information : un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population et pour lequel des informations immédiates et adéquates sont nécessaires.

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

Polluants :

CO : Monoxyde de carbone

NOx : Oxydes d'azote

NO : Monoxyde d'azote

NO₂ : Dioxyde d'azote

O₃ : Ozone

PM₁₀ : Particules de diamètre inférieur à 10 µm

PM_{2,5} : Particules de diamètre inférieur à 2,5 µm

FDMS : Filter Dynamics Measurement System : méthode de mesure des particules.

TEOM : Tapered Element Oscillating Microbalance : méthode de mesure des particules.

I INTRODUCTION

Dans le cadre du bouclage souterrain de l'A86 à l'ouest de l'agglomération parisienne, un observatoire de la qualité de l'air est mis en place suite aux engagements de l'Etat. Trois objectifs distincts se détachent à la vue des préconisations de l'Etat :

- évaluer l'impact des nouveaux ouvrages routiers sur la qualité de l'air,
- assurer une surveillance permanente de la qualité de l'air dans le secteur des ouvrages à partir de leur mise en service,
- générer une information régulière et accessible au public sur la qualité de l'air dans l'environnement des nouvelles infrastructures.

COFIROUTE en tant que concessionnaire et exploitant des tunnels de l'A86 « Ouest » a donc sollicité AIRPARIF, association agréée de surveillance de la qualité de l'air en Ile-de-France, pour la conception et la mise en œuvre de cet observatoire. Le cahier des charges de l'observatoire a été validé le 29 avril 2005 par le Préfet des Hauts-de-Seine.

La première section du Duplex A86 reliant Rueil-Malmaison à Vaucresson a été ouverte le 26 juin 2009. Le site internet de l'observatoire¹ a été mis en ligne le jour même. Ce dernier présente en temps réel les cartographies de la qualité de l'air au voisinage du Duplex A86 et regroupe les travaux menés dans le cadre de l'observatoire. Avant la mise en service de la première section du Duplex A86, la caractérisation fine de la qualité de l'air a été assurée durant l'hiver 2009 et l'hiver 2007 à l'aide d'une campagne de mesure².

En 2010, une nouvelle campagne permet de réaliser à la fois l'état de la qualité de l'air après ouverture de la 1^{ère} section du duplex A86 et l'état avant ouverture de la seconde section. Les résultats de cette campagne font l'objet du présent rapport. La réalisation d'un état avant la mise en service, suivi par un état après la mise en service de l'infrastructure, permet d'évaluer l'impact sur la qualité de l'air des nouveaux équipements routiers. Les campagnes de mesure réalisées permettent aussi de développer les outils de modélisation et d'évaluer le système de cartographie³.

La campagne de mesure de 2010 a nécessité la mise en place de 156 dispositifs de mesure sur un domaine d'étude de 192 km². Ces relevés visent l'évaluation précise des concentrations dans le secteur ouest de l'agglomération parisienne et de manière encore plus fine au voisinage immédiat des unités de ventilation présentes et futures. Cette campagne de mesure fait suite à celle similaire réalisée durant l'hiver 2009, avant l'ouverture du tunnel, qui toutefois avait instrumenté moins de sites (concernant uniquement la 1^{ère} section du duplex). Dans la mesure du possible, les mêmes points de mesure ont été conservés lors de l'état après ouverture du tunnel, seuls 7 sites ont été légèrement déplacés du fait de contraintes locales (travaux, accessibilité aux sites, etc.). Ces sites ont été instrumentés d'échantillonneurs passifs, méthode plus simple à mettre en œuvre, permettant de multiplier les points de mesure dans l'espace. Ils documentent précisément la répartition spatiale de la pollution atmosphérique à travers l'étude de concentrations moyennées sur 14 jours.

A ces sites de mesure s'ajoutent ceux de laboratoires mobiles, moyens de mesure complémentaire permettant l'obtention de concentrations horaires et renseignant sur l'évolution temporelle fine de la pollution atmosphérique. Neuf sites automatiques ont été instrumentés.

La campagne de mesure permet d'effectuer une description fine de la qualité de l'air dans ce secteur de l'agglomération parisienne 6 mois après l'ouverture de la première section et

1 <http://www.obsaivatoire-a86ouest.fr>

2 Etat de la qualité de l'air avant la mise en service de la première section du duplex A86, juillet 2009, accessible sous http://www.airparif.asso.fr/airparif/pdf/RA86ouest_1section_2009.pdf.

3 Les travaux d'élaboration et de validation du système de modélisation alimentant l'observatoire font l'objet de rapport après chaque campagne de mesure. Le 1^{er} est disponible suite à la campagne de 2009 sous http://www.airparif.asso.fr/airparif/pdf/Robservatoire_1004.pdf. La publication du rapport faisant suite à la campagne 2010 est prévue pour fin 2010.

avant l'ouverture de la deuxième section. L'ensemble des moyens mis en œuvre renseigne la pollution à l'échelle chronique et les épisodes de courte durée et permet de situer les niveaux rencontrés au regard des normes françaises et européennes. Les éléments apportés par cette campagne de mesure ont comme vocation première à être comparés à ceux récoltés après la mise en service de l'ouvrage (pour la 2^{ème} section de Duplex).

Une dernière campagne de mesure « Etat après mise en service du second tronçon » sera réalisée ultérieurement et la comparaison des résultats des deux études permettra d'évaluer l'impact de l'ouvrage sur l'environnement immédiat.

II LE CONTEXTE DE L'ETUDE

II.1 Le projet A86 Ouest :

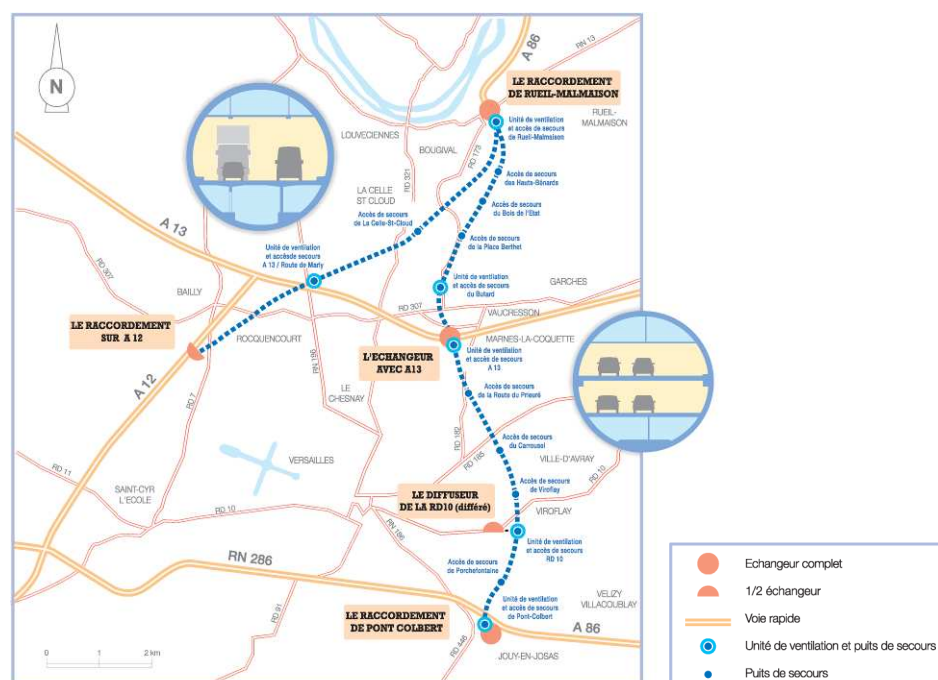
L'A86 est la seconde rocade d'Ile-de-France, située à environ 6 km du Boulevard Périphérique. Elle s'interrompt à l'ouest de l'agglomération parisienne entre Rueil-Malmaison (92) et Versailles (78). Le projet A86 Ouest, déclaré d'utilité publique en 1995, consiste à relier ces deux communes et ainsi boucler l'A86.

Afin de préserver les massifs forestiers, les monuments historiques et les zones habitées, l'Etat a opté pour un tracé souterrain. A la suite d'un appel d'offre européen organisé en 1999, l'Etat a retenu la solution proposée par la société Cofiroute, faisant ainsi de Cofiroute le concessionnaire et l'exploitant des tunnels de l'A86 Ouest.

Le bouclage consiste à construire deux tunnels à partir de Rueil-Malmaison :

- Le tunnel Est ou Duplex A86, long de 10 km et exclusivement réservé aux véhicules légers avec deux voies de circulation superposées, reliera l'A86 et la RN286 au sud de Versailles. Il permettra un échange avec l'autoroute A13 par un échangeur intermédiaire situé sur les communes du Chesnay et de Vaucresson (cf. Figure 1).
- Le tunnel Ouest, long de 7,5 km, permettra de rejoindre l'autoroute A12 (commune de Bailly).

La Figure 1 présente les tracés des deux tunnels ainsi que la position des échangeurs et des unités de ventilation.



La première section du Duplex A86 a été mise en service le 26 juin 2009. Elle relie Rueil-Malmaison à l'autoroute A13 (communes de Vaucresson et du Chesnay). Cette section est désignée sous l'appellation « EST 1 ». La section « EST 2 » reliant l'échangeur de l'A13 à Pont Colbert (au sud de Versailles) sera mise en service courant 2011⁴.

4 Les dates de mise en service sont celles du site COFIROUTE <http://www.cofiroute.fr/cofiroute.nsf/web/duplex-a86-ouvrage.htm>, consulté en juin 2010.

II.2 L'observatoire de la qualité de l'air

Cofiroute est tenue, par les engagements pris par l'Etat lors de la définition du projet, de mettre en œuvre un observatoire de la qualité de l'air au voisinage des nouvelles infrastructures. Il s'agit comme évoqué précédemment d'évaluer l'impact sur la qualité de l'air, d'assurer une surveillance permanente dans le secteur des ouvrages dès leur mise en service et de générer une information régulière et accessible au public. Ainsi, pour la première fois en France, une infrastructure autoroutière fera l'objet d'une surveillance permanente de la qualité de l'air et cela en temps quasi-réel.

L'observatoire s'appuie sur la complémentarité entre mesure et modélisation, ce qui permet de réaliser des cartographies de la qualité de l'air. Les campagnes de mesure apportent une description précise et détaillée de la qualité de l'air mais ponctuelle. Les outils de modélisation fournissent une évaluation exhaustive de la qualité de l'air à proximité des ouvrages, mais aussi sur plusieurs kilomètres alentours, en permanence et pratiquement en temps réel. Ainsi, l'observatoire porte sur un domaine de 192 km² à l'ouest de l'agglomération parisienne.

Comme développé dans le cahier des charges, les polluants suivis explicitement dans le cadre de l'observatoire sont le dioxyde d'azote (NO₂), le monoxyde de carbone (CO), les particules (PM₁₀) et le benzène. A ces polluants s'ajoutent depuis 2008 les particules (PM_{2.5}) suite à la demande de Cofiroute. En effet ces dernières sont réglementées au niveau européen par la directive intégrée 2008/50/CE du 21 mai 2008. L'ensemble des polluants suivis explicitement sont donc réglementés et reconnus comme des indicateurs de la pollution atmosphérique engendrée par le trafic routier.

Les oxydes d'azote sont émis majoritairement par cette source en Ile-de-France (53 %)⁵. Sur le réseau fixe d'Airparif, les niveaux annuels de NO_x à proximité du trafic routier sont près de 4 fois supérieurs à ceux observés en situation de fond parisien. Pour le monoxyde de carbone, le trafic routier est responsable d'environ 50 % des émissions régionales. La contribution du trafic est à hauteur de 25 % pour les émissions de particules de diamètre inférieur à 10 µm (PM₁₀), et de 27 % pour les émissions de particules de diamètre inférieur à 2.5 µm (PM_{2.5}). Sur le réseau de mesure permanent d'Airparif, les sites en situation de proximité du trafic routier (exemple du boulevard périphérique – Auteuil) relèvent des niveaux annuels plus de 75 % supérieurs à ceux enregistrés en situation de fond parisien. Enfin, le benzène est l'un des traceurs reconnus de la pollution atmosphérique liée aux carburants routiers. De plus, le caractère primaire du benzène engendre des niveaux en proximité immédiate du trafic routier 3 fois plus importants que ceux rencontrés en situation de fond.

Une présentation détaillée de l'observatoire est disponible dans le cahier des charges de ce dernier. Il est consultable comme l'ensemble des informations collectées et élaborées dans le cadre de l'observatoire via le site internet : <http://www.obsaivatoire-a86ouest.fr/>.

⁵ Inventaire des émissions en Ile-de-France : résultats – année 2007, Airparif, avril 2010.
http://www.airparif.asso.fr/airparif/pdf/Rinventaire_2007_201004.pdf

III MISE EN ŒUVRE DE LA CAMPAGNE DE MESURE

La campagne de mesure porte sur l'évaluation des concentrations dans le secteur ouest de l'agglomération parisienne concernée par le bouclage de l'A86. Cette évaluation est encore plus précise au voisinage immédiat des unités de ventilation existantes et futures. Les mesures sont réalisées à partir de deux moyens de mesure complémentaires : les sites temporaires automatiques (laboratoires mobiles) et les échantillonneurs passifs.

III.1 Moyens de mesure

III.1.1 Les laboratoires mobiles

Les sites dits automatiques sont équipés d'un laboratoire mobile, qui documente les concentrations horaires en oxydes d'azote (le monoxyde d'azote et le dioxyde d'azote séparément)⁶, en monoxyde de carbone (CO)⁷ et en particules (PM10 et PM2.5)⁸. Pour des contraintes techniques, l'utilisation du laboratoire mobile ne permet pas de suivre les niveaux horaires de benzène. Les laboratoires mobiles se présentent sous forme d'analyseurs automatiques installés dans un camion ou un véhicule utilitaire adapté, comme illustré par la Figure 2. Le fonctionnement d'un laboratoire mobile est identique à celui de l'ensemble des sites permanents du réseau fixe d'Airparif et implique des contraintes techniques lourdes : lignes électrique et téléphonique ainsi que la maintenance régulière des analyseurs.

La finesse temporelle des mesures horaires de la pollution atmosphérique permet d'étudier, d'une part l'évolution temporelle de la qualité de l'air tout au long de la journée et d'autre part, le comportement des niveaux des polluants suivis en fonction de la provenance des vents afin d'identifier l'impact potentiel des sources locales d'émissions.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

6 Mesure par chimiluminescence, conformément à la norme NFX 43-018

7 Mesure par corrélation IR, conformément à la norme NFX 43-044

8 Mesure par micro-balance à l'aide des analyseurs automatiques de type RP1400 (R&P) appelés aussi TEOM, en prenant en compte la norme NF EN 12341 pour les PM10 et EN 14907 pour les PM2.5.



Figure 2 : Implantation des sites automatiques temporaires de mesure :

Av. Marmontel (a) et Stade de Vert Bois à Rueil-Malmaison (c) (unité de ventilation de Rueil-Malmaison), analyseurs situés à l'intérieur d'un laboratoire automatique (b).

Allée du collège à Vaucresson (d) et stade à Marnes-la-coquette (e) (U. V. de Vaucresson),

Salle Dunoyer de Segonzac (f) et terrains de tennis (g) à Viroflay (future U. V. de la RD10)

Centre de loisirs à Versailles (h) et école à Vélizy-Villacoublay (i) (future U. V. du Pont Colbert)

(j) Barrière de péage de Rueil-Malmaison, à l'entrée du Duplex A86

III.1.2 Les échantillonneurs passifs

La mise en œuvre d'échantillonneurs passifs⁹, également appelés tubes à diffusion passive, permet la multiplication des points de mesure. En effet, ce moyen de mesure, peu encombrant et simple à mettre en place, permet d'instrumenter simultanément un nombre important de sites pour renseigner précisément la répartition spatiale des niveaux de dioxyde d'azote et de benzène. Pour des raisons métrologiques, la mesure des particules (PM10 et PM2.5), du monoxyde de carbone et du monoxyde d'azote n'est pas réalisable à ce jour à l'aide de tels tubes.

Pour le dioxyde d'azote, l'échantillonneur passif¹⁰ se présente sous forme d'un tube en polypropylène muni d'une coiffe fixe et d'une grille métallique imprégnée d'un réactif chimique permettant le piégeage du NO₂ pendant la période d'exposition de deux semaines. Le tube est maintenu en position verticale au sein d'un abri cylindrique de protection (cf. Figure 3-b). L'abri de protection, fixé sur un support dans l'environnement (poteau, lampadaire...) à environ 2 mètres du sol (cf. Figure 3-c), permet de protéger l'échantillonneur de l'impact direct du vent, du soleil et de la pluie, optimisant ainsi les conditions de mesure afin de fiabiliser le processus de diffusion et de piégeage des polluants.

⁹ Le fonctionnement métrologique des échantillonneurs passifs est fondé sur le piégeage du polluant recherché sur un support (le tube) contenant un réactif chimique spécifique au polluant, à l'aide du principe de diffusion passive de l'air ambiant.

¹⁰ Tubes à diffusion passive de dioxyde d'azote sont fournis par le laboratoire suisse PASSAM, accrédité ISO 17025, et analysés par le laboratoire de chimie d'Airparif (LASAIR).

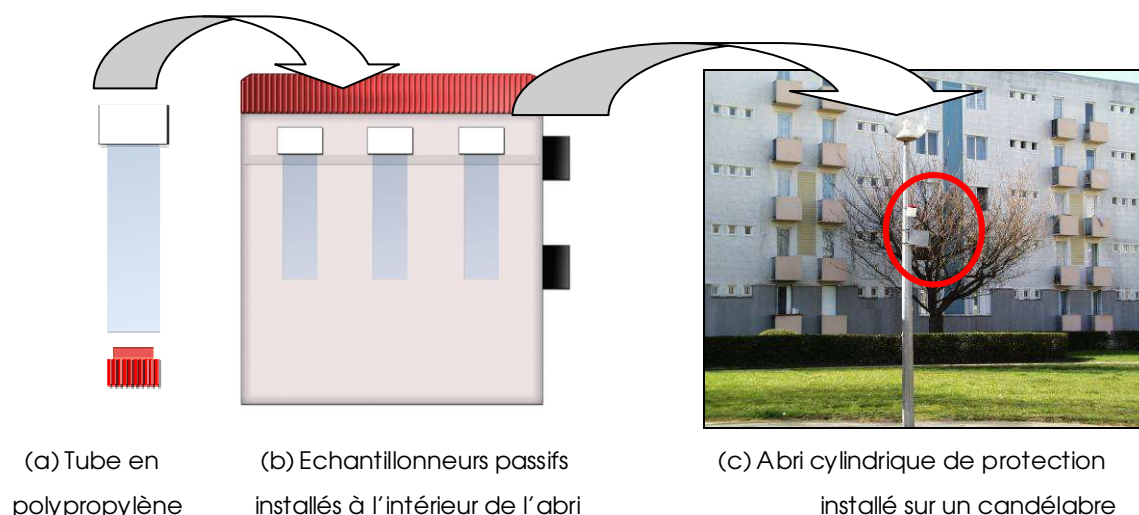


Figure 3 : Schéma d'implantation des tubes à diffusion passive de dioxyde d'azote au sein de l'abri de protection.

L'échantillonneur passif utilisé pour mesurer le benzène¹¹ se présente, quant à lui, sous forme d'une cartouche absorbante insérée dans un corps poreux qui est maintenu en position horizontale par le biais d'un support triangulaire, au sein d'un abri de protection (Figure 4 et Figure 5). Le principe de fonctionnement de l'échantillonneur de benzène est semblable à celui de l'échantillonneur de NO₂.



Figure 4 : Echantillonneurs passifs pour le benzène installés à l'intérieur de l'abri de protection.

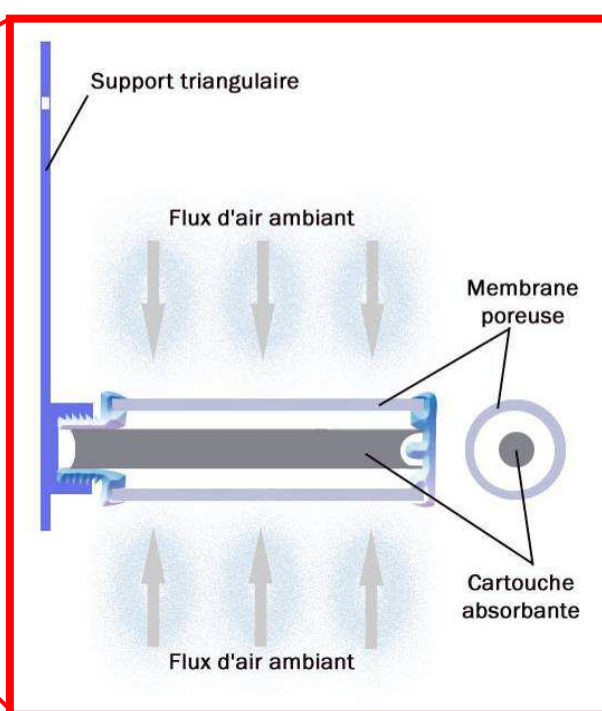


Figure 5 : Schéma de fonctionnement d'un échantillonneur passif benzène (d'après radiello®).

Sur l'ensemble des sites de mesure, les échantillonneurs passifs de NO₂ sont exposés durant deux semaines, ceux de benzène sont exposés uniquement une semaine pour des raisons métrologiques. Les échantillonneurs sont rebouchés hermétiquement, puis remplacés par des

¹¹ Les tubes à diffusion passive de benzène sont fournis par le laboratoire de recherche IRCSS de la fondation scientifique italienne, Salvatore Maugeri et analysés par le laboratoire de chimie d'Airparif (LASAIR), accrédité par le COFRAC pour cette analyse.

nouveaux à la fin de chaque série. Ils sont ensuite acheminés pour analyse en laboratoire suivant des protocoles spécifiques au dioxyde d'azote¹² et au benzène¹³. A l'issue de ces analyses, une concentration moyenne pour chaque site de mesure est établie pour les deux semaines d'exposition en dioxyde d'azote et à partir des deux concentrations moyennes hebdomadaires pour le benzène.

Par ailleurs, depuis le 1^{er} janvier 2010, la méthode de référence pour le benzène a changé, il s'agit à présent des tubes actifs. Pour permettre une bonne comparabilité, les résultats issus d'autres méthodes de mesure (comme les échantillonneurs passifs) sont à présent corrigés, ce qui n'était pas le cas lors des précédentes campagnes de mesure (2007 et 2009). Cette correction entraîne une hausse moyenne des niveaux annuels de 2 à 3 %.

III.2 Qualité de la mesure

Toute méthode de mesure, comme les analyseurs automatiques ou les échantillonneurs passifs, est associée à une certaine précision. Dans le domaine de la qualité de l'air, des directives européennes fixent les seuils relatifs à l'incertitude maximale acceptable associée à la mesure des différents polluants réglementés pour ces deux techniques.

Pour les analyseurs automatiques, l'incertitude acceptée pour chaque mesure horaire est de 15 % pour les oxydes d'azote, le monoxyde de carbone et le dioxyde de soufre¹⁴. Ce critère est intégré dans une démarche qualité pour laquelle Airparif a obtenu depuis 2001 l'accréditation « essai » du Cofrac pour l'ensemble de ses mesures horaires, et notamment celles du réseau fixe francilien.

Dans le cas des échantillonneurs passifs, l'incertitude de mesure peut avoir différentes origines : la fabrication, l'applicabilité de la théorie de la diffusion passive selon les conditions météorologiques ou encore l'analyse en laboratoire. Selon les directives européennes en vigueur, l'incertitude globale associée, égale à la combinaison des incertitudes provenant de chacune des sources individuelles d'erreur, est limitée à 25 % de la mesure pour le dioxyde d'azote¹⁴ et à 30 % pour le benzène¹⁴. Ces critères de qualité ont été vérifiés pour le dioxyde d'azote à l'aide d'un protocole d'évaluation de l'incertitude¹⁵, notamment dans le cadre de l'étude au voisinage de l'échangeur autoroutier de la Porte de Bagnolet¹⁶. L'échantillonneur passif utilisé pour la mesure de benzène a, quant à lui, déjà fait l'objet de tests de validation par le laboratoire de la Commission Européenne dans le cadre du projet européen LIFE « RESOLUTION »¹⁷.

III.3 Localisation des sites de mesure

L'objectif de la campagne de mesure est de décrire précisément la qualité de l'air dans le secteur concerné par le bouclage de l'A86 ouest, d'une part après la mise en service de la première section du Duplex A86, et d'autre part avant celle de la seconde section. La description se veut encore plus fine au voisinage des unités de ventilation (futurs ou opérationnelles). Les sites ont été choisis selon un plan d'échantillonnage permettant de répondre aux objectifs de l'étude, le principal étant l'évaluation de l'impact potentiel du bouclage de l'A86.

Ainsi, 47 sites instrumentés d'échantillonneurs passifs ont été installés environ tous les 2 km pour renseigner précisément la pollution de fond dans le domaine de 192 km² concerné par le bouclage de l'A86 ouest (impact local). Initialement, il était prévu l'implantation de 48 sites

12 Spectrophotométrie d'absorption dans le visible.

13 Chromatographie en phase gazeuse – Détecteur à Ionisation de Flamme (GC/FID).

14 Directive 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur en Europe.

15 NF ISO 13752 : « Evaluation de l'incertitude d'une méthode de mesurage sur site en utilisant une seconde méthode comme référence », 1998.

16 « Caractérisation de la qualité de l'air au voisinage d'un échangeur autoroutier urbain. L'échangeur entre le Boulevard Périphérique et l'autoroute A3 au niveau de la Porte de Bagnolet », AIRPARIF, décembre 2004.

17 Rapport européen de LIFE 99ENV/IT/081 : *Relazione finale, Risultati del progetto* (en italien)

mais l'autorisation pour un site disposé à proximité de terrains militaires n'a pu être obtenue. La Figure 6 présente l'implantation des sites ainsi que le maillage servant de base théorique au plan d'échantillonnage. Les possibilités d'installation (l'existence d'un support) et le respect des critères nationaux de surveillance édictés par l'ADEME et le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer¹⁸ déterminent précisément l'implantation du site de mesure. L'ensemble de ces sites sont disposés en situation de fond d'après les critères nationaux de surveillance, à savoir en dehors de l'influence directe des sources d'émissions de pollution. L'adresse exacte de chacun des sites de mesure est donnée en Annexe 1.

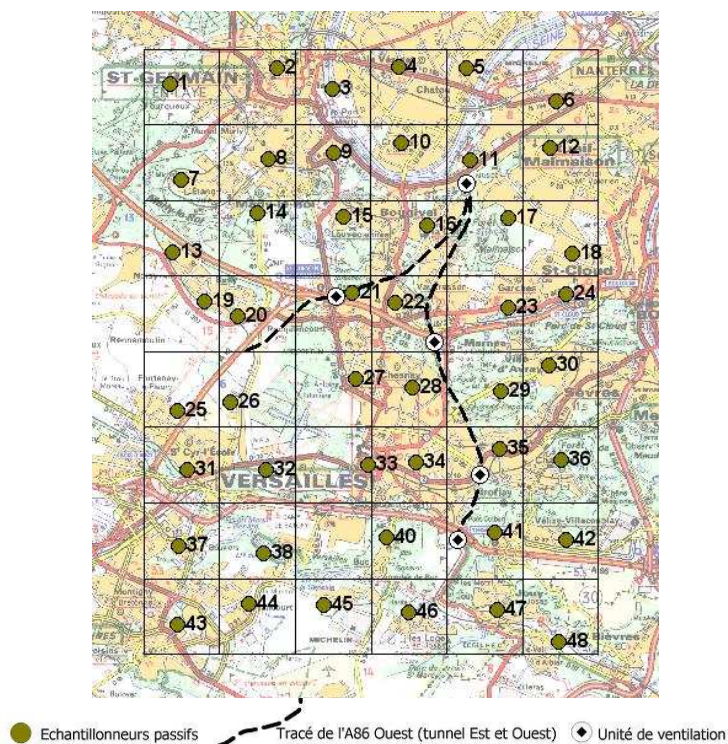


Figure 6 : Localisation des sites de mesure associés à la caractérisation de l'impact local.
(Source fond de carte : Michelin)

Ce grand domaine a été complété de dispositifs spécifiques au voisinage de chaque unité de ventilation, avec pour objectif de renseigner l'impact micro-local. Ainsi des échantillonneurs passifs, disposés environ tous les 400 mètres autour de chaque unité de ventilation, permettent de décrire finement la répartition spatiale des concentrations aux alentours. Deux sites automatiques temporaires associés à chaque unité ont également été installés. Un site est implanté de préférence dans la zone d'impact potentiel de l'unité de ventilation et un second en dehors de celle-ci et dans une configuration proche par rapport aux autres sources d'émissions (N13 pour Rueil-Malmaison, A13 pour Vaucresson...) lorsque cela a été possible.

Les unités de ventilation concernées par la mise en service de la section Est 1 du Duplex A86 depuis juin 2009 sont situées à Rueil-Malmaison et Vaucresson. Au voisinage de ces derniers, des échantillonneurs passifs (respectivement 28 et 27) et des sites automatiques temporaires (2 pour chaque unité) ont été implantés (cf. Annexe 1). Pour l'unité de ventilation de Rueil-Malmaison, quatre communes sont concernées par la campagne de mesure : Rueil-Malmaison, La Celle Saint Cloud, Bougival et Croissy-sur-Seine. Pour l'unité de Vaucresson, les

¹⁸ « Classification et critères d'implantation des stations de surveillance de la qualité de l'air », document ADEME, juin 2002.

mesures sont réalisées sur les communes de La Celle Saint Cloud, du Chesnay, de Marnes-la-Coquette, de Versailles et de Vaucresson.

Les deux unités de ventilation supplémentaires qui seront en service avec la mise en service de la section Est 2 du Duplex A86 sont situées à Viroflay (appelé RD10) et Jouy-en-Josas (Pont Colbert). 23 échantillonneurs passifs et deux sites automatiques temporaires ont été implantés autour de chaque unité de ventilation (cf. Annexe 1). Pour l'unité de ventilation de Viroflay, les sites se trouvent sur les communes de Viroflay et de Versailles. Trois communes supplémentaires sont concernées par la campagne de mesure autour de l'unité de ventilation du Pont Colbert : Buc, Jouy-en-Josas, Vélizy-Villacoublay.

La Figure 7 présente la disposition des sites de mesure au voisinage des unités de ventilation. Les sorties de modélisation pour déterminer les zones d'impact sont aussi représentées tout comme le maillage de 400 mètres servant de base théorique à l'élaboration du plan d'échantillonnage. L'implantation précise de sites a été déterminée en considérant les possibilités d'installation et les critères de surveillance. Pour rappel, l'implantation de sites automatiques temporaires implique des contraintes techniques lourdes (réseau électrique et téléphonique, sécurité, accès). Aussi, il n'a pas été possible d'installer un site automatique dans le secteur potentiellement le plus impacté par l'unité de ventilation du Pont Colbert (bois).

La localisation exacte de chacun des sites de mesure est donnée en Annexe 1.

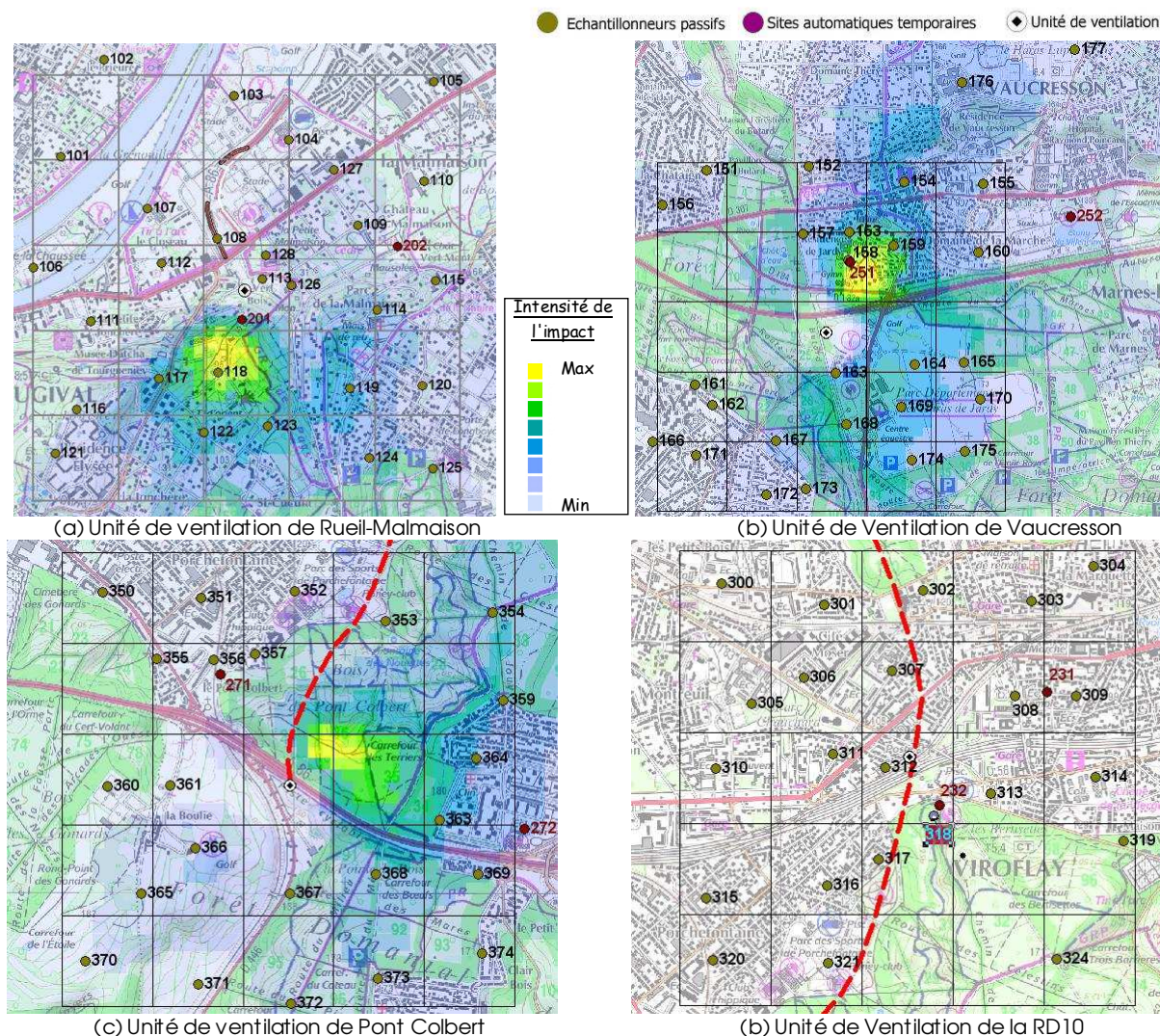


Figure 7 : Localisation des sites de mesure associés à la caractérisation de l'impact micro-local au voisinage des unités de ventilation.

Au total, 32 communes sont concernées par cette campagne de mesure (sites de mesure Grand domaine et à proximité des unités de ventilation).

III.4 Localisation vis-à-vis des stations permanentes du réseau d'Airparif

Les résultats des différentes mesures seront comparés aux niveaux enregistrés sur les stations permanentes du réseau Airparif. Au moment de la campagne de mesure, 41 stations de fond suivent quotidiennement la qualité de l'air sur la région parisienne. Dans la zone d'étude se trouvent deux stations permanentes, à savoir Garches et Versailles, stations auxquelles les concentrations de la présente campagne seront comparées. A proximité au nord se situent également les stations de fond de La Défense et Neuilly-sur-Seine. Leur localisation vis-à-vis du secteur d'étude est présentée à la Figure 8.

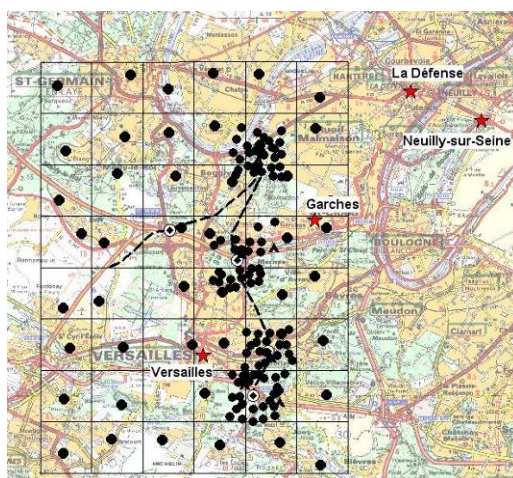


Figure 8 : Localisation en rouge des stations permanentes du réseau Airparif à proximité de la zone d'étude.

III.5 Période de mesure

Les mesures de qualité de l'air par laboratoires mobiles et par échantillonneurs passifs ont été réalisées simultanément du 27 janvier au 10 mars 2010 inclus. Il n'y a pas eu de travaux majeurs au regard de la qualité de l'air durant la campagne dans le secteur d'étude dans le cadre du duplex.

Conformément au cahier des charges, la campagne de mesure s'est déroulée en période hivernale. Les émissions de polluants atmosphériques urbains sont plus élevées en hiver qu'en période estivale. De même, les conditions météorologiques hivernales sont généralement moins favorables à la dispersion des émissions que celles rencontrées en période estivale. Ainsi, les niveaux hivernaux de pollution atmosphérique sont classiquement les plus élevés rencontrés au cours d'une année pour les polluants suivis dans le cadre de l'observatoire.

Cette campagne de six semaines a vu pour le dioxyde d'azote la réalisation de trois séries consécutives de mesure par échantillonneurs passifs d'une période de quatorze jours. Pour le benzène, il s'agit de six périodes d'une semaine. Chaque tube à diffusion a été installé sur le site le premier jour et retiré le dernier jour de chaque série afin d'harmoniser la période d'exposition sur le domaine d'étude. Ainsi, après une analyse en laboratoire des tubes à diffusion, une concentration moyenne de dioxyde d'azote et de benzène est obtenue sur la période d'exposition. Toutefois, de fortes perturbations neigeuses ont empêché le changement de matériel le 17 février, d'où des expositions plus longues pour les deux

polluants sur certains sites. Des comparaisons effectuées à partir du réseau permanent n'ont pas mis en avant de perturbation sur les prélèvements plus longs.

Par ailleurs, il est nécessaire d'estimer les niveaux annuels de dioxyde d'azote, de particules et de benzène qui auraient été observés à l'aide d'une surveillance continue pour les situer au regard de la réglementation. L'année de référence considérée permettant cette comparaison correspond à la période du 1^{er} juin 2009 au 31 mai 2010 afin d'inclure la période de la campagne de mesure. Cela correspond également à la période de référence utilisée lors de la campagne de 2009 (décalage d'une année), ce qui facilitera la comparaison des résultats avant / après l'ouverture du tunnel. On notera toutefois que l'ouverture du tunnel n'est effective qu'à partir du 26 juin 2009 (donc le tunnel n'était pas ouvert pendant les 26 premiers jours de l'année choisie). De plus, d'autres fermetures du tunnel interviennent régulièrement dans l'année dans le cadre des travaux de construction de la 2^{ème} section du duplex (plusieurs nuits par mois voire des week-ends entiers les derniers mois ou des semaines complètes, par exemple la semaine du 28 décembre 2009 au 3 janvier 2010). Aussi, les niveaux estimés à l'échelle annuelle seront surestimés.

IV LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES DURANT LA CAMPAGNE DE MESURE

Les commentaires suivants s'appuient sur les observations de la station Météo-France située à Trappes (78), pour la température, la vitesse et la direction de vent.

Une appréciation préliminaire des conditions météorologiques rencontrées lors de la campagne de mesure permet de mieux appréhender leur influence sur les niveaux de pollution atmosphérique observés.

En effet, les conditions météorologiques jouent un rôle très important dans les processus d'accumulation ou de dispersion des polluants : plus les conditions sont dispersives et plus les niveaux observés sont faibles. Ces conditions de stabilité ou de dispersion peuvent être définies par un ou plusieurs paramètres météorologiques, comme notamment la hauteur de la couche de mélange¹⁹, les inversions de température ou la vitesse de vent. Les deux premiers définissent la façon dont les polluants vont se mélanger sur la verticale. Par exemple, en cas de forte inversion de température et de faible hauteur de couche limite, les polluants s'accumulent dans les basses couches de l'atmosphère. La vitesse de vent peut être considérée comme représentative de la dispersion météorologique. Ainsi, les conditions les plus favorables à la dispersion de la pollution atmosphérique se rencontrent lorsque les vitesses de vent sont moyennes ou élevées. La vitesse moyenne observée en Ile-de-France est généralement voisine de 3 m/s.

En conséquence, les niveaux de pollution diminuent lorsque les conditions de dispersion s'améliorent et sont donc de plus en plus favorables au brassage de l'air. A contrario, lors de période de vent nul ou faible les concentrations sont plus importantes du fait de la stabilité de l'atmosphère, ce qui se traduit par une accumulation de la pollution primaire. La Figure 9 illustre la relation entre vitesse de vent et concentration à partir des données horaires observées sur les sites automatiques pour le dioxyde d'azote (NO₂). Des graphiques similaires peuvent être réalisés pour le monoxyde de carbone ou les particules (PM10 et PM2.5).

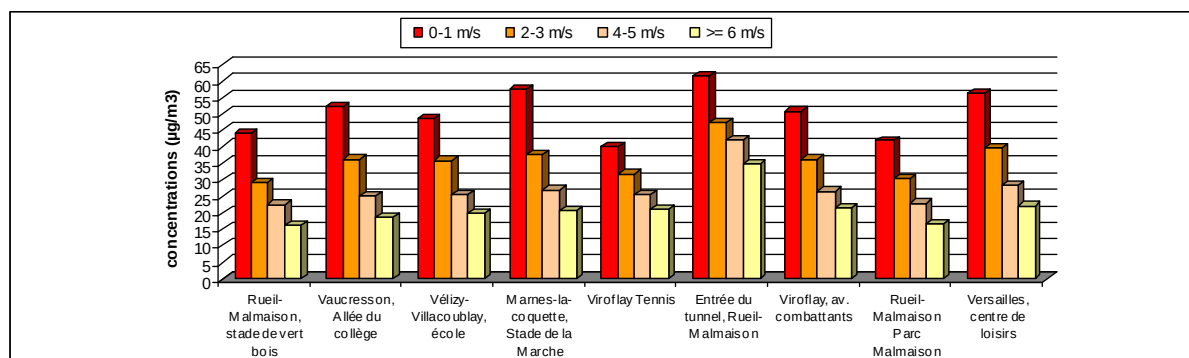


Figure 9 : Evolution des concentrations en dioxyde d'azote (NO₂) des polluants atmosphériques suivant les vitesses de vent observées au voisinage des unités de ventilation (existantes ou futures), ainsi qu'à l'entrée du tunnel (Rueil-Malmaison).

Les conditions météorologiques enregistrées ont été plutôt favorables à une bonne dispersion de la pollution atmosphérique. En effet, le temps a souvent été nuageux, pluvieux (voire neigeux). Seule la dernière semaine de mesure a connu un temps ensoleillé, les conditions météorologiques étant assez homogènes pendant le reste de la campagne.

¹⁹ La couche de mélange est la région de l'atmosphère située à proximité du sol et dans laquelle les polluants se dispersent. De faibles valeurs de hauteur de couche de mélange indiquent que les émissions polluantes sont diluées dans un volume d'air plus petit.

Pour caractériser au mieux la dispersion des polluants atmosphériques, Météo-France a développé à l'aide des relations statistiques un indicateur régional journalier qui dépend non seulement des vitesses de vent mais également d'autres paramètres comme des variations thermiques suivant l'altitude ainsi que la température minimale de la journée. Cet indicateur de la stabilité atmosphérique varie généralement de -7 à 7. Plus il est fort, plus les phénomènes de stabilité et d'accumulation sont forts et donc la dispersion des polluants est faible. Ainsi, les plus forts indicateurs de dispersion enregistrés pendant la campagne de mesure n'ont pas dépassé 3, et à l'inverse, un très faible indicateur a été enregistré le jour de la tempête (28.02). Les indicateurs rencontrés lors de chaque série de mesure sont présentés en annexe 2. La Figure 10 comparant les indices de dispersion pendant la campagne avec l'historique 2002-2009 montre une proportion plus importante d'indices de classe (-3 ; -2[au détriment de ceux de la classe (-2 ; -1[, correspondant ainsi à de meilleures conditions de dispersion des polluants.

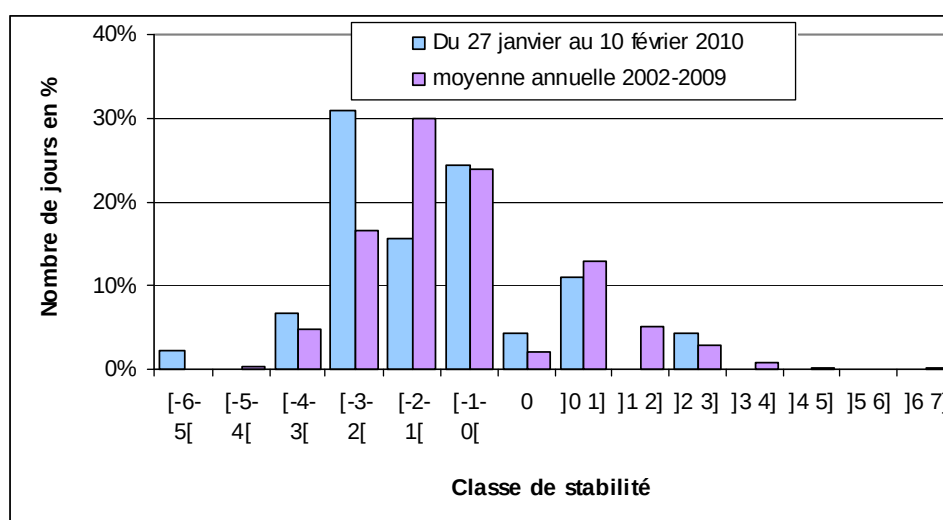


Figure 10 : Comparaison de l'indice de stabilité pendant la campagne de mesure de 2010 avec la moyenne historique 2002-2009.

IV.1 Des vents de secteur sud-ouest et nord-est modérés

La Figure 11 représente, pour la campagne de mesure, la fréquence des régimes de vent ainsi que les vitesses de vent : les secteurs en rouge indiquent les vents les plus faibles (vitesses de vent inférieures à 2 m/s), en orangé les vents dont la vitesse est comprise entre 2 et 4 m/s et en jaune les régimes de vent les plus dispersifs (vitesses de vent supérieures ou égales à 4 m/s).

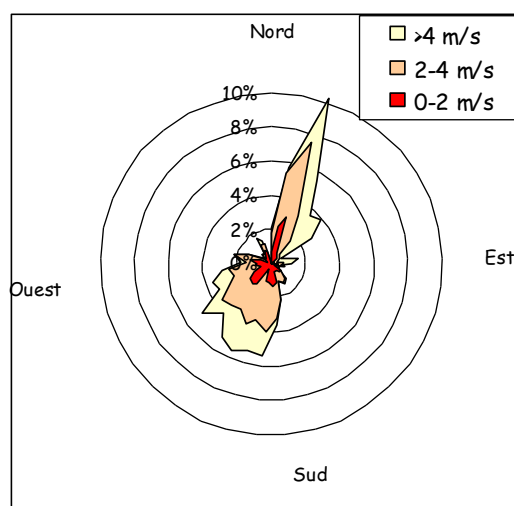


Figure 11 : Fréquence (en %) des vents observée à Trappes du 27 janvier au 10 mars 2010 compris en fonction de leur secteur (source : Météo-France).

Toutes les directions de vent sont observées lors de la campagne de mesure. Les vents de sud-ouest sont largement dominants, ils représentent 41 % des vents rencontrés durant la campagne. Ensuite, ce sont les vents de secteur nord-est observés 36 % du temps. Enfin, les vents de secteur nord-ouest et sud-est sont moins présents durant la campagne de mesure (13 % et 10 % du temps). Les prédominances observées correspondent à la situation l'échelle annuelle ou pluriannuelle. En effet, les deux secteurs de vents dominants en Ile-de-France sont le sud-ouest en régime océanique perturbé et le nord-est (à est) lors des périodes anticycloniques²⁰.

Concernant les vitesses de vent durant la campagne, elles sont en majorité modérées, avec 44 % des vents totaux dont la vitesse est comprise entre 2 et 4 m/s. La proportion de vents faibles (< 2 m/s) et de vents soutenus (> 4 m/s) est identique, avec 28 % chacun. La vitesse moyenne relevée durant la campagne de mesure est de 3,2 m/s, pour une vitesse moyenne observée en Ile-de-France généralement voisine de 3 m/s.

Les conditions météorologiques ont varié durant la campagne de mesure (cf. Figure 12), surtout en terme de vitesse de vent. Les deux premières séries (du 27 janvier au 10 février, puis du 10 au 24 février) se caractérisent par des vents modérés (respectivement pendant 52 % et 46 % de la durée des mesures), avec une vitesse de vent moyenne de 2,6 m/s pendant la 1^{ère} série et 2.8 m/s pendant la seconde. Le secteur sud-ouest est prédominant pour 42 % et 54 % des vents totaux pour chacune des deux premières séries.

A l'inverse, la troisième série - du 24 février au 10 mars - est dominée par les vents de nord-est (53 %), soutenus - à savoir supérieurs à 4 m/s - fréquents (55 %). La vitesse de vent moyenne sur cette série est de 4.4 m/s. Pour rappel, la tempête Xynthia a traversé le pays les 27 et 28 février. Cette série a en fait connu un temps perturbé les premiers jours, sous influence océanique et du sud, avant de connaître un temps ensoleillé mais venteux sous influence continentale à partir du 1^{er} mars.

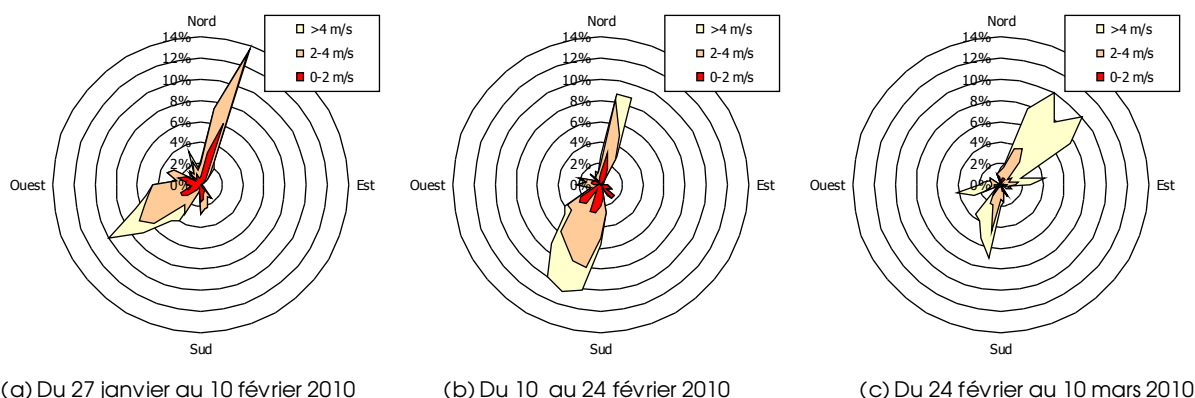


Figure 12 : Fréquence (en %) des vents observée à Trappes en fonction de leur secteur durant les trois séries de mesure (source : Météo-France).

Ainsi, les trois quinze jours de mesure se caractérisent par des vents modérés voire soutenus pendant la dernière série. Les régimes de vents majoritaires sont de sud-ouest et nord-est, avec une forte prédominance de ce secteur lors de la troisième série de mesure.

IV.2 Des températures plus froides que les normales

Les températures relevées durant la campagne sont froides, inférieures aux normales attendues pour les mois de janvier, février et mars (cf. Figure 13). Cela est caractéristique de l'hiver 2009-2010, qui a été particulièrement froid et neigeux sur toute la France. En moyenne, sur toute la campagne de mesure, la température est inférieure de 2,7°C aux normales de saison (moyenne janvier à mars 2000 à 2010).

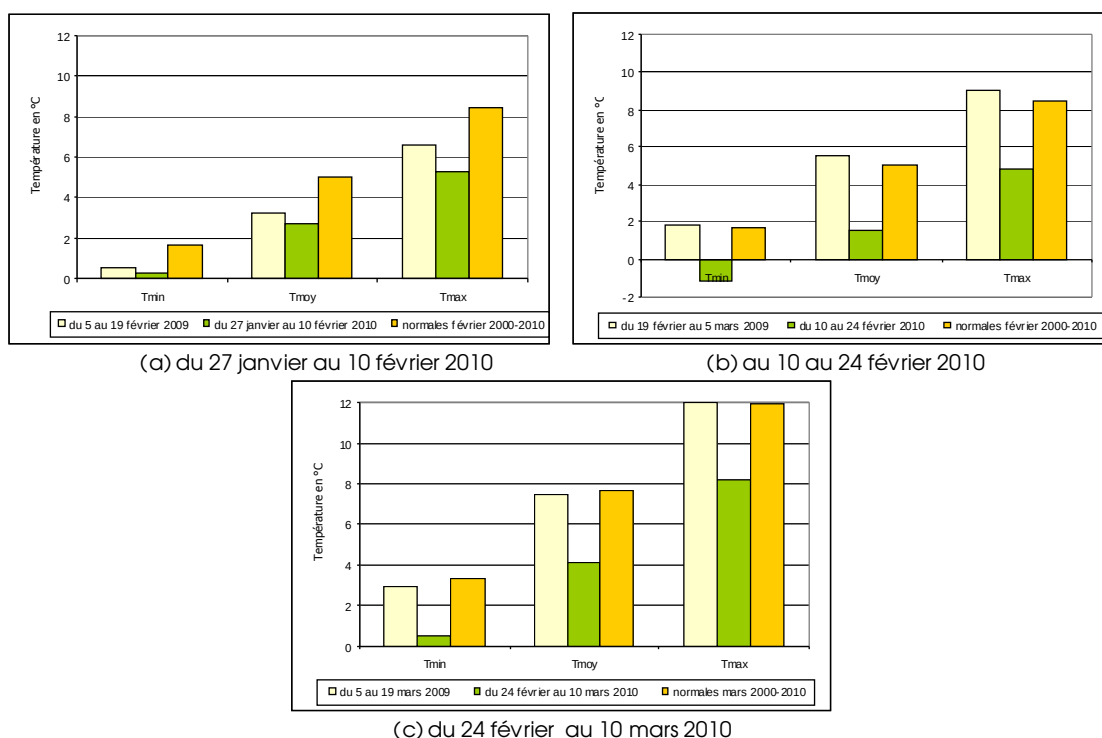


Figure 13 : Situation de la moyenne des températures journalières (minimales, moyennes, maximales) pour les trois quinze jours composant la campagne au regard des normales mensuelles 2000-2010 ainsi que des valeurs relevées lors de la campagne de 2009.

Les températures minimales, moyennes et maximales de chacune des séries sont toutes inférieures aux moyennes historiques relevées à la même période entre 2000 et 2010. Il y a

peu de différences entre les séries de mesure. On notera toutefois la température minimale négative (-1.1°C) lors de la deuxième série. La température moyenne journalière des deux dernières séries est inférieure de 3.5°C à la moyenne des dix derniers mois de février-mars. La vague de froid qui s'est abattue sur la France entre le 10 et le 16 février s'est traduite par une moyenne des températures plus faible en février qu'en janvier²¹, contrairement à l'évolution normale avec des températures, habituellement de plus en plus douces de janvier à mars. Toutefois, un écart croissant entre température minimale et maximale entre les mois de janvier et mars est également constaté pendant la campagne de mesure.

IV.3 Des conditions contrastées par rapport à celles de la campagne en 2009

Tout d'abord, les deux campagnes de mesure, destinées à être comparées, ont été réalisées à des périodes de l'année très proches pour faciliter cette comparaison. Pour mémoire, la campagne « Etat avant mise en service » avait été réalisée du 5 février au 19 mars 2009.

Les conditions météorologiques au cours de la campagne de 2010 sont plus contrastées que celles relevées lors des mesures de l'état initial de 2009. En effet, les régimes de vents, bien que homogènes au cours de la campagne 2010, présentent des secteurs de vents majoritairement de secteur sud-est et nord-est, contrairement aux conditions de 2009 essentiellement de nord-est (43 % des vents totaux). En terme de vitesse, il existe également une forte différence, avec 46 % de vents faibles (vitesse inférieure à 2 m/s) en 2009, contre 28 % en 2010. Globalement, la vitesse de vents en 2009 était de 2 m/s. Les températures, proches des normales et suivant une évolution classique durant la campagne 2009 (cf. Figure 13), sont largement supérieures à celles enregistrées en 2010.

Pour rappel, une précédente campagne « Etat avant mise en service » avait été réalisée en 2007, du 24 janvier au 7 mars. Elle présentait des conditions météorologiques plus proches de celles de la campagne 2010. Les vents, majoritairement de secteur sud-ouest, présentaient une vitesse moyenne de 3 m/s, avec une proportion comparable à celle de 2010 de vents soutenus. Enfin, les températures moyennes étaient supérieures à celles de la campagne 2009²².

Il peut être intéressant dans des cas différents en terme de météorologie comme ici de comparer les indicateurs de stabilité présentés précédemment sur les différentes périodes de mesure et à un historique. La Figure 14 présente les indicateurs de stabilité rencontrés lors des campagnes 2007, 2009 et 2010, ainsi que la moyenne annuelle sur l'historique 2002-2009. Les indicateurs de la campagne 2010 sont les plus faibles, d'où des conditions météorologiques favorables à une bonne dispersion des polluants. En comparaison avec ceux des autres campagnes, les conditions étaient plus dispersives lors de cette dernière campagne. Aussi, les concentrations enregistrées peuvent être minorées par rapport aux conditions météorologiques habituellement rencontrées.

21 Bilan de l'hiver 2009-2010, Météo-France.

22 Airparif – « Etat initial de la qualité de l'air avant la mise en service de la première section du Duplex A86 » - Septembre 2007.

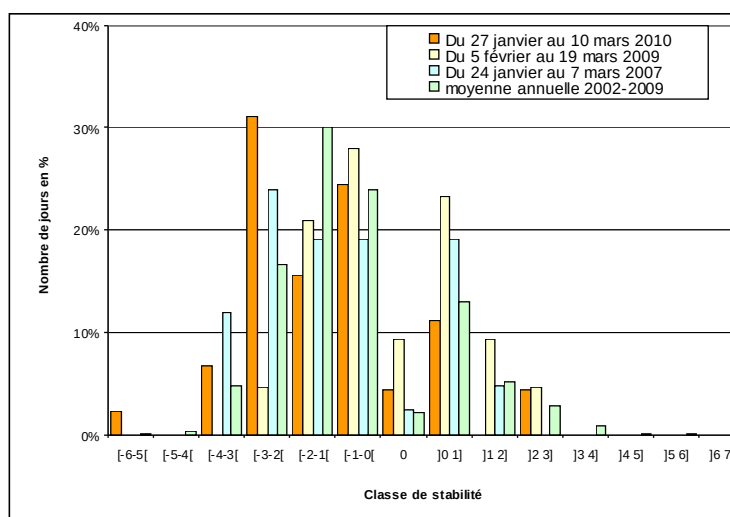


Figure 14 : Indicateurs de stabilité lors des campagnes de mesure de 2007, 2009, 2010 et la moyenne annuelle sur la période 2002-2009.

La campagne de 2010 présente des conditions météorologiques plus dispersives (proportion de vents soutenus plus importante) que celles rencontrées durant la campagne de 2009, tout comme celle de 2007.

V LA QUALITE DE L'AIR DURANT LA CAMPAGNE : ETAT EN SITUATION DE FOND

V.1 Dans l'agglomération parisienne, une qualité de l'air bonne à mauvaise.

L'indice ATMO dans l'agglomération parisienne durant la campagne de mesure a varié entre 3 (bon) et 8 (mauvais), comme l'illustre la Figure 15. Rappelons que l'indice de qualité de l'air ATMO est un chiffre allant de 1 à 10 associé à un qualificatif (de très bon à très mauvais). Il qualifie la qualité de l'air globale en situation de fond²³ et à l'échelle de la journée. Il prend en compte quatre polluants atmosphériques : le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre, les particules (PM10) et l'ozone. Un sous-indice est calculé pour chacun des composés et l'indice ATMO résultant est égal au maximum des quatre sous-indices (cf. Annexe 2).

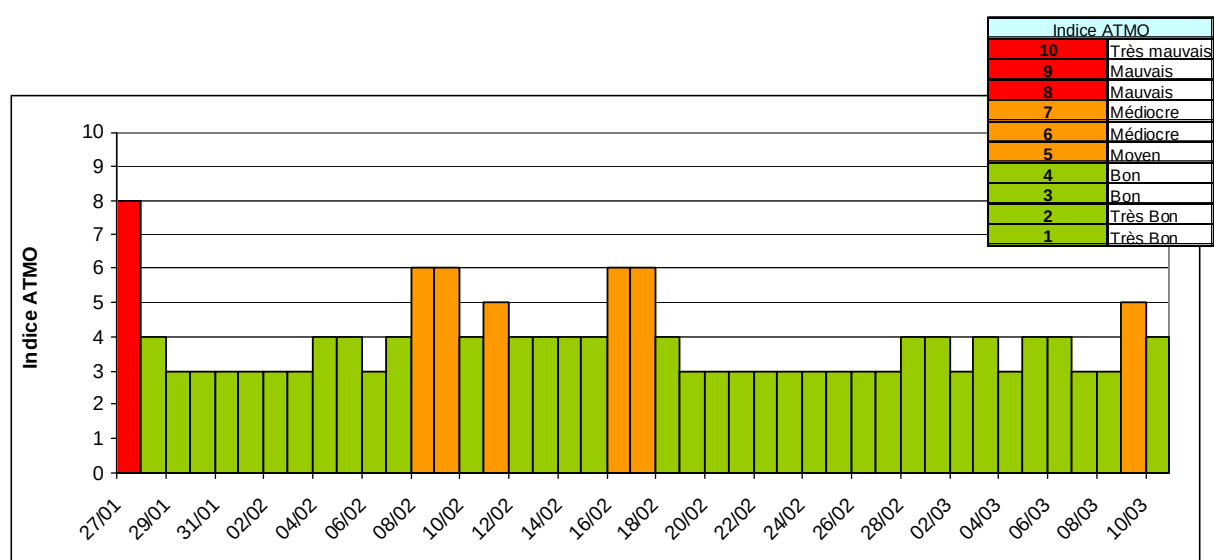


Figure 15 : Indice ATMO de l'agglomération parisienne relevé du 27 janvier au 10 mars 2010 compris.

Durant la campagne de mesure, la qualité de l'air dans l'agglomération parisienne est qualifiée de bonne 83 % du temps (indices 3 et 4). Les niveaux « moyen » et « médiocre » sont atteints 6 jours durant la campagne. L'indice le plus fort relevé est de 8, il est rencontré le premier jour de la campagne de mesure (27/01/2010). Les niveaux élevés en particules sur l'Ile-de-France pour cette journée ont occasionné un déclenchement de la procédure d'information. Cette procédure est déclenchée, pour les particules PM10, suite au dépassement du seuil d'information (80 µg/m³ en moyenne sur 24 heures²⁴) simultanément sur deux stations du réseau fixe d'Airparif (au minimum) dont au moins une de fond. Enfin, l'indice ATMO le plus fréquent durant la campagne de mesure est de 3 (20 jours sur 43).

Pour rappel, lors de la campagne d'« état avant mise en service », cette procédure d'information pour les particules avait également été déclenchée pendant deux journées (26/02/09 et 18/03/09).

Sur les 43 jours de campagne, les particules sont responsables de l'indice pendant 22 jours, le NO₂ pour 9 jours, l'ozone pour 5 journées, le reste correspondant à une responsabilité

²³ On entend par situation de fond : hors influence directe des sources de pollution. Les critères d'implantation sont définis par les directives européennes et la classification de l'ADEME et du MEEDDM.

²⁴ Vingt-quatre heures écoulées de 8h du matin la veille à 8h du matin le jour même ou de 14h la veille à 14h le jour même : cf. arrêt inter préfectoral du 3 décembre 2007 (<http://www.airparif.asso.fr/airparif/pdf/aret03122007.pdf>).

simultanée de plusieurs composés. Les particules sont responsables de tous les indices supérieurs ou égaux à 5. Le sous-indice NO₂, suivi pendant cette campagne, a oscillé entre 2 et 4 (pendant 6 journées).

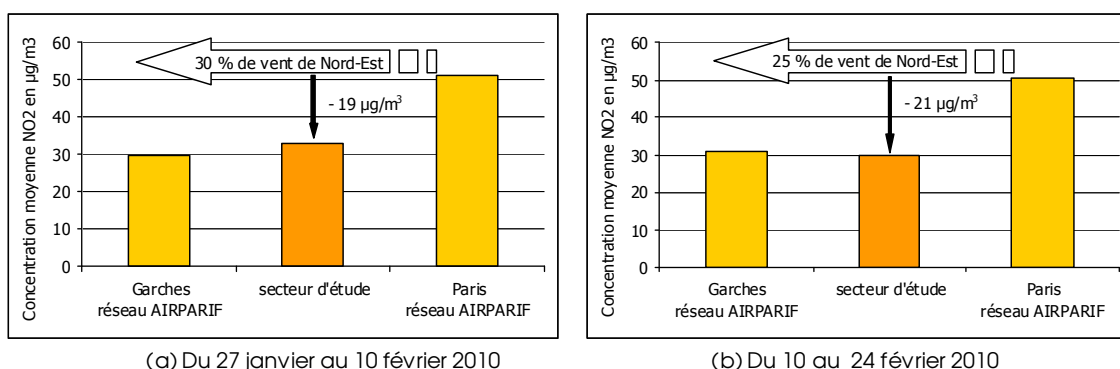
V.2 Dans le secteur Ouest de l'agglomération parisienne

V.2.1 Un secteur sous l'influence de l'agglomération parisienne

Le Duplex A86 ouest relie Rueil-Malmaison à Versailles et concerne une partie importante de l'ouest de l'agglomération parisienne. Il se trouve sous l'influence des émissions de l'agglomération parisienne et de son cœur dense. Pour illustration, les émissions du domaine d'étude en oxydes d'azote s'élèvent à 5 kilotonnes²⁵ soit uniquement 4 % des émissions de l'agglomération parisienne. Pourtant, les différences de concentrations dans le domaine d'étude et dans le cœur dense de l'agglomération sont bien moins marquées. Lors de vent de nord-est, le domaine d'étude est sous le vent²⁶ du cœur de l'agglomération parisienne. Les niveaux relevés à Garches sur la station permanente d'Airparif sont relativement proches de ceux de Paris. Les résultats sur l'année 2009, comparables à ceux de 2007, montrent que les concentrations moyennes par vent de nord-est entre Garches et Paris Les Halles diffèrent de 21 %. Par vent de sud-ouest, la différence est logiquement plus marquée avec un écart de 50 %.

Une analyse plus fine peut être réalisée à partir des résultats des différentes séries de mesure. Les vents de secteur nord-est, en moyenne de 36 %, ont varié entre 29 % (série 1) et 53 % (série 3), ce qui permet de décrire cette influence en étudiant la différence entre les séries de mesure.

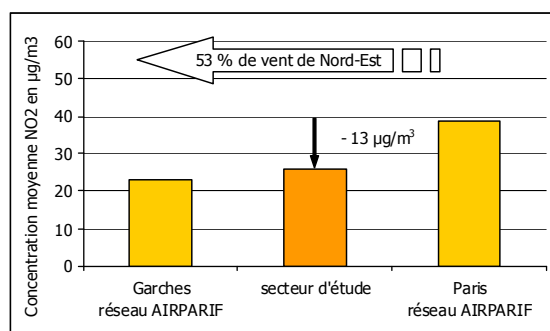
Durant les trois quinzaines de mesure de 2010, les concentrations²⁷ moyennes rencontrées dans le secteur d'étude en NO₂ ont varié de 20 % selon les séries de mesure (cf. Figure 16). La différence la plus importante avec les niveaux parisiens est rencontrée lors de la deuxième quinzaine, lorsque la fréquence des vents de nord-est la plus faible (25 %). A l'inverse, la dernière série, qui présente plus de 50 % des vents de secteur nord-est, met en avant un écart entre le secteur d'étude et Paris plus faible (13 µg/m³). Pour l'ensemble des séries, les niveaux moyens relevés sur l'ensemble du domaine sont très proches de ceux de la station permanente du réseau Airparif de Garches (différence de 1 à 3 µg/m³ selon les séries). Ces résultats sont tout-à-fait comparables à ceux présentés lors de la campagne de 2009.



25 Source inventaire Airparif Année 2005 – version 2007 (A2005_M2007_V5)

26 On dit qu'une zone géographique est « sous le vent » d'une source lorsque la source se trouve entre l'endroit d'où le vent souffle et la zone considérée. Par exemple, un vent venant du sud-ouest met les zones géographiques au nord-est de la source sous le vent de celle-ci. Dans notre cas, la source est le cœur dense de l'agglomération parisienne. L'inverse de « sous le vent » est « au vent »

27 Calcul basé sur les 47 sites quadrillant le domaine d'étude



(c) Du 24 février au 10 mars 2010

Figure 16 : Concentration moyenne en NO₂ lors des trois quinzaines de mesure à Garches, dans le domaine d'étude (moyenne des 47 sites) et à Paris (moyenne des stations urbaines de la Capitale).

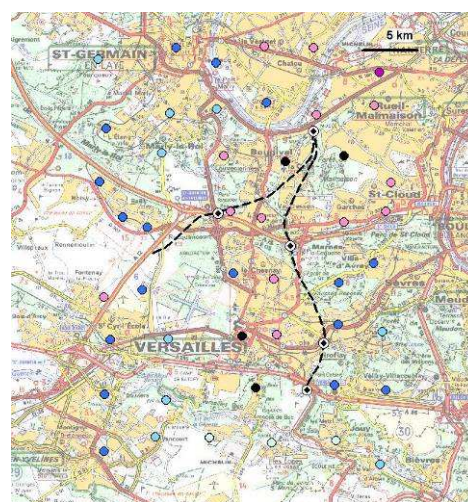
En conclusion, les concentrations observées à l'Ouest de l'agglomération parisienne résultent en partie de l'influence des émissions du cœur dense de l'agglomération. Le secteur nord-est du domaine (Nanterre...) est caractérisé par une forte densité d'émission et influe aussi sur les concentrations du domaine d'étude.

V.2.2 Des concentrations nuancées dans le secteur d'étude

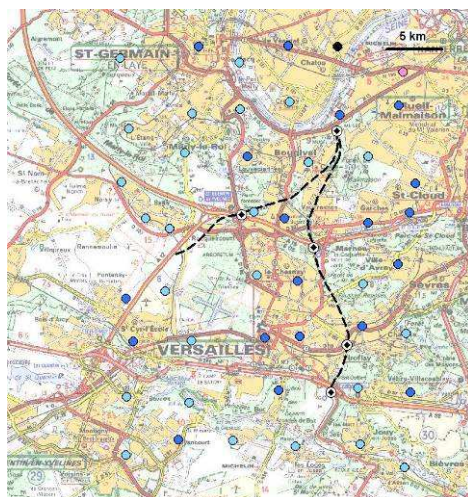
Les concentrations en situation de fond rencontrées dans le domaine d'étude sont influencées par les émissions de l'agglomération parisienne. Toutefois, des différences locales sont aussi relevées dans le domaine d'étude. Ces nuances s'expliquent par les émissions locales qui varient au sein du domaine, des topographies différentes et d'un éloignement croissant par rapport au cœur de l'agglomération. La Figure 17 présente les niveaux relevés en dioxyde d'azote sur l'ensemble des 47 sites de mesure couvrant le grand domaine. Les résultats sont aussi présentés sous forme numérique pour l'ensemble des sites en Annexe 3. Par souci de clarté, les résultats concernant les sites au voisinage des unités de ventilation (impact micro-local) sont présentés ultérieurement (cf. paragraphe VI.2 et VII). Les données non disponibles sont des échantillonneurs détériorés dont l'analyse est impossible.



(a) du 27 janvier au 10 février 2010



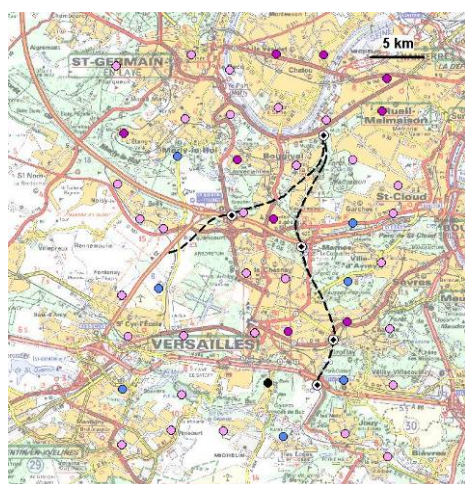
(b) Du 10 au 24 février 2010



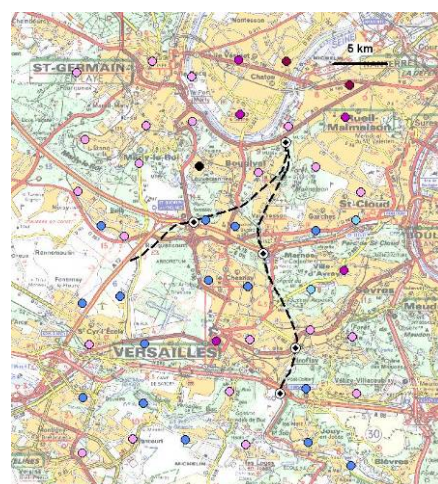
(c) Du 24 février au 10 mars 2010

Figure 17 : Concentrations en situation de fond en NO₂ observées sur chacun des sites (impact local) pour chaque série de mesure.

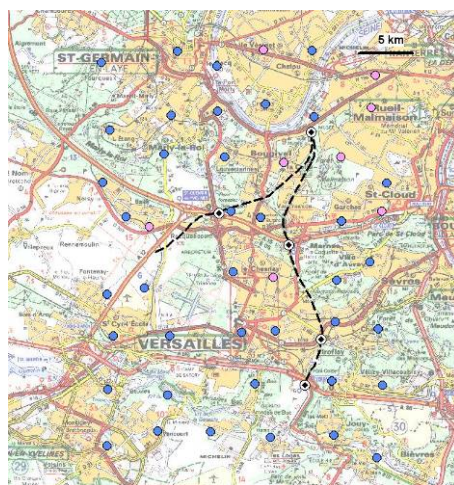
Les concentrations de benzène sur l'ensemble des 47 sites de mesure pour les trois séries de mesure sont présentées à la Figure 18.



(a) du 27 janvier au 10 février 2010



(b) Du 10 au 24 février 2010



(c) Du 24 février au 10 mars 2010

Figure 18 : Concentrations en situation de fond en benzène observées sur chacun des sites (impact local) pour chaque série de mesure.

Pour le dioxyde d'azote comme pour le benzène, les concentrations observées ont diminué progressivement entre les trois séries. Ces évolutions sont directement liées aux conditions météorologiques.

Pour le dioxyde d'azote, les niveaux varient de 13 et 66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ selon les séries de mesure. En moyenne, les concentrations ont diminué au fil des séries, de l'ordre de 8 % entre la 1^{ère} et la 2^{ème} série, puis de 13 % entre la 2^{ème} et la 3^{ème}, soit une baisse globale de 21 %. Ces évolutions sont directement liées aux conditions météorologiques, qui ont été comparables lors des deux premières séries et contrastées par rapport à la dernière série de mesure. Cette quinzaine a été marquée par des vents forts qui, bien que majoritairement du secteur nord-est donc en provenance de l'agglomération parisienne, ont favorisé la dispersion des polluants.

En benzène, l'évolution est similaire mais moins marquée. Les concentrations, comparables lors des deux premières séries, ont diminué pendant la dernière quinzaine. Les concentrations des deux premières séries sont respectivement comprises entre 1,1 et 1,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1^{ère}) et entre 0,9 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2^{ème}). Les niveaux sont très homogènes lors de la 3^{ème} série, compris entre 1 et 1,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Comme déjà observé lors des précédentes campagnes de mesure, les niveaux les plus importants sont généralement observés dans le quart nord-est du domaine, que ce soit en benzène et en NO_2 . A l'inverse, les concentrations les plus faibles sont généralement relevées au sud et à l'extrême ouest du domaine. Cela s'explique par les émissions plus denses au nord-est.

Pour mettre en évidence les variations de concentrations relevées dans le domaine d'étude, trois zones d'intérêt ont été définies (cf. Figure 19) dans le rapport d'étude de la précédente campagne de mesure (2009). Pour rappel, la première zone (zone 1) concerne la partie nord du domaine à l'exception de son extrémité ouest (communes de Nanterre, Saint-Germain-en-Laye, la partie nord de Rueil-Malmaison). Cette zone est caractérisée par un tissu urbain assez dense, des zones industrielles et une proximité avec le cœur de l'agglomération parisienne. La seconde zone (zone 2) occupe le centre et l'est du domaine d'étude (Garches, Chaville, Versailles, Vaucresson...). Elle présente un tissu urbain moins continu par rapport à la zone 1, des espaces verts importants et des forêts. Notons aussi la présence de nombreuses infrastructures routières comme l'A13 et la N286. Enfin, la zone 3 regroupe l'extrémité sud et ouest du domaine (Fourqueux, Fontenay-le-Fleury, Buc, Bièvres...). Dans cette zone, les forêts et les cultures sont prépondérantes, le degré d'urbanisme est plus faible à l'exception du coin sud-ouest avec la ville nouvelle de Saint Quentin en Yvelines. L'occupation des sols dans la zone d'étude reflète la répartition des émissions de polluants atmosphériques. Celles-ci sont plus importantes dans la zone 1, alors que la zone 3 présente les émissions les plus faibles.

Les niveaux moyens des différentes zones ont été réactualisés avec les mesures de la campagne de 2010. Pour le dioxyde d'azote, les concentrations moyennes relevées pour chaque zone sont présentées à la Figure 20.

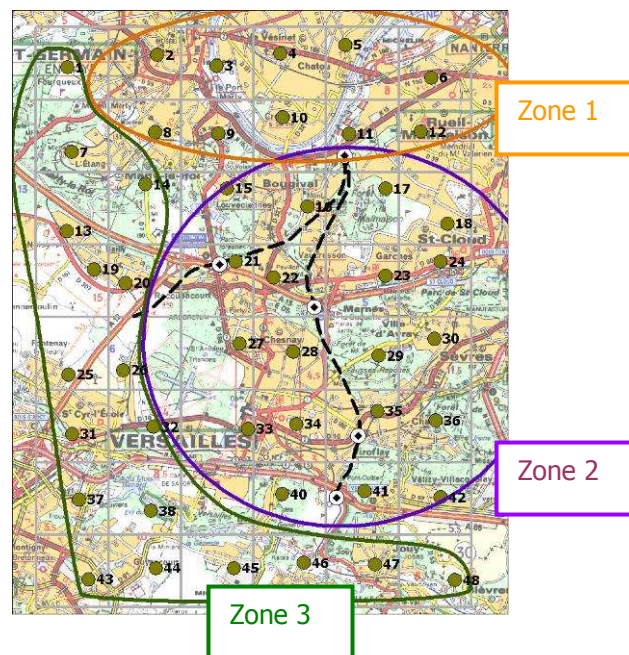
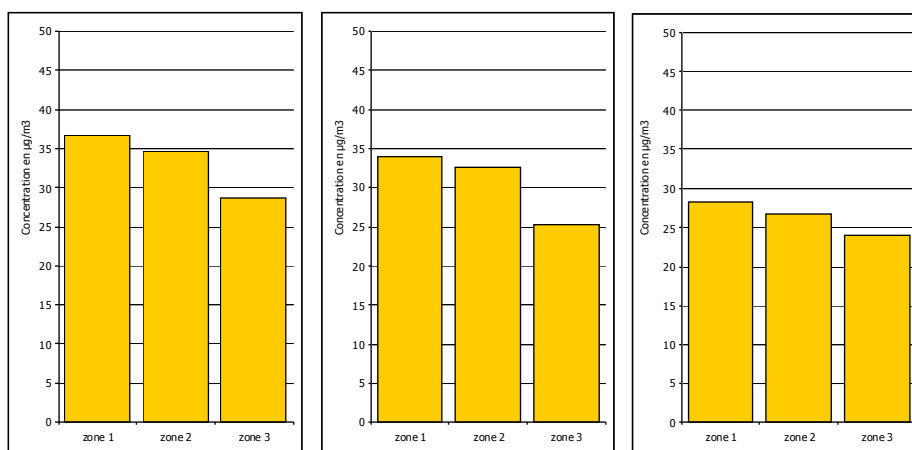


Figure 19 : Identification des différentes zones d'intérêt dans le grand domaine.

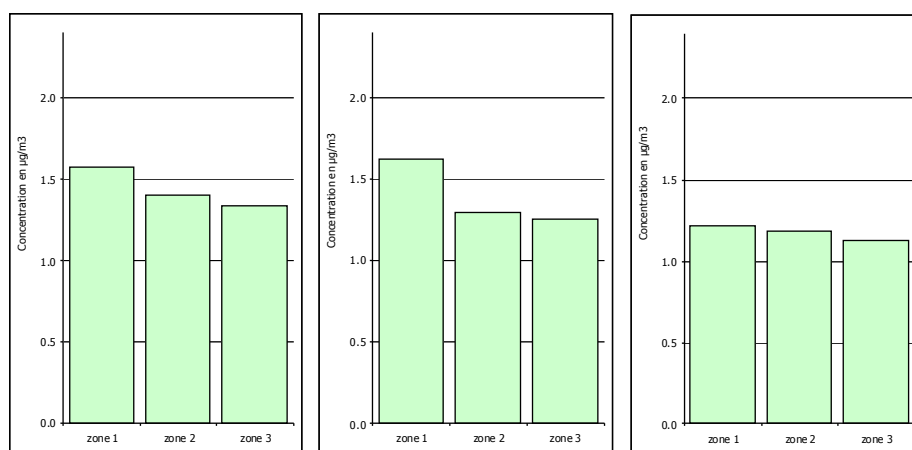


(a) du 27 janvier au 10 février 2010 (b) Du 10 au 24 février 2010 (c) Du 24 février au 10 mars 2010

Figure 20 : Concentrations en NO₂ pour les trois zones d'intérêt du domaine : « nord » (zone 1), « centre » (zone 2) ainsi que « sud + ouest » (zone 3).

Les résultats sont cohérents et comparables à ceux résultant de la précédente campagne (2009). Les niveaux en dioxyde d'azote au nord (zone 1) et au centre (zone 2) sont assez proches, les concentrations pour la zone centrale sont inférieures à ceux de la zone 1 de 4 à 5 % selon les séries de mesure. La zone 3 (sud et ouest) se détache un peu plus, avec les niveaux les plus faibles et inférieurs lors des trois séries à ceux de la zone 1. Les concentrations maximales sont observées systématiquement sur des sites de la zone 1 pour chacune des séries. Il s'agit pour deux séries (2^{ème} et 3^{ème}) du site implanté à Nanterre (site n°6) avec 44 et 36 µg/m³ et pour la première série du site à Rueil-Malmaison (site n°12) avec 43 µg/m³. Ces deux sites sont voisins, à l'extrémité nord de la zone d'étude. Le site n°12 avait déjà présenté le maximum pendant 2 séries en 2009. Ces résultats sont cohérents avec ceux de la précédente campagne de mesure, avec des concentrations entre les zones 1 et 2 plus homogènes (notamment entre les zones 1 et 2). On notera toutefois un écart plus faible de la zone 3 avec les autres secteurs pour la 3^{ème} série : cela s'explique par la vitesse de vent, élevée. Pour information, la variabilité des niveaux au sein d'une même zone varie de 12 à 25 % selon les séries et les zones, avec un maximum pour la 2^{ème} série.

La Figure 21 présente les concentrations moyennes en benzène dans les trois zones d'intérêt du domaine (« nord », « centre », « sud et ouest ») pour les trois séries de mesure.



(a) du 27 janvier au 10 février 2010 (b) Du 10 au 24 février 2010 (c) Du 24 février au 10 mars 2010

Figure 21 : Concentrations en benzène pour les trois zones d'intérêt du domaine : « nord » (zone 1), « centre » (zone 2) ainsi que « sud + ouest » (zone 3).

Pour le benzène, les concentrations les plus importantes sont également rencontrées au « nord » du domaine (zone 1). Les niveaux au « centre » (zone 2) et dans la zone 3 sont plus faibles. Pour la zone 2, les écarts avec le nord du domaine (zone 1) varient de -3 % (période du 24 février au 10 mars) à -20 % (du 10 au 24 février). Les niveaux les plus faibles sont, comme pour le dioxyde d'azote, relevés dans la zone 3, aussi bien en terme de niveau moyen que de maximum, avec des concentrations inférieures de 8 % à 22 % par rapport au « nord » du domaine. Les concentrations maximales sont observées dans la zone 1 sur les sites du Vésinet, de Chatou, de Nanterre et de Rueil-Malmaison (sites n°4, 5, 6 et 12), certains présentant également les maxima en NO₂. Les niveaux minimums sont relevés en zone 2 ou 3, ils ne concernent pas de secteur spécifique.

Les résultats en dioxyde d'azote et en benzène sont très similaires, les concentrations maximales sont rencontrées dans les mêmes secteurs, à savoir au nord-est du domaine d'étude pour les maxima, sur les mêmes sites que lors de la précédente campagne de mesure, laquelle avait déjà présentée une répartition spatiale des concentrations identique à celle de la campagne de 2007. Les minima concernent également les mêmes secteurs (zone 3), comme les précédentes années. Toutefois, des nuances déjà observées entre les polluants sont toujours d'actualité. Pour le dioxyde d'azote, les concentrations dans le « centre » (zone 2) du domaine sont proches de celles relevées au nord et par conséquent relativement importantes. Alors que pour le benzène, ces niveaux au « centre » sont plus proches de ceux rencontrés dans la zone 3 et par conséquent relativement faibles. Comme lors de la campagne de 2007, l'influence du cœur de l'agglomération parisienne sur le « centre » du domaine d'étude est bien plus visible pour le dioxyde d'azote. De plus, il existe, comme souligné, auparavant de nombreuses infrastructures routières dans la zone 2 (A 13, N286). Or, ces axes de part leur profil de circulation (nombre important de véhicules et vitesse élevée) sont générateurs de dioxyde d'azote de manière significative alors que les émissions de benzène sont surtout influencées par la fluidité du trafic et la proportion de moteur à froid (véhicules venant juste de démarrer).

VI ETAT DE LA QUALITE DE L'AIR DANS LE SECTEUR DE LA 1^{ère} SECTION DU DUPLEX A86 DEPUIS SON OUVERTURE

Lors de cette campagne de mesure, un site automatique supplémentaire a été installé au plus près du tunnel. Les contraintes techniques liées à ce type de mesure nous ont permis de l'installer au niveau de la barrière de péage de Rueil-Malmaison, à moins d'une centaine de mètres en amont du tunnel. Le matériel a été installé à environ 20 mètres des véhicules qui entrent dans le tunnel. Cet emplacement permet d'appréhender les teneurs en sortie de tunnel et par conséquent d'estimer l'impact direct de cette infrastructure sur l'environnement immédiat.

L'analyse fine des échantillonneurs passifs des autres sites automatiques installés au voisinage des unités de ventilations en fonctionnement permet d'estimer l'impact du duplex en terme de qualité de l'air sur l'environnement immédiat.

VI.1 Etat de la qualité de l'air à la barrière de péage de Rueil-Malmaison, en entrée du Duplex A86

Les données issues du laboratoire mobile installé à la barrière de péage de Rueil-Malmaison permettent d'étudier précisément la qualité de l'air aux abords immédiats du tunnel, plus précisément à l'entrée nord de la 1^{ère} section ouverte depuis fin juin 2009. Les résultats de chaque composé suivi sont comparés aux stations temporaires installées dans le secteur, ainsi qu'aux stations permanentes du réseau d'Airparif, notamment celles se trouvant à proximité du trafic routier.

Dans ce paragraphe, les résultats sont présentés sous forme de « boîtes à moustaches », traitement statistique des données qui permet de représenter plusieurs informations en un seul graphique :

- la moyenne et la médiane (valeur au-dessous de laquelle se trouve 50 % des données);
- les percentiles 25 et 75 qui correspondent aux extrémités de la boîte et qui contiennent 50 % des données
- les minimum et maximum (extrémités des moustaches). Il peut arriver que des points extrêmes se trouvent à l'extérieur des moustaches (pour plus d'informations sur le fonctionnement des boîtes à moustaches, voir Annexe n°6).

Concernant les oxydes d'azote, le site à la barrière de péage de Rueil-Malmaison présente, dû fait de sa proximité à l'axe, les teneurs les plus élevées des sites automatiques instrumentés dans le secteur du Duplex. **La concentration moyenne en NO (21 µg/m³) est cohérente avec celle des stations urbaines les plus chargées de la région** (Paris 18^{ème}, La Défense avec 14 µg/m³ enregistrée en moyenne pendant la campagne de mesure) mais reste en dessous des niveaux enregistrés à proximité du trafic routier, la plus faible pendant la campagne de mesure étant l'Avenue des Champs Elysées (52 µg/m³). Les boîtes à moustaches (cf. Figure 22) montrent une plus forte dispersion des données à la barrière de péage de Rueil-Malmaison (caractéristique de la proximité au trafic routier, comme à la station permanente de l'Avenue des Champs Elysées) qu'aux autres stations permanentes en situation de fond ou à proximité des unités de ventilation (présentes ou futures). Le nombre de véhicules empruntant le Duplex étant beaucoup plus faible que celui des stations permanentes à proximité du trafic (cf. paragraphe sur le CO), le niveau moyen en NO à la barrière de péage de Rueil-Malmaison est largement inférieur à ceux des stations trafics.

Une exploitation des niveaux maximums (maxima horaires, percentile 75²⁸, 98 ou 99) montre que le site de la barrière de péage peut présenter ponctuellement des concentrations élevées, dû à sa proximité au trafic. Ainsi son percentile 75, de 27 µg/m³, est largement supérieur à celui des autres sites automatiques du secteur (6 µg/m³ en moyenne), mais aussi

28 Percentile 75 : valeur telle que 75 % des valeurs sont en dessous et 25 % sont au-dessus.

des stations urbaines du centre de Paris ($12 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Il reste, du fait du trafic routier moins soutenu que sur les stations permanentes proches du trafic, inférieure à celui d'avenue des champs Elysées par exemple ($82 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Ainsi le comportement des concentrations élevées au site de la barrière de péage de Rueil-Malmaison est différent des stations urbaines mais spécifique aux mesures à proximité du trafic routier. Ce niveau moyen en NO_2 est inférieur aux relevés des autres stations trafic du réseau permanent d'Airparif, qui s'échelonnent de $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ avenue des champs Elysées à $168 \mu\text{g}/\text{m}^3$ au boulevard périphérique Porte d'Auteuil.

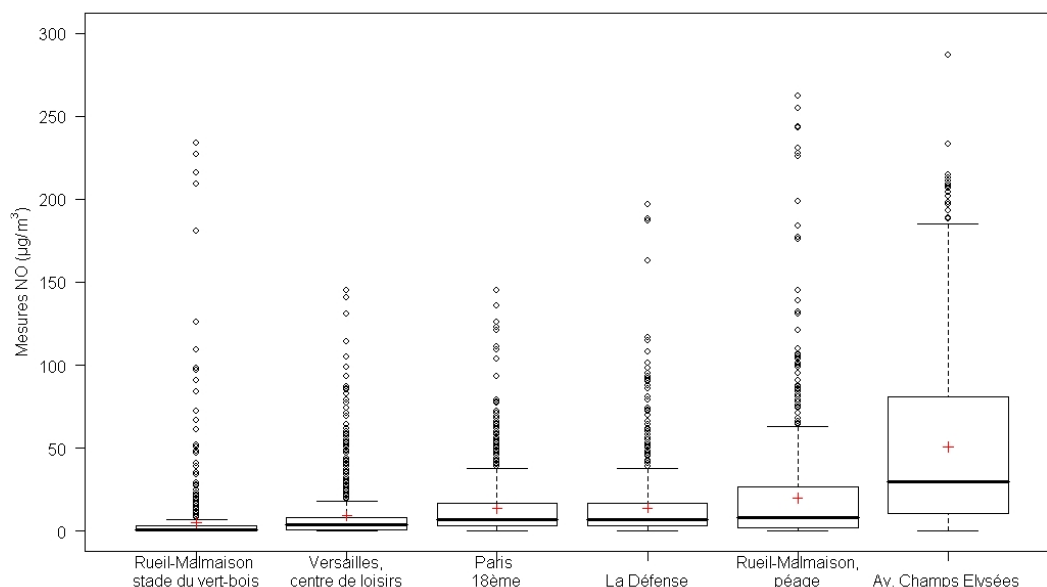


Figure 22 : boîtes à moustaches relatives au NO.

Les niveaux moyens en NO_2 à la barrière de péage de Rueil-Malmaison sont supérieurs aux concentrations relevées dans le secteur du Duplex, inférieurs aux résultats des stations trafics du réseau permanent d'Airparif mais comparables aux relevés de stations parisiennes en situation de fond. Les tests statistiques (cf. paragraphe VI.2.2) montrent une équivalence en terme de moyenne à la barrière de péage de Rueil-Malmaison et à la station de Paris 7^{ème}. Ainsi, **les niveaux en NO_2 enregistrés sont tout proches de ceux rencontrés dans le centre de Paris en situation de fond**. Les boîtes à moustaches illustrant ces résultats sont présentées à la Figure 23. **Il existe par conséquent un surcroît de concentration au NO_2 au niveau de la barrière de péage de Rueil-Malmaison par rapport au reste du domaine d'étude**. Ce surcroît s'explique par la proximité du trafic routier et est cohérent d'autres mesures réalisées en sortie de tunnels²⁹.

Concernant les valeurs maximales et percentiles élevés, les différences avec les stations en situation de fond sont moins marquées que pour le NO car le dioxyde de carbone est un polluant secondaire. Ainsi, la teneur maximale enregistrée à la barrière de péage de Rueil-Malmaison est équivalente à celle de la station permanente trafic de l'Avenue des champs Elysées ($168 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mais le percentile 75 est plus proche de celui de la station urbaine de Paris 18^{ème} ($66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ contre 62 à l'aire de péage). Les autres percentiles, qui tendent à l'approcher du maximum horaire, sont intermédiaires à la barrière de péage de Rueil-

29 CETE Ile-de-France - Projet AIRTURIF – en cours.

« Caractérisation de la qualité de l'air à proximité des voies à grande circulation – Modélisation des niveaux de pollution au voisinage du Boulevard Périphérique au niveau de la porte de Gentilly », Airparif, mars 2010.

« Evolution de la qualité de l'air après la mise en service du tunnel Jonction A50 – A57 à Toulon », Airmarais, janvier 2004.

« Etude de la qualité de l'air sur la colline de la Croix-Rousse », COPARLY, novembre 2008.

Malmaison entre les valeurs aux stations urbaines parisiennes (plus faibles) et celles des stations trafics du réseau permanent.

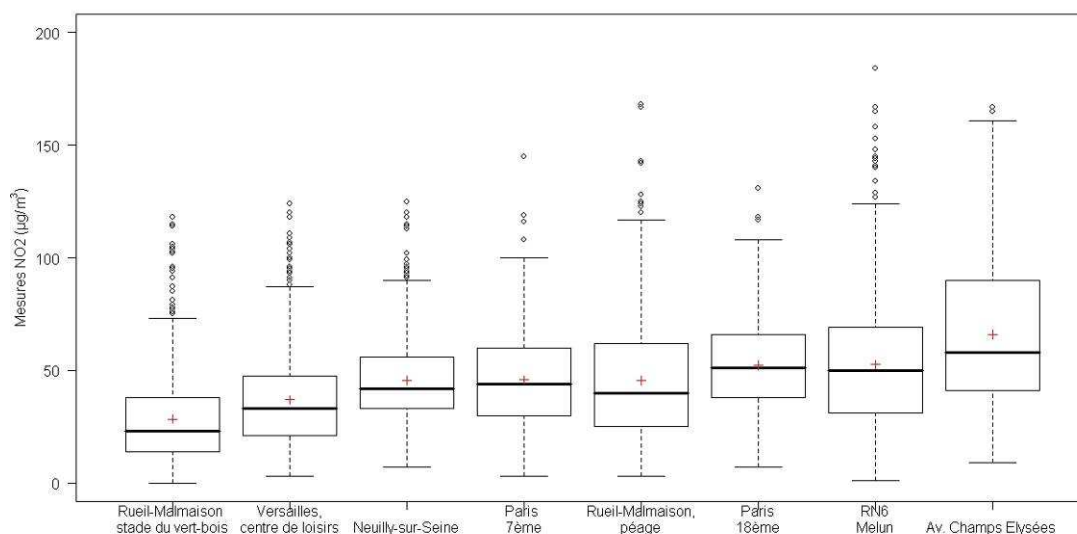


Figure 23 : boîtes à moustaches relatives au NO₂.

Si l'on s'intéresse aux particules (PM₁₀), **les niveaux enregistrés à la barrière de péage de Rueil-Malmaison (29 µg/m³ en moyenne pendant la campagne de mesure) sont considérés statistiquement comme équivalents en terme de moyenne à ceux de trois sites temporaires instrumentés dans le secteur du duplex** : avenue Marmontel à Rueil-Malmaison (28 µg/m³), avenue des combattants à Viroflay (28 µg/m³) et au stade de la marche à Marne-la-coquette (28 µg/m³). Les niveaux sont supérieurs à ceux rencontrés à l'école de Vélizy-Villacoublay, tout en possédant la même variabilité, et supérieurs également aux relevés du stade du vert-bois. La comparaison avec les stations permanentes montre que la station de Gennevilliers suit la même variabilité et présente une concentration moyenne équivalente à celle de la barrière de péage de Rueil-Malmaison (29 µg/m³). La station trafic de la RN6 à Melun présente une variabilité équivalente même si les teneurs y sont supérieures (41 µg/m³ en moyenne), ce qui est cohérent avec l'influence du trafic routier. La Figure 24 illustre ces résultats.

En terme de niveaux maximums, les maxima horaires et percentiles (75, 98 et 99) sont du même ordre de grandeur sur les différents sites automatiques du secteur investigué, avec des différences de 20 à 60 % selon le paramètre considéré. Toutefois, même si c'est le site de la barrière de péage de Rueil-Malmaison qui présente la concentration horaire maximale (ainsi que le percentile 75), les percentiles 98 et 99 les plus élevés sont enregistrés Avenue Marmontel à Rueil-Malmaison. Cela montre que les particules, les valeurs les plus fortes sont moins variables que le NO₂, le trafic routier ayant un impact moins important sur les particules.

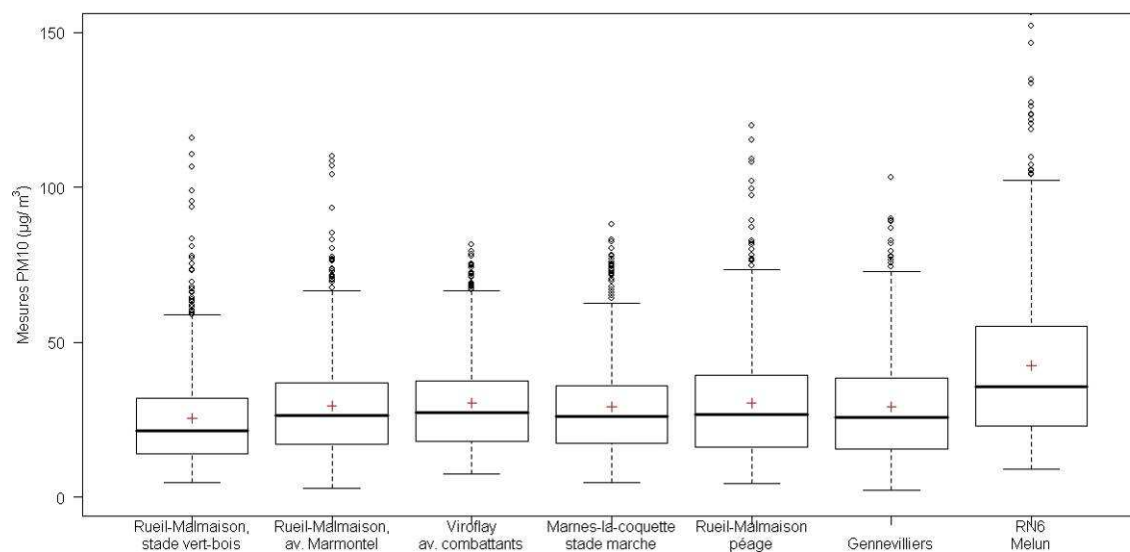


Figure 24 : boîtes à moustaches relatives au PM10.

La Figure 25 présente les boîtes à moustaches de certains sites dans le secteur du Duplex dont celui à la barrière de péage de Rueil-Malmaison, ainsi que les niveaux aux stations permanentes du réseau d'Airparif pour les particules fines (PM2.5). Les sites en situation de fond dans la région présentent des niveaux homogènes en particules fines. Plus précisément, les tests statistiques ont confirmé que les niveaux en PM2.5 à la barrière de péage étaient équivalents en moyenne (22 µg/m³) avec ceux des sites du stade du vert-bois (Rueil-Malmaison, 21 µg/m³) et de l'avenue des combattants (Viroflay, 20 µg/m³), mais aussi en terme de distribution avec le premier site. D'autre part, l'équivalence en terme de moyenne et de variabilité est également valable avec la station permanente de Bobigny (22 µg/m³), et en terme de moyenne à Vitry-sur-Seine (22 µg/m³) et Gennevilliers. A l'inverse, les niveaux du site de la barrière du péage de Rueil-Malmaison sont inférieurs à ceux de la station trafic du boulevard périphérique de la Porte d'Auteuil. **Ainsi, il n'existe pas de particularité pour les niveaux de PM2.5 à la barrière de péage de Rueil-Malmaison : les teneurs sont équivalentes à ceux des autres sites temporaires à proximité du duplex.**

Comme pour les particules PM10, les données les plus fortes en PM2.5 varient moins que les relevés de NOx. Il est vrai que le maximum horaire et les percentiles (75, 98 et 99) sont les plus forts à la barrière de péage par rapport aux autres sites automatiques du secteur du Duplex, ce qui n'est pas le cas si on compare ses résultats à ceux des stations permanentes.

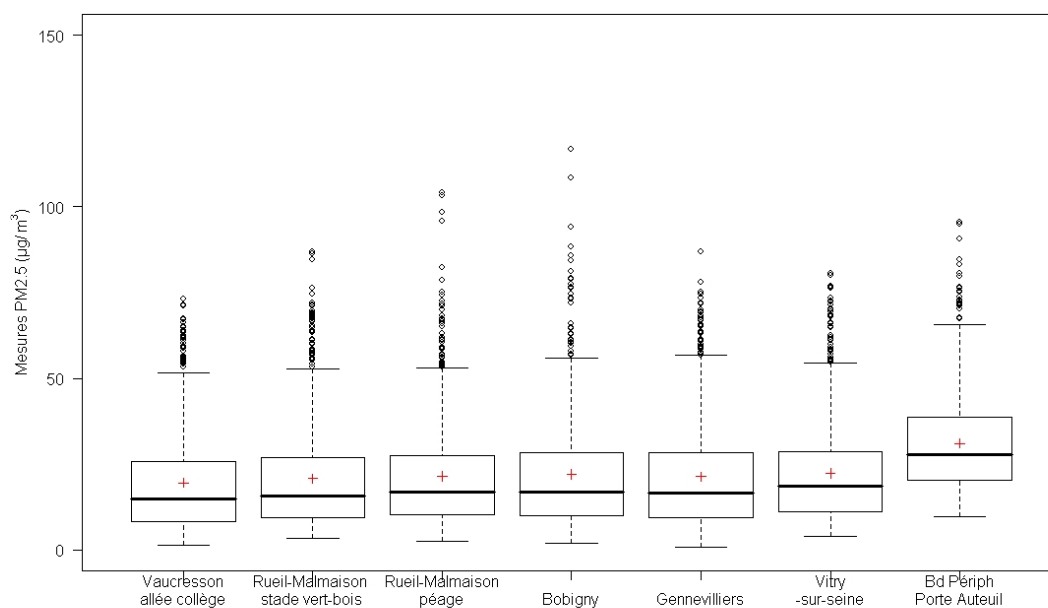


Figure 25 : boîtes à moustaches relatives au PM2.5.

Pour finir, **les concentrations en CO relevées à la barrière de péage de Rueil-Malmaison sont du même ordre de grandeur que celles relevées dans le secteur ouest**, à savoir à Rueil-Malmaison au stade du vert-bois (le plus proche, à moins de 500 m au sud) ou encore celui de l'allée du collège à Vaucresson. Les niveaux moyens avoisinent 300 µg/m³, ce qui est faible et proche de la limite de quantification des analyseurs. A titre de comparaison, sur la même période, 400 µg/m³ ont été enregistrés à la station permanente trafic de l'avenue des Champs Elysées, où le trafic est plus important (70 000 véhicules/jour³⁰, contre environ 11 000 véhicules/jour³¹ pour le Duplex A86). La Figure 26 présente les boîtes à moustaches des concentrations sur les cinq sites automatiques du secteur ouest, ainsi que celles de la station trafic permanente de l'avenue des Champs Elysées.

30 Chiffre de la Mairie de Paris, 2004.

31 Chiffre COFIROUTE, décembre 2009.

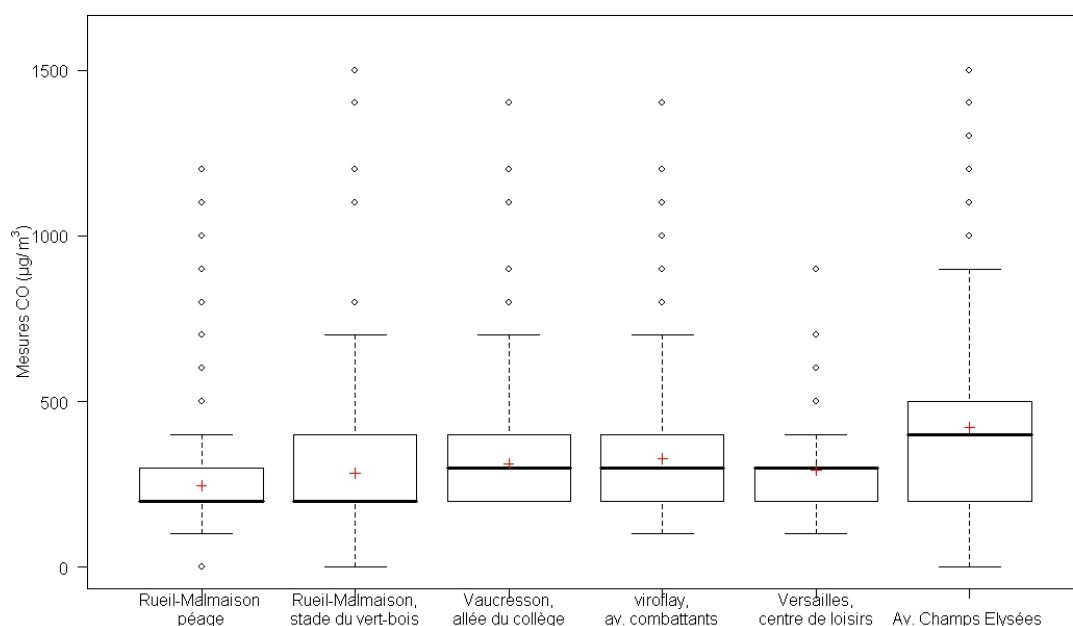


Figure 26 : boîtes à moustaches relatives au CO.

En conclusion, les teneurs observées pendant la campagne de mesure à la barrière de péage du Duplex de Rueil-Malmaison sont comparables au niveau de fond enregistré dans le centre de Paris en NOx et par conséquent supérieures aux niveaux enregistrés aux autres sites instrumentés dans le secteur du Duplex. Ainsi, un impact en NOx (NO et NO₂) est observé à l'entrée du Duplex. Concernant les particules (PM10 et PM2.5), l'homogénéité des teneurs à l'échelle régionale se retrouve également dans le secteur du Duplex, et notamment à la barrière de péage où les concentrations observées sont équivalentes aux autres sites automatiques du secteur. En terme de niveaux maxima, la particularité de la barrière de péage de Rueil-Malmaison par rapport aux autres sites automatiques du secteur du Duplex existe surtout pour les oxydes d'azote.

VI.2 Zoom à proximité des unités de ventilation

VI.2.1 Au voisinage des unités de ventilations

Les deux unités de ventilation, situées à Rueil-Malmaison et Vaucresson, ont fait l'objet d'un renforcement des mesures avec l'implantation de respectivement de 30 et 29 sites dans le voisinage de ces dernières³² recouvrant à chaque fois un domaine de 4 km² environ. Elles peuvent fonctionner depuis l'ouverture du tunnel, à savoir le 26 juin 2009, mais elles n'ont toutefois pas été mises en fonctionnement pendant la campagne de mesure (l'extraction d'air est automatique, elle se déclenche en cas de dépassements de seuils de pollution à partir de mesures automatiques effectuées dans le tunnel). Ainsi, il n'existe pas de source ponctuelle supplémentaire de pollution au niveau de ces deux unités de ventilation depuis la campagne de mesure sur l'état initial effectuée en 2009.

³² Vingt huit échantillonneurs passifs et deux sites automatiques pour l'unité de ventilation de Rueil-Malmaison – 27 échantillonneurs passifs et deux sites automatiques temporaires pour l'unité de ventilation de Vaucresson.

Les concentrations relevées³³ au voisinage des unités de ventilation sont semblables à celles rencontrées dans le secteur ouest de l'agglomération parisienne. Comme le montre la Figure 27, les niveaux aux environs de l'unité de ventilation de Rueil-Malmaison sont très proches des teneurs renseignées par les sites du grand domaine. Pour le dioxyde d'azote, les niveaux sont très légèrement inférieurs (-3 % du 27 janvier au 10 février et -4 % du 24 février au 10 mars) voire équivalents du 10 au 24 février. Concernant le benzène, les écarts sont très faibles pour les trois séries (-3 % du 27 février au 10 février et +1 % mars pour les deux séries suivantes). Ces résultats sont identiques à ceux observés suite à la campagne de mesure de 2009 « Etat avant mise en service de cette section » pour les deux polluants.

Concernant l'unité de Vaucresson, comme en 2009, un léger surcroît de pollution en dioxyde d'azote au voisinage de l'unité de ventilation par rapport au secteur ouest de l'agglomération parisienne est constaté. Les niveaux aux environs de cette unité de ventilation sont supérieurs de respectivement 6 %, 13 % et 8 % pour chacune des séries de mesure, représentant un écart de 2 à 4 µg/m³. A l'inverse, pour le benzène, les niveaux au voisinage de l'unité de ventilation sont inférieurs : légèrement lors de la première série (-3 %), -19 % lors de la deuxième quinzaine et -8 % lors de la dernière série. Le léger surcroît en dioxyde d'azote au voisinage de l'unité de ventilation de Vaucresson peut s'expliquer par la présence de l'A13 (trafic d'environ 145 000 véhicules/jour³⁴) sachant que les sites de mesure sont disposés de part et d'autre de l'autoroute de 200 mètres à environ 1 km de l'axe. La contribution de l'axe sur les niveaux relevés en NO₂ sur ces sites de mesure n'est pas négligeable, même si ces sites sont en situation de fond à savoir hors influence directe de la source de pollution.

Il est important de noter que les unités de ventilation n'ont pas fonctionné pendant la campagne (pas de mise en route automatique pour cause de niveaux de polluants inférieurs au seuil dans le tunnel), sauf lors d'opérations de maintenance. Aussi, il est logique que les écarts rencontrés soient comparables avec ceux enregistrés en 2009, soit avant la mise en service du tunnel. Seules des mesures lorsque les unités de ventilation sont en marche permettraient d'estimer vraiment l'impact de ces sorties d'air sur la qualité de l'air avoisinante.

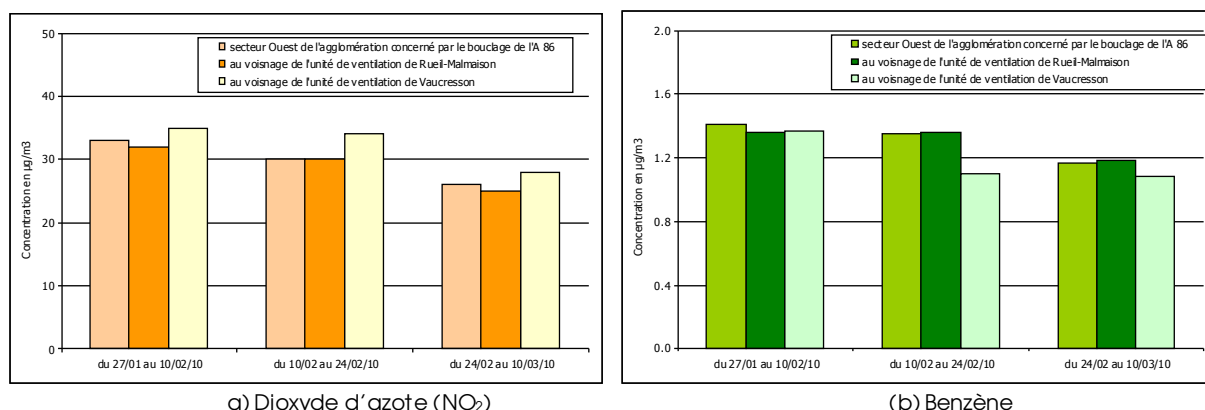


Figure 27 : Concentration en dioxyde d'azote au voisinage des unités de ventilation de Rueil-Malmaison et de Vaucresson pour chacune des séries de mesure

Les concentrations au voisinage des unités de ventilation de Rueil-Malmaison et de Vaucresson sont cohérentes et conformes à celles relevées plus généralement dans le secteur ouest de l'agglomération parisienne.

33 L'ensemble des concentrations sont calculées à partir des niveaux relevés sur les sites en situation de fond au voisinage des unités de ventilation afin de pouvoir être comparé aux niveaux renseignés par les sites du «Grand domaine» de l'ouest de l'agglomération parisienne.

34 Carte des trafics moyens journaliers Hauts-de-Seine année 2006 – Conseil Général des Hauts-de-Seine - Pôle aménagement du territoire - Direction de la voirie – juillet 2007

Comme lors des campagnes de 2007 et 2009, les concentrations observées au voisinage de l'unité de Rueil-Malmaison sont très proches de celles rencontrées dans l'ouest de l'agglomération parisienne, mesures qui avaient toutefois eu lieu avant la mise en service de la 1^{ère} section du duplex A86. Les niveaux au voisinage de l'unité de Vaucresson sont légèrement supérieurs en dioxyde d'azote en raison de la présence de l'A13. Les concentrations en benzène à Vaucresson sont légèrement inférieures, car cette zone est moins urbanisée. La non mise en service des deux unités de ventilation lors de la campagne explique des résultats comparables.

Une analyse plus fine des résultats des mesures par échantillonneurs passifs installés à proximité de chacune des deux unités de ventilation en fonctionnement est présentée dans les paragraphes suivants. Ils abordent notamment la répartition des concentrations en NO₂ et en benzène dans le secteur des 4 km² autour de chaque extracteur.

VI.2.1. a- Pour l'unité de ventilation de Rueil-Malmaison

Concernant l'unité de ventilation installée à Rueil-Malmaison, deux sites de mesure sont influencés directement par des sources de pollution d'après les critères d'implantation des sites de mesure de la qualité de l'air édictés par l'ADEME et le MEEDDM. Il s'agit du site à proximité de la sortie de l'A86 et de l'aire de péage de Rueil-Malmaison (site n°108) et du site à environ 20 m de la D913 (anciennement N13) devant le groupe scolaire de la Malmaison (site n°127).

La Figure 28 présente les concentrations en dioxyde d'azote relevées au voisinage de l'unité de ventilation pour chacune des séries de mesure et la Figure 29 celles en benzène.

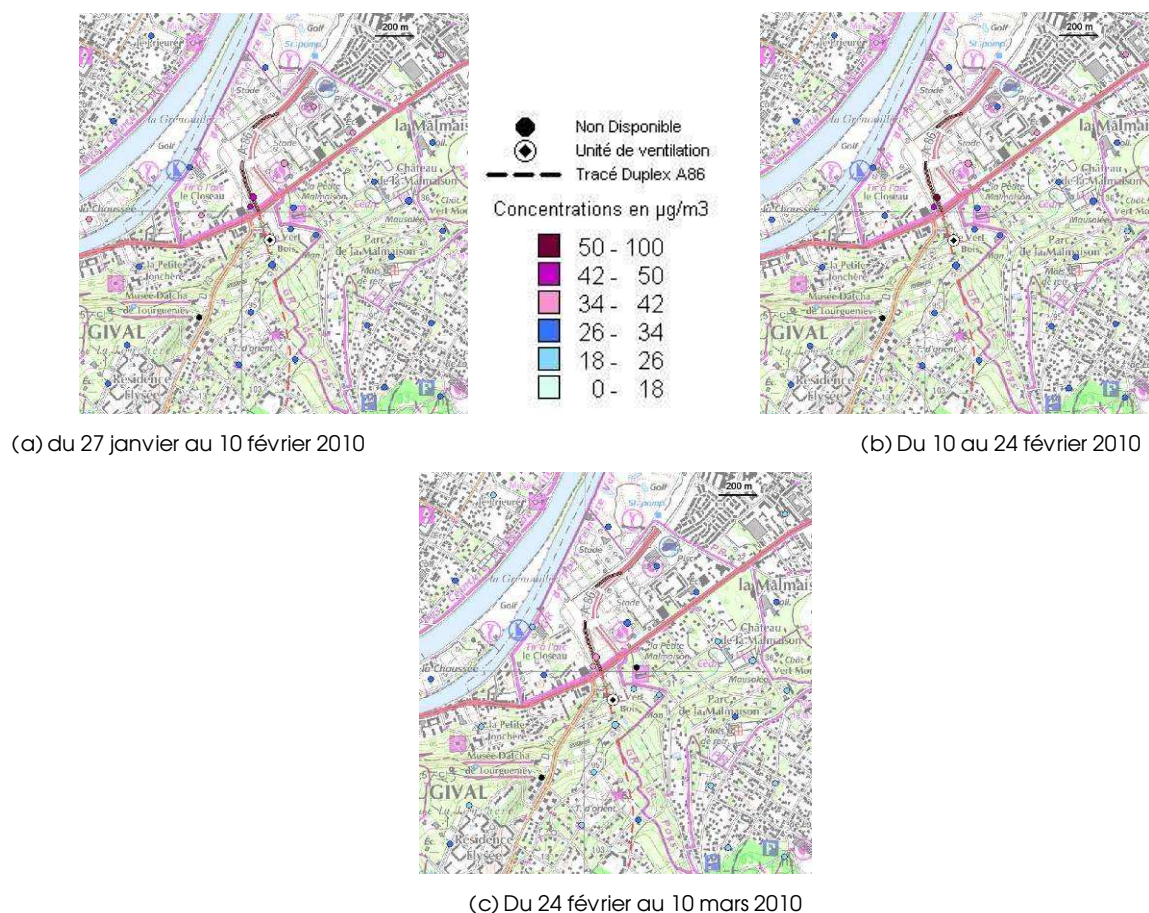


Figure 28 : Concentration en dioxyde d'azote au voisinage de l'unité de ventilation de Rueil-Malmaison pour chacune des séries de mesure
(le fond de carte IGN est modifié pour faire apparaître le nouveau tracé de l'A86)

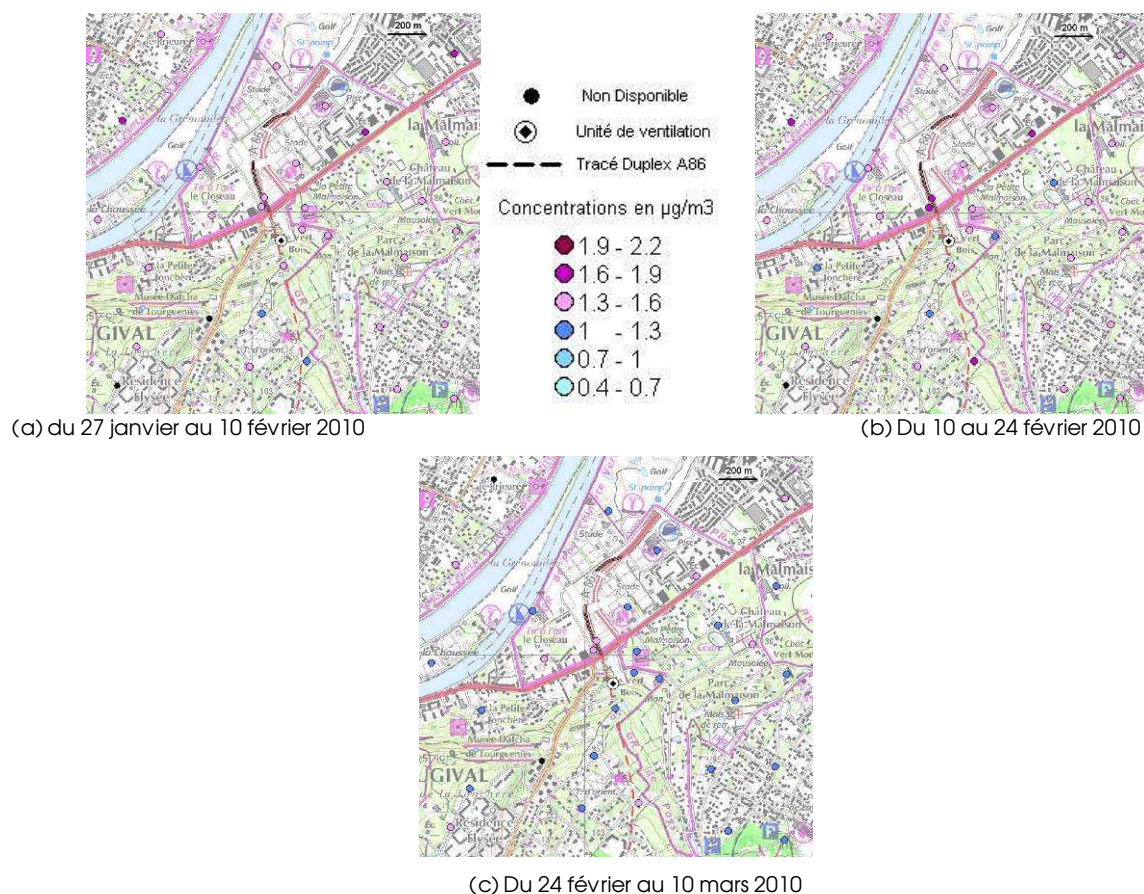


Figure 29 : Concentration en benzène au voisinage de l'unité de ventilation de Rueil-Malmaison pour chacune des séries de mesure
(le fond de carte IGN est modifié pour faire apparaître le nouveau tracé de l'A86)

Concernant le dioxyde d'azote, la concentration maximale est observée pour l'ensemble des séries à proximité de la terminaison de l'A86 et dans une moindre mesure le long de la D913 (ancienne nationale 13), notamment au niveau du groupe scolaire de la Malmaison (n°127). Les concentrations au niveau de l'A86 (sites 108, 11, 105 et 127 hors site n°203 à hauteur du péage de Rueil-Malmaison) sont supérieures d'environ 25 % à celles observées au voisinage de l'unité de ventilation (sites à moins de 200 m de l'unité de ventilation). Cela se traduit par une différence d'environ 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ce surcroît est lié à la terminaison de l'A86 et son intersection avec la D913 ancienne N13. Ces écarts sont moins élevés que ceux enregistrés lors de la précédente campagne de mesure, avant l'ouverture du duplex de l'A86.

Le site implanté à la sortie de l'A86 (n°108) présente les plus fortes valeurs (après celles du site en sortie immédiate de tunnel), avec des concentrations variant de 41 à 46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ selon les séries. Ces niveaux sont inférieurs à ceux constatés lors de la campagne de 2009 (entre 48 et 51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), eux-mêmes inférieurs à ceux de la campagne de 2007 (entre 61 et 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Notons que le duplex A86 est ouvert aux automobilistes depuis. Toutefois, les conditions météorologiques peuvent expliquer en partie ces résultats : les conditions météorologiques de 2010 étaient plus dispersives qu'en 2009 (d'où des concentrations en 2010 plus faibles qu'en 2009). Le surcroît de ces sites en 2007 peut s'expliquer par la réalisation de travaux en 2007 de terrassement et de chaussée à l'entrée du Duplex. Ces derniers ont pu engendrer un trafic de poids lourds, fort émetteurs de NO_x (NO et NO_2).

Pour information, ces deux sites (n°108 et 127) présentent aussi des concentrations soutenues en benzène (2 des 3 maxima pour le site n°127) comprises entre 1.3 et 1.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les concentrations au niveau de l'A86 (même sites que ceux cités précédemment) sont

supérieures de 10 à 20 % aux niveaux moyens observés aux voisinages de l'unité de ventilation.

Au-delà des deux sites de mesure disposés sous l'influence directe de source de pollution, les concentrations en situation de fond sont relativement homogènes. Comme déjà observé lors de la précédente campagne de mesure, un léger contraste entre la partie nord du domaine délimitée par la D913 et celle du sud peut être relevé. Les concentrations en dioxyde d'azote sont supérieures au nord de 11 % durant les trois quinzaines de mesure. Le surcroît de benzène au nord par rapport au sud a été observé uniquement lors de la première quinzaine à hauteur 15 %. Ainsi les surcroîts sont moins importants que lors de la précédente campagne. Ceci peut s'expliquer par une météorologie plus favorable à la dispersion des polluants lors de la campagne de 2010. Les maxima en benzène sont rencontrés systématiquement pour chaque série de mesure au nord du domaine.

Ces écarts s'expliquent notamment par des émissions engendrées par le trafic routier qui sont plus importantes au nord du domaine. La partie nord est marquée par la présence de l'A86 avec environ 40 000 véhicules/jour à ce niveau³⁵ et la D991 (ex N190) est aussi voisine de cette zone. Au sud, le trafic semble plus faible, à l'exception de la Côte de la Jonchère (D180), en raison notamment de la présence de nombreuses zones résidentielles. Le nord du domaine est aussi plus urbanisé que le sud.

D'une manière générale, le motif de pollution constaté au voisinage de l'unité de ventilation de Rueil-Malmaison est semblable à celui relevé lors de la campagne de CAP Environnement en 2005³⁶ et à celui rencontré lors des précédentes campagnes d'Airparif (2007 et 2009), ceci malgré l'ouverture du Duplex dans ce secteur, mais pouvant s'expliquer par la non mise en route des systèmes d'extraction d'air.

Enfin, les sites disposés au voisinage immédiat de l'unité de ventilation, c'est-à-dire à moins de 200 mètres, présentent des concentrations semblables à celles relevées dans le reste du domaine de l'étude. Il s'agit des deux sites situés au centre de loisirs du vert bois (sites n°113 et 126), de celui du château de la petite Malmaison (site n°128) et enfin du site du Stade du Vert Bois (site n°201). La Figure 30 compare la concentration moyenne relevée sur ces sites de mesure à celle du domaine en situation de fond pour le dioxyde d'azote et pour le benzène.

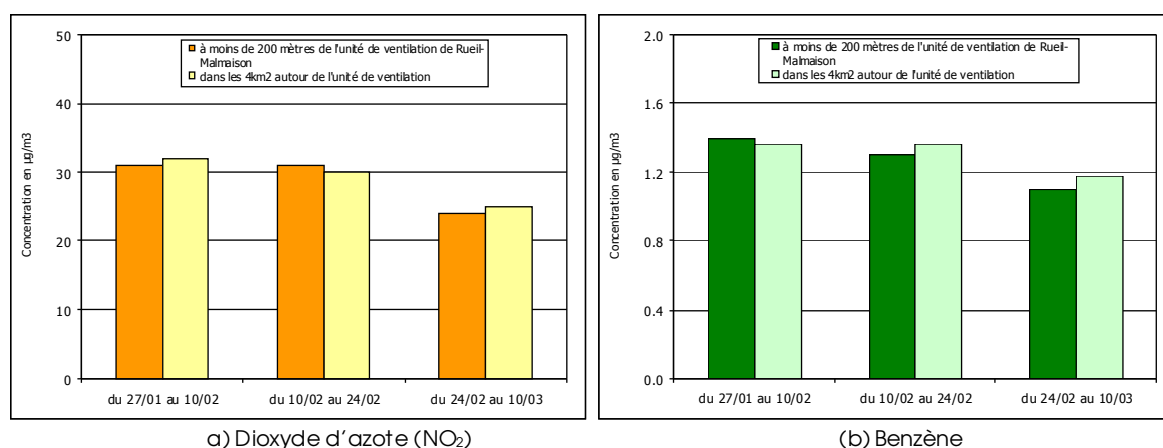


Figure 30 : Comparaison des concentrations relevées à moins de 200 mètres de l'unité de ventilation de Rueil-Malmaison et celle relevée au voisinage de l'unité de ventilation (domaine de 4 km²)

Pour le dioxyde d'azote, les concentrations à moins de 200 mètres de l'unité de ventilation et celles relevées en moyenne dans le domaine sont très proches, la différence fluctuant entre 3 et 4 %. Concernant le benzène, les concentrations sont aussi très proches, avec une

³⁵ Carte des trafics moyens journaliers Hauts-de-Seine année 2006 – Conseil Général des Hauts-de-Seine - Pôle aménagement du territoire - Direction de la voirie – juillet 2007

³⁶ « Réalisation d'une campagne de mesure des polluants réglementés sur Rueil-Malmaison » Rapport final - CAP ENVIRONNEMENT – novembre 2005

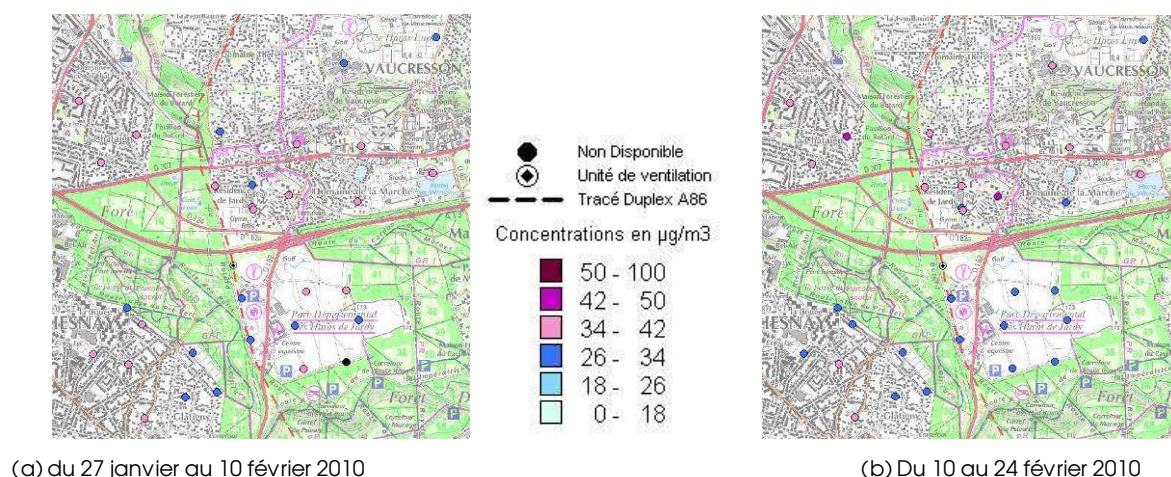
différence maximale de 7 % (différence correspond à moins de 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Ces résultats sont encore une fois proches de ceux de 2009 (campagne de mesure avant mise en service du duplex).

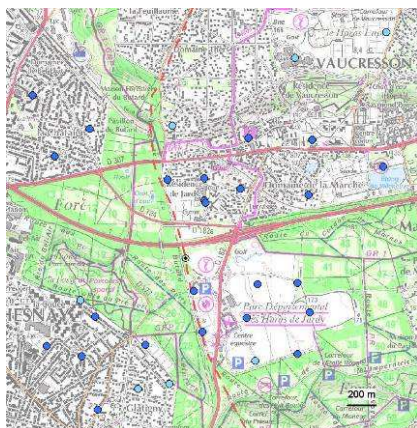
Par conséquent, les concentrations relevées aux environs immédiats de l'unité de ventilation ne se détachent pas de celles rencontrées dans le reste du domaine pour le dioxyde d'azote comme pour le benzène, ceci malgré la mise en service du tunnel de l'A86. Toutefois, la mise en fonctionnement de l'unité de ventilation n'ayant eu lieu que pour des interventions de maintenance, il est normal d'observer des concentrations équivalentes à proximité de l'unité de ventilation que sur l'ensemble des sites de mesure du secteur. Pour rappel, un impact localisé du Duplex A86 en NOx (NO et NO₂) est relevé au niveau de l'aire de péage de Rueil-Malmaison, notamment via les mesures automatiques précédemment présentées. Cet impact est toutefois très localisé au péage, aucun surcroît de concentration n'étant observé au niveau des unités de ventilation notamment.

VI.2.1. b- Pour l'unité de ventilation de Vaucresson

Pour l'unité disposée à Vaucresson, deux sites de mesure sont influencés directement par une source de pollution (critères d'implantation des sites de mesure de la qualité de l'air édictés par l'ADEME et le MEEDDM). Il s'agit du site disposé Allée du Collège devant le centre de loisirs du Gibus à environ 150 mètres de l'A13 (site n°158) et du site Avenue Etienne de Montgolfier à Marnes la Coquette à tout juste 200 mètres de l'autoroute (site n°160). Les sites restants sont considérés en situation de fond, hormis ceux se trouvant sous l'influence directe de l'unité de ventilation (sites n°158, 163, 164 et 251). Notons aussi que deux sites de mesure assez éloignés de l'unité de ventilation ont été ajoutés à la demande de la Ville de Vaucresson. Ils sont situés devant le lycée Toulouse Lautrec (site n°176) et au stade Haras Lupin (site n°177).

La Figure 31 illustre les concentrations relevées en dioxyde d'azote (NO₂) au voisinage de l'unité de ventilation située à Vaucresson pour chacune des séries de mesure.





(c) Du 24 février au 10 mars 2010

Figure 31 : Concentration en dioxyde d'azote au voisinage de l'unité de ventilation de Vaucresson pour chacune des séries de mesure

En dioxyde d'azote, les concentrations les plus importantes sont rencontrées au centre du domaine entre l'A13 et la D207 dans le centre ville de Vaucresson. Les niveaux relevés entre ces deux axes (sites n° 153, 157, 159, 251 et 252) sont supérieurs de 6 % (série 1), 12 % (série 2) et 4 % (série 3) par rapport au niveau moyen rencontré au voisinage de l'unité de ventilation (prise en compte de tous les sites en situation de fond dans les 4 km² du secteur de l'unité de ventilation). Des concentrations soutenues sont aussi observées à la Celle Saint-Cloud, au nord-ouest de l'unité de ventilation, sur les sites n° 22 et 151. Les concentrations maximales sont relevées systématiquement sur l'un des sites précités. Le site Avenue Pasteur à La Celle Saint-Cloud (site 151) enregistre 41 µg/m³ du 27 janvier au 10 février, puis 42 µg/m³ du 10 au 24 février et enfin 30 µg/m³ du 24 février au 10 mars. Mais c'est le site n°159, Avenue du Bois de la Marche à Vaucresson, qui a enregistré les teneurs maximales pour les 2 dernières quinzaines, avec 43 et 32 µg/m³. Ces chiffres sont, comme pour l'unité de ventilation de Rueil-Malmaison, très proches de ceux observés lors de la campagne de 2009, en terme de répartition géographique des maxima.

L'autoroute A13, principal axe routier du secteur, contribue aux niveaux relevés en dioxyde d'azote au voisinage de l'unité de ventilation. Les sites de mesure compris entre 150 mètres et 300 mètres de l'axe (sites n°158, 159, 160, 251 et 252) présentent des concentrations en moyenne supérieures de 6 % à celles relevées dans le voisinage de l'unité de ventilation pour les trois séries de mesure (zone des 4km² en situation de fond). Ces impacts sont plus faibles que ceux rencontrés lors de la campagne de 2009, qui eux-mêmes étaient inférieurs à ceux de 2007 pour des raisons météorologiques. Toutefois, les sites pris en compte dans le calcul 2010 ont légèrement été modifiés. Les vents étaient essentiellement de secteur sud-ouest lors des deux premières quinzaines, tournant au nord-est avec vitesse plus élevée lors des dernières mesures. Aussi les concentrations au nord de l'A13 sont plus influencées par les émissions de l'autoroute lors des deux premières séries. A l'inverse, les concentrations des deux sites les plus proches de l'A13 au sud (n° 164 et 165), pourtant plus éloignés de l'autoroute, présentent une moyenne lors de la dernière série plus élevée que ceux se situant au nord.

Les sites de mesure présentant les niveaux les plus faibles se situent soit au sud de la zone, soit au nord de la ville de Vaucresson (sites un peu plus éloignés de l'unité de ventilation hors secteur des 4 km²). Ils se trouvent en zone moins urbanisée que le reste du domaine d'étude. Les concentrations sont de 23 et 30 µg/m³ selon la série considérée.

La Figure 32 présente les niveaux en benzène au voisinage de l'unité de ventilation de Vaucresson.

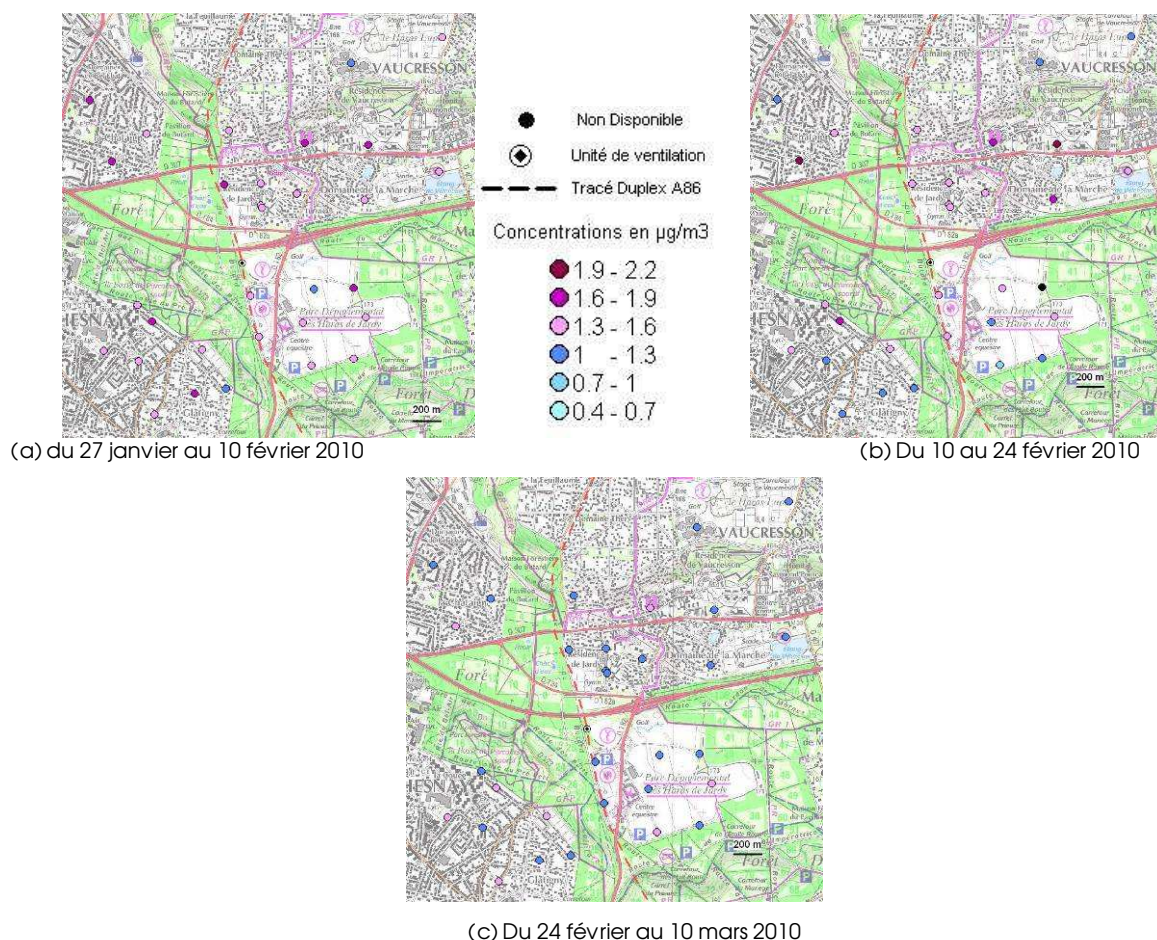


Figure 32 : Concentration en benzène au voisinage de l'unité de ventilation de Vaucresson pour chacune des séries de mesure

Les concentrations les plus élevées en benzène sont observées sur des sites instrumentés dans des zones relativement urbanisées de Vaucresson et du Chesnay. Comme lors des campagnes de 2009 et 2007, les maxima sont observés à Vaucresson Avenue du Bois de la Marche (site n°159). Les niveaux relevés sont respectivement de 1.4, 1.8 et 1.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour chacune des séries. Mais c'est le site n°171 au Chesnay (rue Saint-Michel) qui présente les maxima entre le 27 janvier et le 10 février (1.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et entre le 24 février et le 10 mars (1.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Ces deux sites présentent une différence de l'ordre de 20 % (respectivement 24 et 16%) par rapport au niveau moyen relevé dans le voisinage de l'unité de ventilation (4 km^2 autour de l'unité). Les concentrations les plus faibles en benzène sont rencontrées au Parc Départemental des Haras du Jard, quelque soit la série considérée.

A Vaucresson, les sites implantés au plus près de l'unité de ventilation (à moins de 500 mètres) présentent des concentrations équivalentes en dioxyde d'azote et un peu plus faibles en benzène par rapport à celles relevées dans le voisinage de l'unité de ventilation (4 km^2 autour de l'unité). Les sites renseignant les concentrations à moins de 500 mètres de l'unité de ventilation sont disposés Allée du Collège à Vaucresson (sites n°158 et 251), Avenue du Butard (site n°163) et au nord du Parc Départemental des Haras du Jard (sites n°164 et 168 au niveau des courts de Tennis). La Figure 33 compare la concentration moyenne relevée sur ces sites de mesure à celle du domaine en situation de fond pour le dioxyde d'azote et pour le benzène.

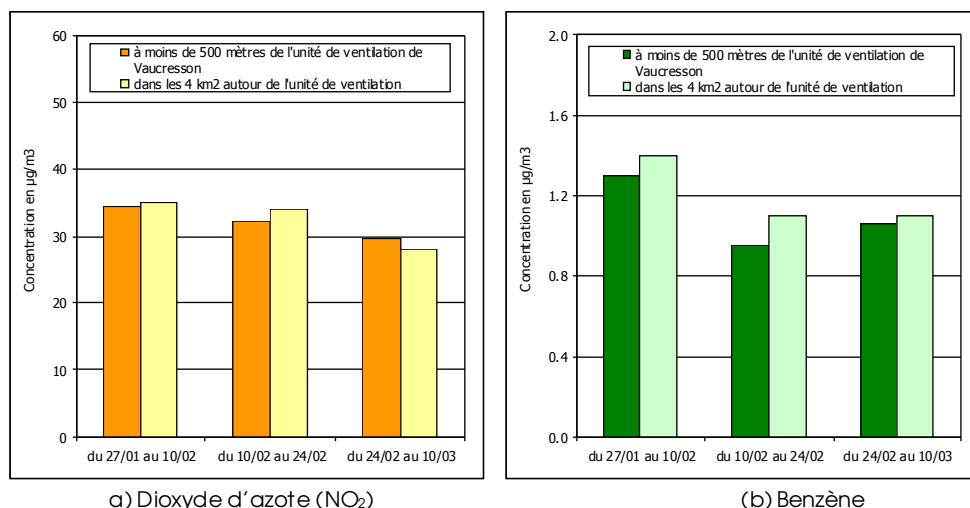


Figure 33 : Comparaison des concentrations relevées à moins de 500 mètres de l'unité de ventilation de Vaucresson et celle relevée au voisinage de l'unité de ventilation (domaine de 4 km²)

Le léger surcroît de concentration en dioxyde d'azote au voisinage immédiat de l'unité de ventilation (à moins de 500 mètres) de 6 % a été enregistré pour la dernière série de mesure, et à l'inverse un déficit de 5 % pour la seconde série. Ce faible écart (nul en moyenne sur la campagne de mesure) peut être imputable à la présence de l'autoroute A13 à une distance de 150 à 300 mètres de ces sites de mesure, ainsi qu'aux conditions météorologiques. Il est inférieur à celui relevé lors de la campagne de 2009 (qui variait entre 3 et 8 %), lui-même étant inférieur à celui de 2007 (compris entre 9 et 22 %).

Les niveaux en benzène à plus 500 mètres de l'unité de ventilation (mais dans la zone des 4 km²) restent supérieurs à ceux relevés sur l'ensemble du domaine d'environ 7 %, soit 2 µg/m³.

Alors que les résultats concernant le benzène coïncident avec ceux présentés en 2009, les teneurs enregistrées en dioxyde d'azote à proximité de l'unité de ventilation diffèrent : l'écart positif en 2009 est nul cette année. Cela peut s'expliquer en partie par les travaux importants dans cette zone, avec notamment les travaux de prolongement du duplex de l'A86 vers Pont de Colbert.

En conclusion, comme en 2009 et 2007, l'influence et la contribution de l'A13 est bien plus visible pour le dioxyde d'azote (NO₂) par rapport à celle du benzène. En effet, plusieurs études³⁷ portant sur la décroissance des niveaux au voisinage des axes routiers montrent une diminution plus rapide des concentrations en benzène qu'en NO₂ au fur et à mesure que l'on s'éloigne des axes.

A Vaucresson, contrairement aux précédentes campagnes, les sites aux environs immédiats de l'unité de ventilation ne présentent pas des concentrations en dioxyde d'azote plus importantes que celles relevées à son voisinage et plus généralement dans l'ouest de l'agglomération parisienne. Ceci peut s'expliquer par des émissions importantes dues à la proximité de l'A13 et aux travaux du duplex. Les teneurs maximales de ce secteur d'étude se situent entre l'A13 et la RD207. Les résultats en benzène sont par contre cohérents avec les précédentes études, avec des maxima au sein des zones les plus urbanisées.

37 « Caractérisation de la qualité de l'air au voisinage d'un échangeur autoroutier urbain. L'échangeur entre le Boulevard Périphérique et l'autoroute A3 au niveau de la Porte de Bagnolet », Airparif, décembre 2004.

« Caractérisation de la qualité de l'air à proximité de l'autoroute A4 sur la commune de Charenton-le-pont » - Airparif - août 2005.

« Étude de la qualité de l'air au voisinage des grands axes routiers essonniers » - Airparif - Mai 2006

« Caractérisation de la qualité de l'air à proximité des voies de grande circulation - Premier volet - Campagne de mesure portant sur le boulevard périphérique au niveau de la porte de Gentilly » - Airparif - Février 2008

VI.2.2 Dans la zone d'impact potentiel des unités de ventilation

La zone d'impact potentiel des unités de ventilation a été évaluée par modélisation. Dans cette zone d'impact, un site temporaire automatique a été implanté pour chaque unité de ventilation au plus près possible de l'impact maximal estimé par la modélisation. Pour rappel, ces sites automatiques temporaires permettent de renseigner les concentrations horaires pour les particules (PM10 et PM2.5), les oxydes d'azote (NO et NO₂) et le monoxyde de carbone (CO). Ces sites peuvent être éventuellement sous l'influence d'autres sources de pollution comme l'A13 à Vaucresson et la D993 (ancienne N13) à Rueil-Malmaison. Un second site a donc été ajouté pour chaque unité de ventilation dans la même configuration que le premier par rapport aux autres sources de pollution mais en dehors de l'influence de l'unité de ventilation. Pour des raisons logistiques, les particules PM2.5 et le monoxyde de carbone (CO) ne sont pas suivies sur ces sites.

Lors de la campagne de 2009, caractérisant l'état initial, il a pu être démontré que les mesures au niveau des deux sites automatiques sont similaires. Aujourd'hui, après la mise en service de l'infrastructure, les éventuelles différences entre les deux sites vont être étudiées afin d'estimer les impacts des unités de ventilation.

Des tests statistiques ont été utilisés afin de comparer les moyennes de la campagne de deux sites, ainsi que pour étudier l'équivalence en terme de variabilité, ceci pour chaque polluant³⁸. Dans la suite du rapport, il n'a pas été précisé à chaque fois quel test a été mis en œuvre, mais uniquement les résultats et conséquences en terme de comparaison d'échantillons.

VI.2.2. a- Pour l'unité située à Rueil-Malmaison

Pour rappel (cf. Figure 47), les deux sites temporaires automatiques sont implantés Stade du Vert Bois (site sous l'impact de la future unité de ventilation, site n°201) et Avenue Marmontel (site hors influence de l'unité de ventilation, site n°202).

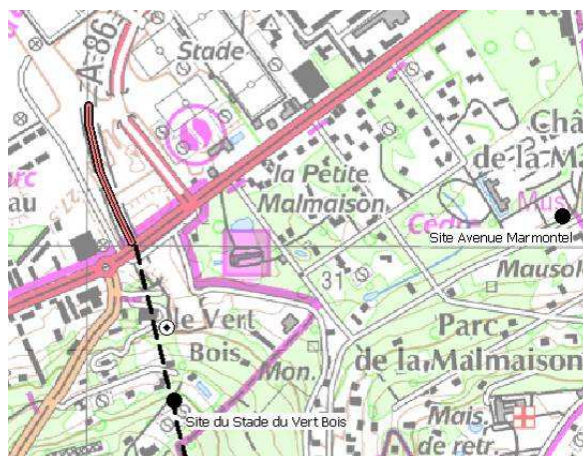


Figure 34 : Implantation des deux sites de mesure automatiques temporaires au voisinage de l'unité de Rueil-Malmaison

38 Dans un premier temps, l'hypothèse de Normalité des deux distributions (concentrations horaires des deux sites de mesure considérés) est vérifiée grâce au test de Kolmogorov Smirnov. Ce test a la plupart du temps été rejeté, ce qui signifie que les concentrations ne suivent généralement pas la loi de Normalité.

En cas de données ne suivant pas la loi Normale, l'égalité des variances entre les deux échantillons a été étudiée via le test de Mood. En cas de rejet de l'hypothèse d'égalité des variances à un intervalle de confiance de 95 %, le test de Welch a été utilisé afin d'étudier l'égalité des moyennes des deux échantillons. Sinon, c'est le test de Wilcoxon qui a été utilisé.

A l'inverse, lorsque les deux échantillons suivaient la loi Normale, le test de Fischer a été utilisé pour tester l'égalité des variances. En cas de rejet de l'hypothèse d'égalité, c'est le test de Welch qui a été mis en place pour tester l'égalité des moyennes. Sinon, la comparabilité des moyennes a été étudiée via le test de Student.

La Figure 34 présente pour l'unité de Rueil-Malmaison, les concentrations moyennes relevées sur les deux sites temporaires pour le monoxyde d'azote, le dioxyde d'azote et les particules (PM10). Pour des raisons logistiques, les particules fines (PM2.5) et le monoxyde de carbone (CO) sont uniquement mesurées sur le site du Stade du Vert Bois. Ces informations sont complétées par les résultats de stations permanentes du réseau AIRPARIF pour la même période. Il s'agit des stations de Paris³⁹ et de Garches.

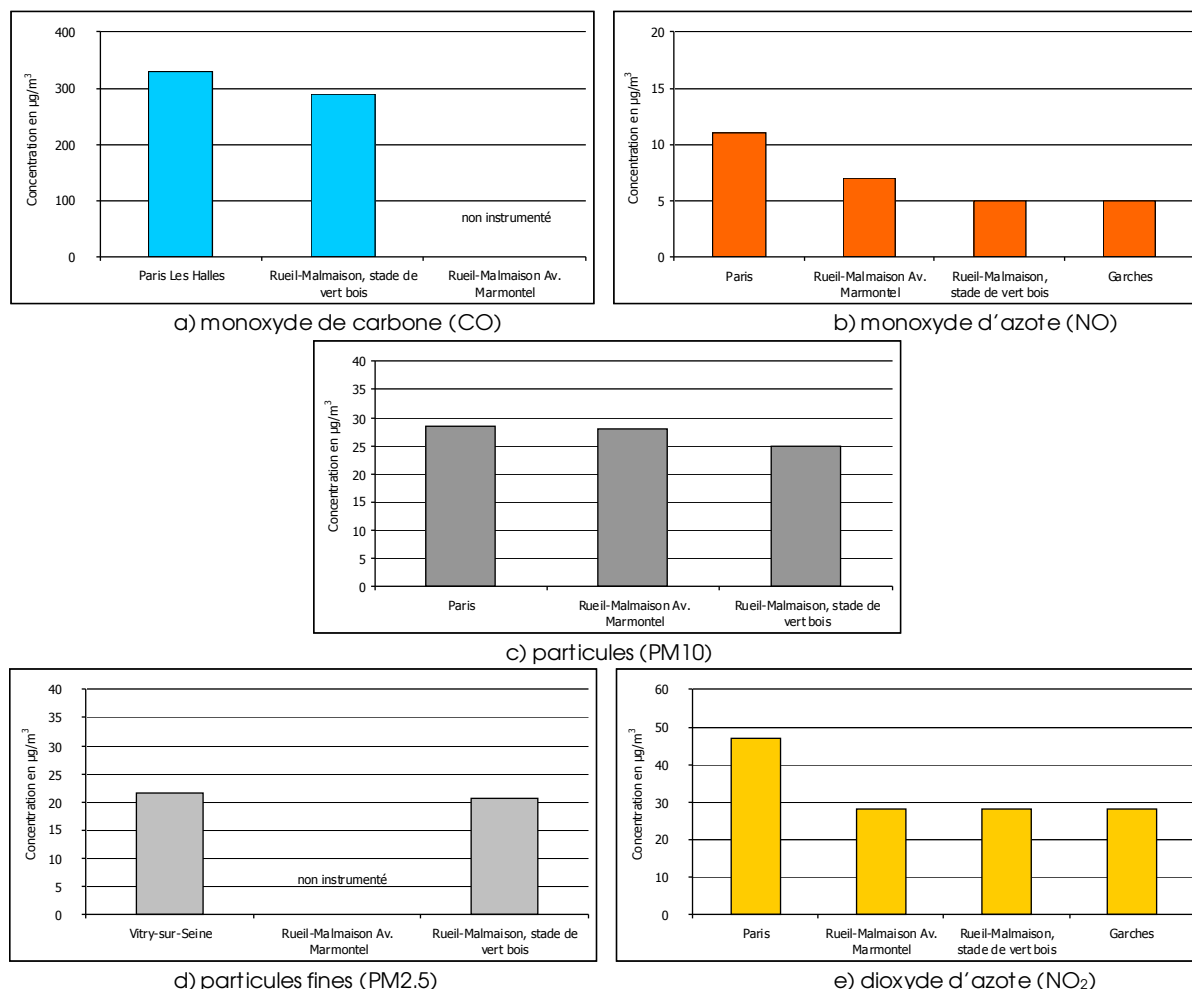


Figure 35 : Concentrations moyennes rencontrées sur les sites temporaires de Rueil-Malmaison et sur quelques stations du réseau AIRPARIF du 27 janvier au 10 mars 2010.

Les concentrations en monoxyde de carbone relevées sur le site de Rueil-Malmaison au Stade de Vert Bois sont de l'ordre du niveau de fond rencontré sur l'agglomération parisienne, à savoir 300 µg/m³. Ce niveau de fond est aussi très proche des limites techniques de l'appareil de mesure, de l'ordre de 200 à 300 µg/m³. A titre de comparaison, la station implantée à proximité du boulevard périphérique à la Porte d'Auteuil enregistre une concentration moyenne de 700 µg/m³ pour la même période. La station de Garches ne mesure pas le monoxyde de carbone.

Pour le monoxyde d'azote, les concentrations relevées au site du stade du vert-bois (dans la zone d'impact de l'unité de ventilation) sont statistiquement inférieures à celles de l'avenue Marmontel (en dehors de la zone d'impact). Le premier site présente ainsi des concentrations équivalentes à celles de Garches et toutes sont inférieures à la concentration moyenne

³⁹ Les stations parisiennes sont implantées à Paris Les Halles, Paris VI^{ème}, Paris VII^{ème}, Paris XII^{ème}, Paris XIII^{ème}, Paris XVII^{ème}. Pour le CO, mesures à Paris Les Halles. Pour les NOx, moyennes sur toutes les stations précitées. Pour les PM10, moyenne des résultats de Paris Les Halles et Paris XVII^{ème}.

parisienne. Les concentrations relevées à Garches et sur les sites de Rueil-Malmaison sont très faibles, inférieures à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ainsi **aucun impact de l'unité de ventilation n'est mis en avant pour le NO**.

La faible différence entre les deux sites automatiques temporaires traduit l'influence de sources très proches d'oxydes d'azote. En effet, les oxydes d'azote sont essentiellement émis sous forme de monoxyde d'azote (NO) et celui-ci a une durée de vie très courte dans l'atmosphère et se transforme en NO₂. A titre de comparaison, durant la même période, la station de mesure implantée au bord du Boulevard Périphérique à la Porte d'Auteuil enregistre une concentration moyenne de $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pour le dioxyde d'azote, les concentrations sur les deux sites de Rueil-Malmaison sont proches avec $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$, comme à la station permanente de Garches. Ces niveaux sont inférieurs à ceux enregistrés sur la même période à Paris ($47 \mu\text{g}/\text{m}^3$). L'analyse statistique des données des deux sites de Rueil-Malmaison montre que ces données peuvent être considérées comme équivalentes en terme de moyennes (l'hypothèse d'égalité des moyennes ne peut pas être rejetée) mais pas en terme de variances.

Quant aux concentrations en particules (PM10), les concentrations moyennes sur les deux sites de mesure de Rueil-Malmaison présentent une différence de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les concentrations s'élèvent en moyenne à $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ avenue Marmontel, $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ au stade du Vert Bois et $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne à Paris. Les concentrations maximales horaires sont proches et simultanées sur les deux sites, à savoir $116 \mu\text{g}/\text{m}^3$ au Stade du Vert Bois et $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Avenue Marmontel. D'un point de vue statistique, les analyses montrent un rejet de l'hypothèse d'égalité des moyennes et des variances. Par conséquent, les niveaux en particules (PM10) Avenue Marmontel sont supérieurs à ceux du stade du vert-bois et leurs profils sont différents. Or, lors de la campagne de 2009, comme celle de 2007, les données avaient pu être considérées comme semblables. Toutefois, il est important de noter que les méthodes de mesure des PM10 étaient différentes sur les deux sites lors de la campagne de 2010 : en effet, au stade du vert-bois, les relevés ont été effectués par FDMS, alors qu'avenue Marmontel, les mesures ont été réalisées par micro-balance avant d'être corrigées, comme cela est fait sur le réseau permanent. Cette différence de méthode mesure expliquerait les différences de niveaux. Toutefois, conformément à l'annexe 6 de la Directive 2008/50/CE, la méthode de mesure de référence utilisée à partir de juin 2013 sera celle de la norme EN 12341 (1999) sur l'ensemble des stations de mesure Airparif. A terme, les mesures en PM10 aux sites automatiques instrumentés dans le cadre de campagnes de mesure suivront également cette norme.

Une analyse plus approfondie des concentrations suivant la provenance des vents peut affiner ce résultat, à savoir si la différence de concentrations en PM10 entre les deux sites est valable pour tous les secteurs de vent ou non. La Figure 36 présente les concentrations moyennes en PM10 suivant les quatre régimes de vents principaux.

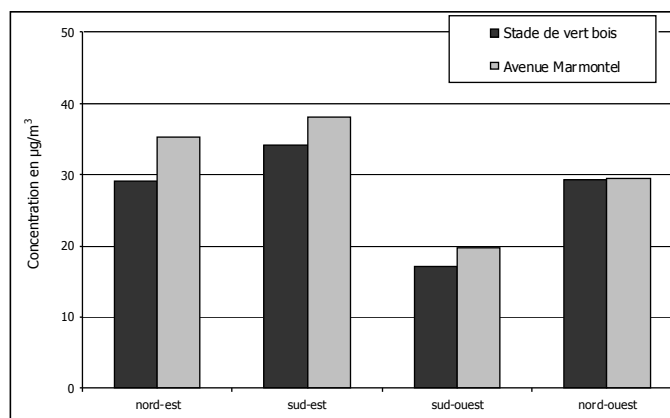


Figure 36 : Concentration moyenne en PM10 suivant les régimes de vent pour le site du stade du vert-bois (sous l'influence de l'unité de ventilation) en comparaison aux niveaux relevés Avenue Marmontel (hors influence de la future unité de ventilation)

Les concentrations suivant les régimes de vents sont significativement différentes en moyenne entre les deux sites pour les secteurs de vents du nord-est, sud-est et sud-ouest, mais ils ne peuvent pas être différenciés en terme de variabilité et de moyenne par vent de secteur nord-ouest.

Ce résultat ne peut s'expliquer par la présence au nord-ouest de l'unité de ventilation car cette dernière n'a pas été en fonctionnement pendant la campagne de mesure. De plus, si on considère le secteur nord pour lequel l'entrée du tunnel du duplex peut influencer le site du stade du vert-bois, cette comparabilité de niveaux n'est plus d'actualité, les concentrations moyennes au stade étant alors inférieures à celles de l'avenue Marmontel. Il est important de noter que ce résultat ne se retrouve pas sur les niveaux de NO₂, qui sont comparables par vents de secteur nord-ouest entre les deux sites, d'où une particularité liée aux particules.

Les concentrations en particules fines (PM2.5) sont proches de celles relevées à la station de Vitry-sur-Seine (94), à savoir une concentration moyenne de 21 µg/m³ durant la campagne de mesure au stade de Vert Bois et 22 µg/m³ à la station permanente de Vitry-sur-Seine. Toutefois, statistiquement, les concentrations ne peuvent pas être considérées comme équivalentes, ni en moyenne, ni en distribution. On notera que les autres stations permanentes de fond du réseau Airparif présentent des concentrations équivalentes (Gennevilliers-92 et Bobigny-93). Les niveaux maximums horaires observés à Rueil-Malmaison sont de 87 µg/m³ (17 février 2010), tout comme à Gennevilliers le même jour. A Vitry-sur-Seine, il atteint 81 µg/m³ et le maximum pendant la campagne est détenu par la station permanente de Bobigny (117 µg/m³ le 16 février). Ces chiffres confirment le caractère homogène des particules fines à l'échelle de la région. Ainsi, **les concentrations en PM2.5 relevées à Rueil-Malmaison n'apparaissent pas atypiques au regard des niveaux connus en Ile-de-France**. Hors situation de fond, les concentrations maximales sont rencontrées à proximité du trafic routier. Durant la campagne, les niveaux au droit du Boulevard périphérique à la Porte d'Auteuil atteignent en moyenne 30 µg/m³.

Ainsi, les teneurs en dioxyde d'azote relevées sur le site à proximité immédiate de l'unité de ventilation (stade du vert-bois) sont statistiquement équivalentes à celles du site hors zone d'impact et de celles de la station permanente de Garches. Aucun impact de l'unité de ventilation, qui n'a pas été mise en fonctionnement pendant la campagne, n'a été détecté.

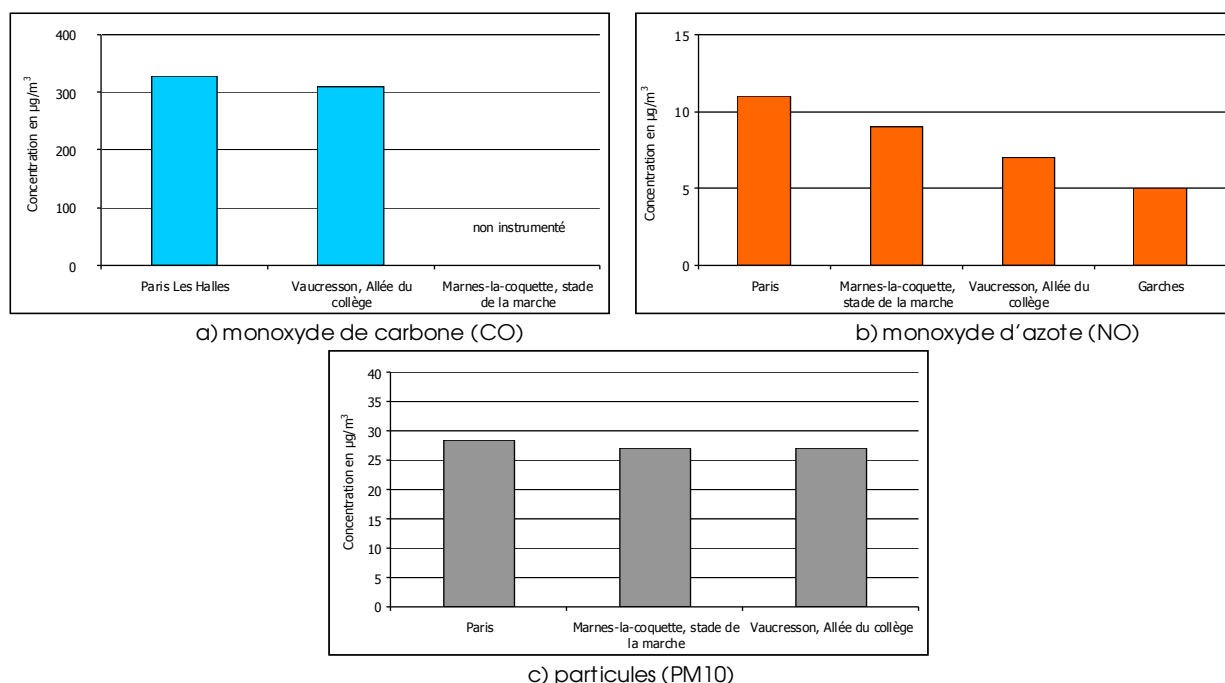
VI.2.2. b- Pour l'unité située à Vaucresson

Le site sous l'impact potentiel de l'unité de ventilation de Vaucresson se situe Allée du Collège à Vaucresson (site n°251). Celui hors influence est disposé Stade de la Marche à Marnes-la-Coquette (site n°252). La Figure 51 rappelle l'emplacement de ces deux sites.



Figure 37 : Implantation des deux sites de mesure automatique temporaire au voisinage de l'unité de ventilation de Vaucresson

La Figure 52 présente pour l'unité de Vaucresson, les concentrations moyennes relevées sur les deux sites temporaires pour le monoxyde d'azote, le dioxyde d'azote et les particules (PM10). Pour des raisons logistiques, les particules fines (PM2.5) ainsi que le monoxyde de carbone (CO) sont uniquement mesurées sur le site de l'Allée du Collège. Ces informations sont complétées par les résultats des stations permanentes du réseau AIRPARIF pour la même période. Il s'agit des stations de Paris³⁹ et de Garches.



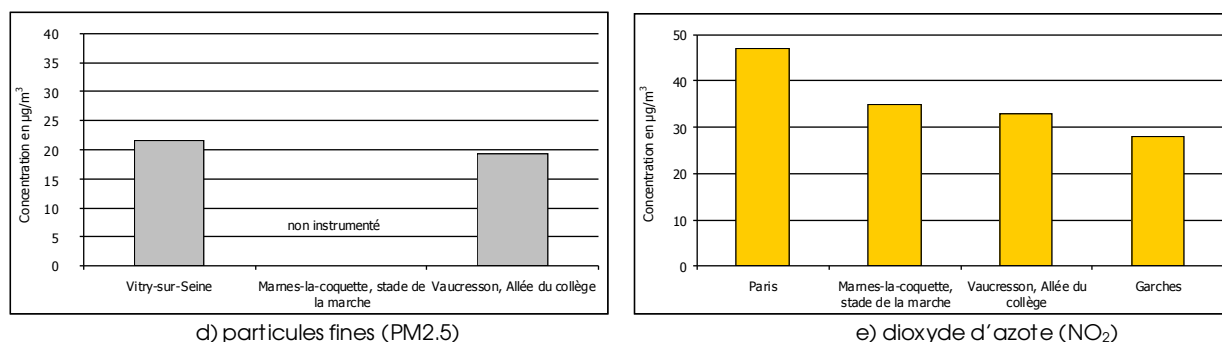


Figure 38 : Concentrations moyennes rencontrées sur les sites temporaires au voisinage de l'unité de Vaucresson et sur quelques stations du réseau AIRPARIF du 27 janvier au 10 mars 2010

Les concentrations rencontrées en monoxyde de carbone Allée du collège sont de l'ordre du niveau de fond de l'agglomération parisienne et sont très proches des limites techniques de l'appareil (de l'ordre de 300 µg/m³).

Pour le monoxyde d'azote, les concentrations relevées sur les deux sites sont intermédiaires avec celles rencontrées à Paris et à Garches. Les niveaux du Stade de la Marche, site hors influence de l'unité de ventilation, sont supérieurs de 20 % par rapport à ceux relevés Allée du Collège, site sous l'influence de l'unité de ventilation, avec des concentrations très faibles, moins d'une dizaine de µg/m³. Ce résultat, comparable à celui trouvé lors de la campagne de mesure de la qualité de l'air initial avant ouverture du tunnel, s'explique par le non déclenchement des sorties d'air par l'unité de ventilation.

Pour les concentrations en particules (PM10), elles sont identiques sur les deux sites de mesure au voisinage de l'unité de ventilation, avec à 27 µg/m³ en moyenne. Les concentrations maximales sont également très proches, à savoir 102 µg/m³ Allée du Collège et 105 µg/m³ Stade de la Marche, enregistrées le même jour. D'un point de vue statistique, les données sur les deux sites ne sont pas différentes en terme de moyenne, ni de distribution. Par conséquent, les niveaux en particules (PM10) entre les deux sites sont considérés comme semblables, comme cela avait été mis en avant lors de la campagne de 2009. **Ainsi, la présence de l'unité de ventilation (dont l'extraction d'air n'a pas été déclenchée lors de la campagne de mesure) n'a pas d'impact sur les concentrations en particules à ces deux emplacements.**

Les concentrations en particules fines (PM2.5) sont inférieures à celles rencontrées au centre de Paris, où une concentration moyenne de 22 µg/m³ a été enregistrée durant la campagne de mesure, pour 19 µg/m³ sur le site temporaire. Les niveaux maximums observés à Vaucresson sont voisins des 80 µg/m³ (27 février 2010) pour 90 µg/m³ à Paris Les Halles le même jour. **Aussi, les concentrations relevées à Vaucresson n'apparaissent pas atypiques au regard des niveaux connus en Ile-de-France.** Hors situation de fond, les concentrations maximales sont rencontrées à proximité du trafic routier, avec des moyennes pendant la campagne comprises entre 41 et 55 µg/m³ selon le site considéré.

Enfin, pour le dioxyde d'azote, les concentrations sur les sites disposés au voisinage de l'unité de ventilation de Vaucresson montrent une différence de 6 % entre les deux sites. C'est le site du stade de la marche qui relève des niveaux légèrement plus élevés avec une concentration moyenne de 35 µg/m³ durant la campagne. Comme pour le NO, les concentrations relevées sur les deux sites sont encadrées par les niveaux rencontrés à Garches (28 µg/m³) et Paris (47 µg/m³). L'analyse statistique des données montre que ces données sont comparables d'un point de vue variabilité mais pas d'égalité des moyennes. Une analyse plus approfondie des concentrations suivant la provenance des vents peut affiner ce résultat. La Figure 53 présente les concentrations moyennes en NO₂ suivant les quatre régimes de vents principaux.

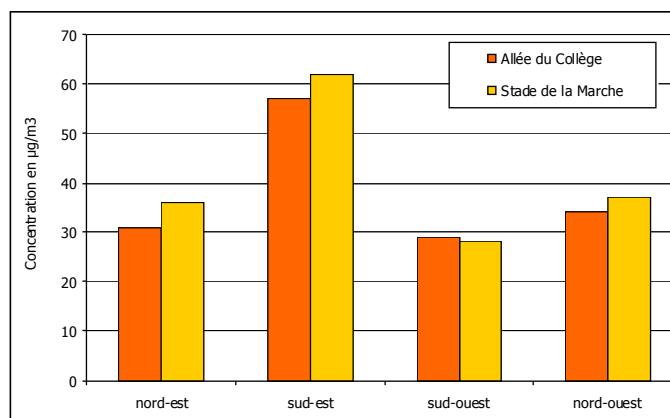


Figure 39 : Concentration moyenne en NO₂ suivant les régimes de vent pour le site Allée du Collège (sous l'influence de l'unité de ventilation) en comparaison aux niveaux relevés Stade de la Marche (hors influence de l'unité de ventilation)

Les concentrations suivant les régimes de vents varient entre les deux sites selon le secteur de vent considéré. Un léger surcroît (+ 1 µg/m³) sur le site de l'Allée du Collège est rencontré par vent de sud-ouest. Dans les autres directions de vent, le surcroît de pollution est plus marqué (+8 à + 13%) et observé sur le site du stade de la Marche. Ce résultat diffère de celui observé avant l'ouverture du tunnel, période pour laquelle le site Allée du collège présentait des niveaux plus élevés sur les vents de secteur sud-est à sud-ouest.

Le traitement statistique des données par direction de vents permettent de confirmer que les résultats entre les deux sites sont différents par vents de nord-est (en variabilité et en terme de moyenne), mais à l'inverse que les niveaux sont équivalents en terme de moyenne et de variabilité par vents de sud-ouest, lorsque les deux sites se trouvent sous le vent de l'autoroute A13. Il faut ajouter que les travaux de prolongement du duplex vers Versailles étaient en cours au sud-ouest du site Allée du collège pendant la campagne, mais cela n'a pas impacté les mesures de NO₂ Allée du collège. En terme d'émissions, les deux tronçons de l'A13 sont comparables 36,5 tonnes/km pour celui au niveau de Vaucresson et 38,1 pour celui de Marnes-la-Coquette, ce qui conforte le résultat de comparabilité, même si l'environnement au voisinage des axes n'est pas identique. Pour les deux autres secteurs de vents (nord-ouest et sud-est), il est difficile de conclure, du fait de la variabilité des données.

Par conséquent, les niveaux aux deux sites sont équivalents par vent de sud-ouest, alors qu'ils sont plus élevés au stade de la marche pour tous les autres secteurs de vent. Cela signifie qu'il existe un impact de l'autoroute A13 par vent de sud-ouest. Aussi, les travaux de prolongement du duplex, qui se trouvent également au sud-ouest du site Allée du collège, n'ont pas particulièrement impacté ce site.

VI.3 Quelle évolution des concentrations entre les deux études (avant / après mise en service du duplex : estimation de l'impact

Une analyse plus fine des données aux sites automatiques issues des campagnes de mesure avant mise en service du duplex (5 février au 19 mars 2009) et après mise en service (27 janvier au 10 mars 2010) permet d'étudier l'influence de l'ouverture de la première section du duplex.

Les analyses statistiques réalisées ont reposées sur la comparaison pour chaque polluant (NO₂, PM10 et PM2.5) et pour chaque site des données automatiques, via des tests non paramétriques car aucune distribution ne suit la loi Normale. Les tests sur l'égalité des moyennes et des variances, avec un intervalle de confiance de 95 %, ont été mis en place. Il

s'avère que tous les tests ont été rejetés, d'où des différences en terme de moyenne à chaque site et pour chaque composé entre la campagne de 2009 et celle de 2010. Même si la période de mesure est proche entre les deux années (mesures communes entre le 5 février et le 10 mars), les conditions météorologiques forcément différentes sont la principale explication aux concentrations moyennes différentes entre les deux campagnes de mesure. **Aussi, pour chaque polluant et à chaque site, la concentration moyenne enregistrée lors de la campagne de 2009 était supérieure à celle de la campagne de 2010**, en moyenne de 15 % pour le NO₂, 13 % pour les particules PM10 et 20 % sur les PM2.5.

Plus précisément, pour le NO₂, la **différence des niveaux est de 20 % entre les deux sites dans la zone d'impact des unités de ventilation** (stade du vert-bois à Rueil-Malmaison et Allée du collège à Vaucresson), même si ces dernières n'ont pas fonctionné lors de la campagne de 2010. On peut toutefois penser que les travaux lors de la campagne de 2009 ont pu affecter les relevés, notamment les mouvements des camions associés. La différence entre les deux campagnes est de 10 % aux deux autres sites hors zone d'impact, c'est-à-dire que les niveaux moyens Avenue Marmontel (Rueil-Malmaison) et stade de la Marche (Marque-la-coquette) lors de la campagne de 2009 étaient supérieurs de 10% ceux de la campagne de 2010. On notera toutefois que les tests statistiques de comparaison entre les deux sites effectués sur les données 2009 ont abouti aux mêmes conclusions qu'en 2010, à savoir qu'on ne peut rejeter l'hypothèse d'égalité entre les deux sites à proximité de l'unité de ventilation de Rueil-Malmaison. Par contre, ceux effectués à proximité de l'unité de ventilation de Vaucresson ont évolué : alors que les teneurs entre les deux sites pouvaient être considérées comme significativement différentes en 2009, ils ne peuvent plus l'être en 2010, d'où des modifications dans le secteur en terme de pollution au NO₂.

Concernant **les particules (PM10), la situation est variable selon l'unité de ventilation considérée**. A proximité de l'unité de ventilation de Rueil-Malmaison, la différence est de 20 % entre la campagne de 2009 par rapport à celle de 2010 (comme pour le NO₂, teneurs les plus élevées en 2009) au site du stade du vert-bois, alors qu'elle n'excède pas 10 % au site Avenue Marmontel, qui se trouve en dehors de la zone d'impact. Aussi la situation a évolué différemment entre les deux périodes de mesure aux abords de cette unité de ventilation. Les tests statistiques effectués entre les deux sites en 2009 et 2010 montrent également une évolution. A l'inverse, à proximité de l'unité de ventilation de Vaucresson, les deux sites de mesure ont observé une baisse de 12 % des niveaux en particules. Les tests statistiques comparant les données au stade de la marche avec celles de l'allée du collège en 2009 et 2010 concluent de façon identique : les moyennes des deux sites ne peuvent être considérées comme différentes pour les deux campagnes.

Les mesures en particules fines (PM2.5) ont été limitées à deux sites, dans les zones d'impact des deux unités de ventilation en fonctionnement. **Les résultats en 2009 et 2010 ne peuvent pas être considérés comme différents sur les deux sites, et leurs évolutions entre 2009 et 2010 est similaire (baisse de 20 %)**. Ce résultat confirme l'homogénéité des concentrations pour ce composé, notamment dans le secteur ouest de l'agglomération, ceci malgré la proximité à une unité de ventilation (qui ne s'est pas mise en route lors de la campagne).

En conclusion, il est très difficile d'estimer un impact sur la qualité de l'air du duplex dans les secteurs des deux unités de ventilation (Rueil-Malmaison et Vaucresson). En effet, la comparaison des concentrations relevées aux différents sites automatiques (dans et en dehors de la zone d'impact) avant et après l'ouverture du tunnel montre que les niveaux ont baissé entre les deux campagnes de mesure, en partie à cause des conditions météorologiques plus dispersives : ils sont plus faibles lors de la campagne de 2010, soit une fois que le tunnel était ouvert. Pour le NO₂, les teneurs ont diminué de 20 % sur les deux sites se trouvant dans la zone d'impact des unités de ventilation entre la campagne de 2009 et celle de 2010. Concernant les particules, la baisse est différente selon l'unité de ventilation considérée, elle varie entre 10 et 20 %. Enfin, pour les particules fines, les tests montrent qu'en 2010, les résultats des deux sites des deux zones d'impact sont équivalents.

VII ETAT DE LA QUALITE DE L'AIR DANS LE SECTEUR DE LA 2^{ème} SECTION DU DUPLEX A86 (ETAT INITIAL)

Après l'estimation de l'impact de la première section du duplex, l'état de la qualité de l'air avant l'ouverture de la deuxième section du duplex a été réalisé lors de cette campagne de mesure. Des moyens spécifiques de mesure ont été installés dans le secteur et les résultats sont présentés dans ce chapitre.

VII.1 Au voisinage des futures unités de ventilation

Les futures unités de ventilation, situées au Pont de Colbert (limite communes de Versailles et de Viroflay) et à Viroflay sur la RD10, ont fait l'objet, pour cette campagne, d'un renforcement des mesures avec l'implantation de 23 dispositifs de mesure dans le voisinage de chacune des futures unités de ventilation, recouvrant pour chacune un domaine de 4 km² environ. A ces sites instrumentés d'échantillonneurs passifs s'ajoutent deux sites automatiques pour l'unité de ventilation de Pont de Colbert et deux autres pour l'unité de la RD10. Cette campagne permet de faire un premier état de la qualité de l'air dans ces deux zones.

Les concentrations relevées⁴⁰ au voisinage des futures unités de ventilation sont comparables à celles rencontrées dans le secteur ouest de l'agglomération parisienne, avec la même dynamique en fonction des séries de mesure.

Comme le montre la Figure 40, les niveaux aux environs de l'unité de ventilation de Pont-Colbert sont inférieurs aux niveaux renseignés par les sites du grand domaine, en moyenne de 3 % pour le dioxyde d'azote et de 7 % pour le benzène. Ces écarts sont en baisse au fur et à mesure des séries pour les deux polluants. Ce résultat est en lien avec la répartition des niveaux au sein de la zone d'étude, à savoir des concentrations globalement plus faibles au sud et à l'ouest du secteur investigué, ce qui correspond en partie au voisinage de l'unité de ventilation de Pont-Colbert. Excepté la présence de l'A86 et le RN12, la zone autour de cette future unité de ventilation est peu urbanisée.

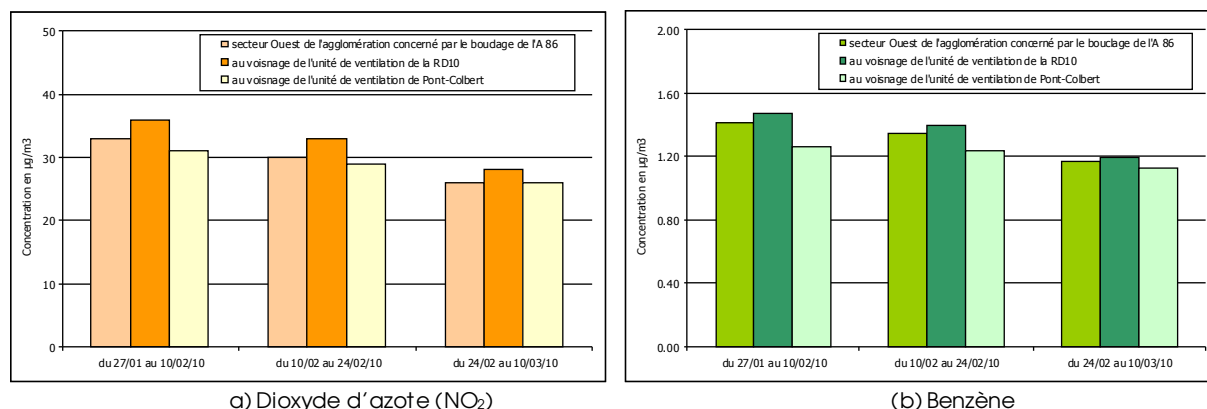


Figure 40 : Concentration en dioxyde d'azote au voisinage des futures unités de ventilation de Pont-Colbert et de la RD10 pour chacune des séries de mesure

A l'inverse, un surcroît au voisinage de l'unité de la RD10 par rapport au secteur ouest de l'agglomération parisienne est constaté pour les deux composés. Pour le dioxyde d'azote, les niveaux aux environs de cette unité de ventilation sont supérieurs en moyenne de 9 %, représentant un écart de 2 à 3 µg/m³. En benzène, l'écart est moins élevé : 3 % en moyenne.

⁴⁰ L'ensemble des concentrations sont calculées à partir des niveaux relevés sur les sites en situation de fond au voisinage des unités de ventilation afin de pouvoir être comparé aux niveaux renseignés par les sites du «Grand domaine» de l'ouest de l'agglomération parisienne.

Ce surcroît au voisinage de l'unité de ventilation de la RD10 peut s'expliquer par l'urbanisation du secteur, à savoir la ville de Viroflay.

Avant mise en service, les concentrations au voisinage des futures unités de ventilation de Pont-Colbert et de la RD10 sont cohérentes et conformes par rapport à celles relevées plus généralement dans le secteur ouest de l'agglomération parisienne et s'explique par la répartition spatiales des émissions dans le secteur.

VII.1.1 Pour l'unité située à Pont-Colbert

Concernant la future unité de ventilation localisée à Pont-Colbert, plusieurs sites de mesure sont influencés directement par des sources de pollution (cf. critères d'implantation des sites de mesure de la qualité de l'air édictés par l'ADEME et le MEEDDM). Il s'agit des sites à proximité de la future sortie du duplex l'A86 : sites n°363, 367, 368 et 369. Les sites restants sont considérés en situation de fond à savoir hors influence directe d'une source de pollution, en attendant la mise en fonction de l'unité de ventilation.

La Figure 41 présente les concentrations en dioxyde d'azote relevées au voisinage de l'unité de ventilation pour chacune des séries de mesure et la Figure 42 celles en benzène.

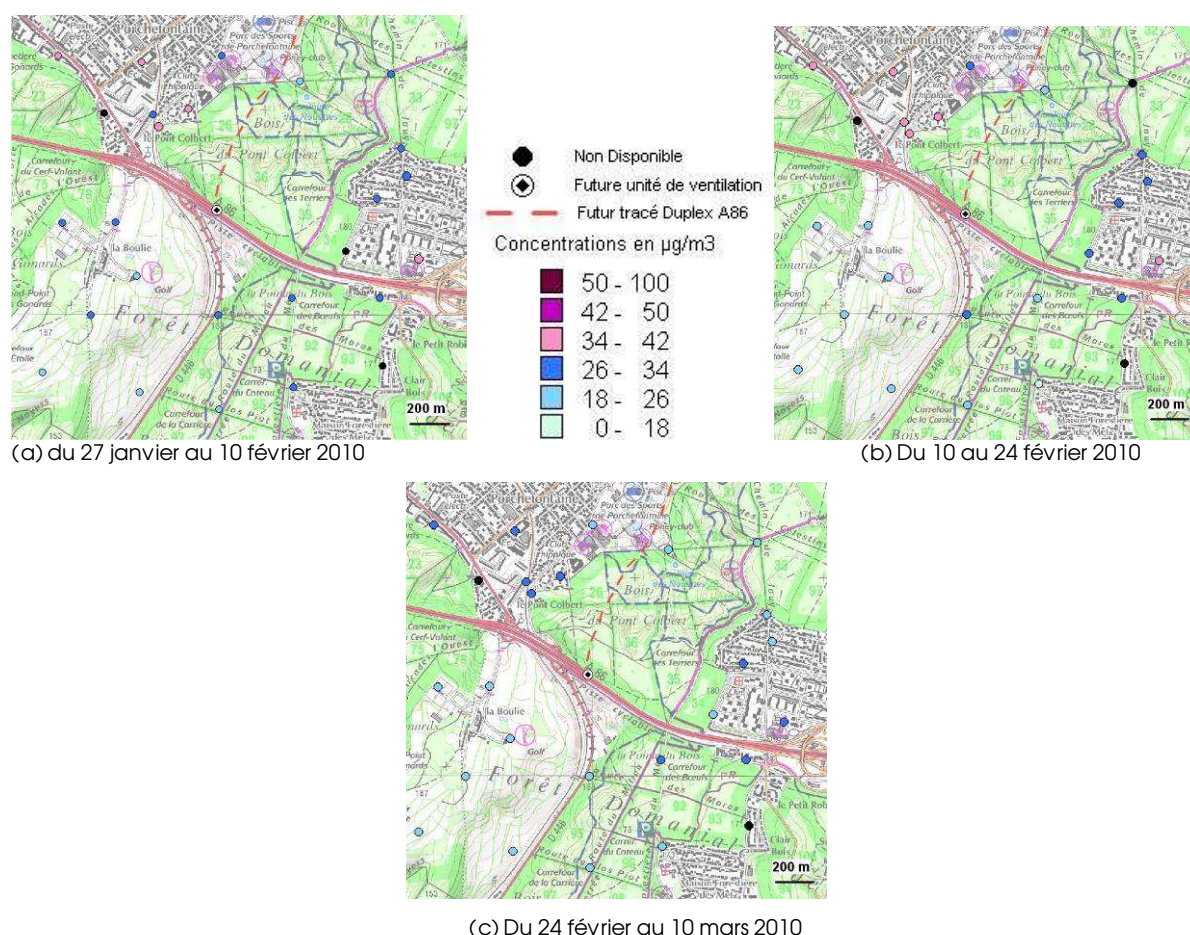


Figure 41 : Concentration en dioxyde d'azote au voisinage de la future unité de ventilation de Pont-Colbert pour chacune des séries de mesure

Concernant le dioxyde d'azote, les maxima en fond sont enregistrés dans le secteur nord-ouest du domaine investigué, sur la commune de Versailles, dans la partie la plus urbanisée du secteur⁴¹. Toutes séries confondues, la concentration maximale est observée à l'extrémité

⁴¹ Sites en situation de fond dans le secteur nord-ouest : 350, 351, 352, 355, 356, 357 et 271.

nord-ouest avec $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En moyenne, les teneurs dans ce secteur sont supérieures de 20 % à celles se trouvant dans les 4 km^2 de la future unité de ventilation de Pont-Colbert. Ce résultat est cohérent avec l'environnement, à savoir une surface importante de forêts et peu de zones urbanisées dans les 4 km^2 , mais avec toutefois l'A86 et la RN12. Les sites influencés par ces émissions routières présentent des concentrations inférieures de 4 % à celles de la zone des 4 km^2 , et de 20 % par rapport au secteur nord-ouest.

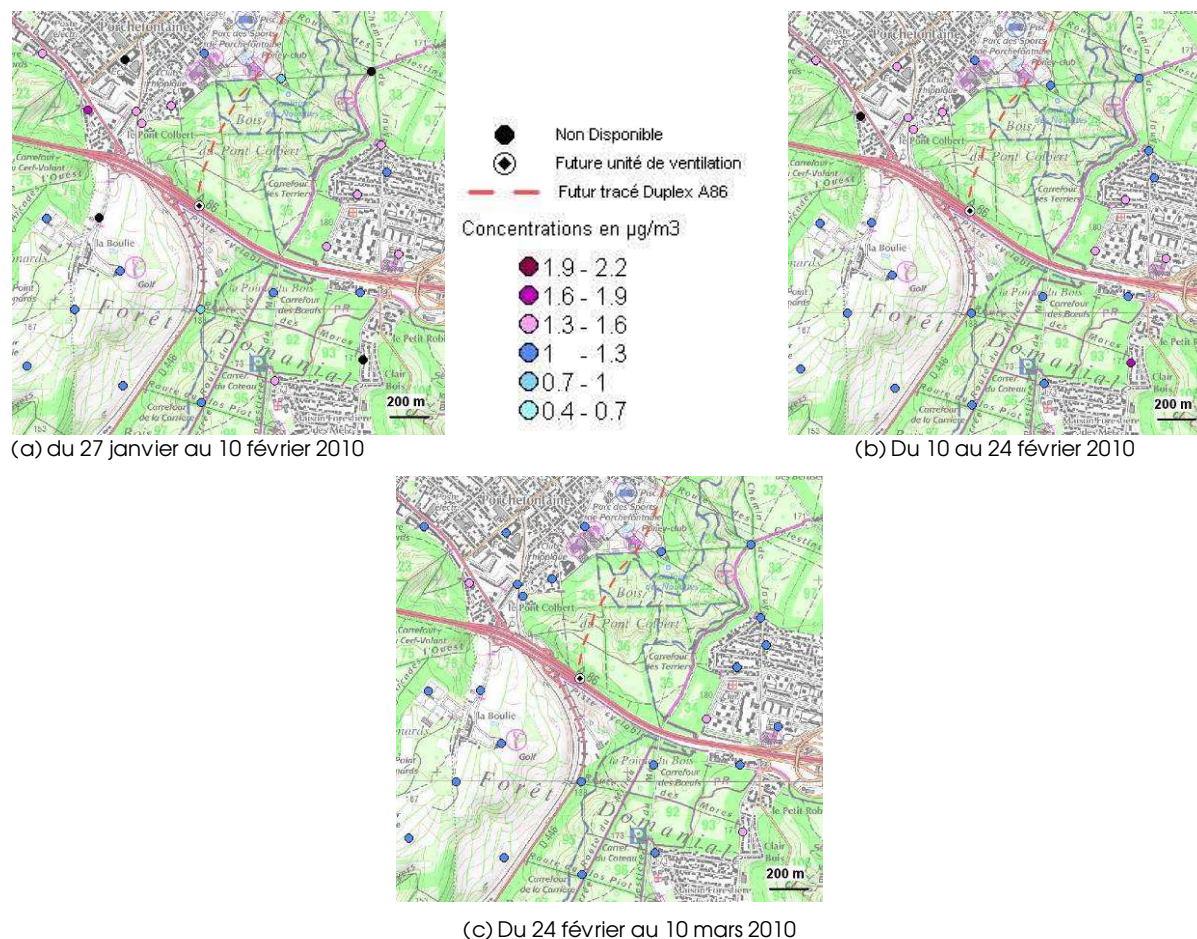


Figure 42 : Concentration en benzène au voisinage de la future unité de ventilation de Pont-Colbert pour chacune des séries de mesure

La répartition des niveaux en benzène dans la zone des 4 km^2 est semblable à celle du NO_2 , à savoir des teneurs plus importantes dans le quart nord-ouest, même si ponctuellement d'autres sites peuvent présenter des concentrations équivalentes, comme le site 374 (extrémité sud-est) où le maximum d'une série est enregistré. C'est le site 355 qui présente les deux autres maxima de la campagne, avec notamment $1.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pendant la 1^{ère} série. Par ailleurs, les concentrations en benzène sont relativement homogènes sur la zone étudiée, surtout lors de la dernière série. Les concentrations des sites du secteur nord-ouest sont supérieures de 2 à 13 % aux niveaux moyens observés dans les 4 km^2 , les teneurs aux sites influencés y étant inférieures en moyenne de 4 %.

Il sera difficile pour cette future unité de ventilation d'étudier son impact immédiat sur l'environnement car d'une part cette aération sera au niveau de l'autoroute A86, d'où des mesures potentiellement influencées par l'A86, d'autre part car l'environnement immédiat est très végétalisé (bois du Pont-Colbert, golf), d'où la difficulté d'installer les sites de mesure. Ainsi, les sites disposés au voisinage immédiat de la future unité de ventilation en situation de fond se trouvent à plus de 600 m du point d'émissions et ils ne sont pas uniformément répartis

(peu au nord et au sud). Les concentrations en dioxyde d'azote sur les 5 sites⁴² se trouvant au plus près de la future unité de ventilation présentent des concentrations supérieures à celles relevées dans le reste du domaine de l'étude, de 5 à 10 % selon les séries de mesure. Concernant le benzène, les concentrations sont proches. Les niveaux à moins de 600 mètres de la future unité de ventilation sont supérieures en moyenne à ceux relevés sur l'ensemble du domaine de 5 %, même si la dernière série présente les niveaux légèrement inférieurs. La Figure 43 compare la concentration moyenne relevée sur ces sites de mesure à celle du domaine en situation de fond pour le dioxyde d'azote et pour le benzène.

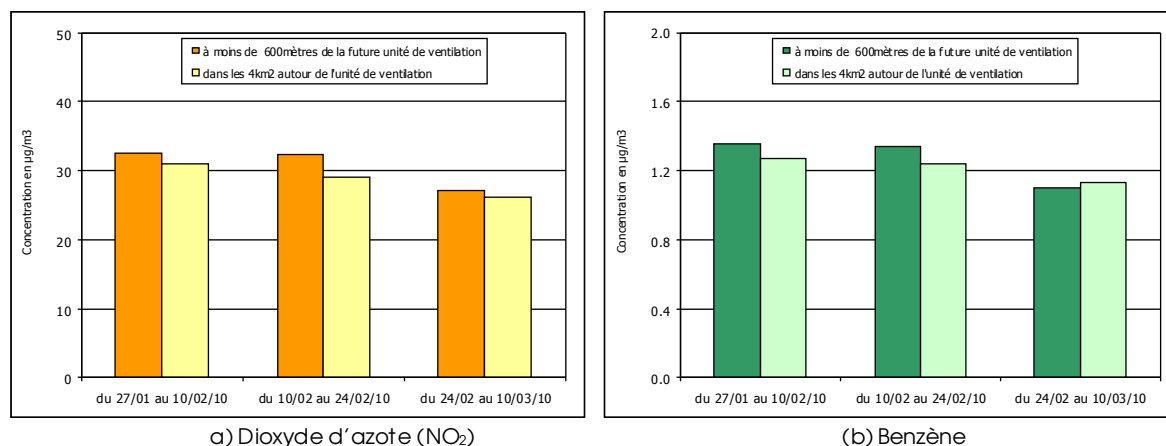


Figure 43 : Comparaison des concentrations relevées à moins de 200 mètres de la future unité de ventilation de Pont-Colbert et celle relevée au voisinage de celle-ci (domaine de 4 km²)

Par conséquent, les concentrations relevées aux environs immédiats de la future unité de ventilation ne se détachent pas de celles rencontrées dans le reste du domaine pour le dioxyde d'azote comme pour le benzène. Ceux sont les sites du quart nord-ouest de la zone d'étude, dans un secteur plus urbanisé, qui présentent les niveaux les plus élevés, supérieurs aux sites les plus proches de la future unité de ventilation. Pour rappel, il s'agit d'un état de la qualité de l'air avant mise en service. L'unité de ventilation et cette section du tunnel de l'A86 n'étaient évidemment pas en fonctionnement pendant la campagne de mesure.

VII.1.2 Pour l'unité située à la RD10

Pour l'unité disposée à la RD10, tous les sites sont considérés en situation de fond à savoir hors influence directe d'une source de pollution, en attendant la mise en fonction de la future unité de ventilation.

La Figure 44 illustre les concentrations relevées en dioxyde d'azote (NO₂) au voisinage de la future unité de ventilation située de Viroflay (RD10) pour chacune des séries de mesure.

42 Il s'agit des sites n°271, 356 et 357 sur la commune de Versailles, ainsi que les sites 361 et 366 du golf de Jouy-en-Josas.

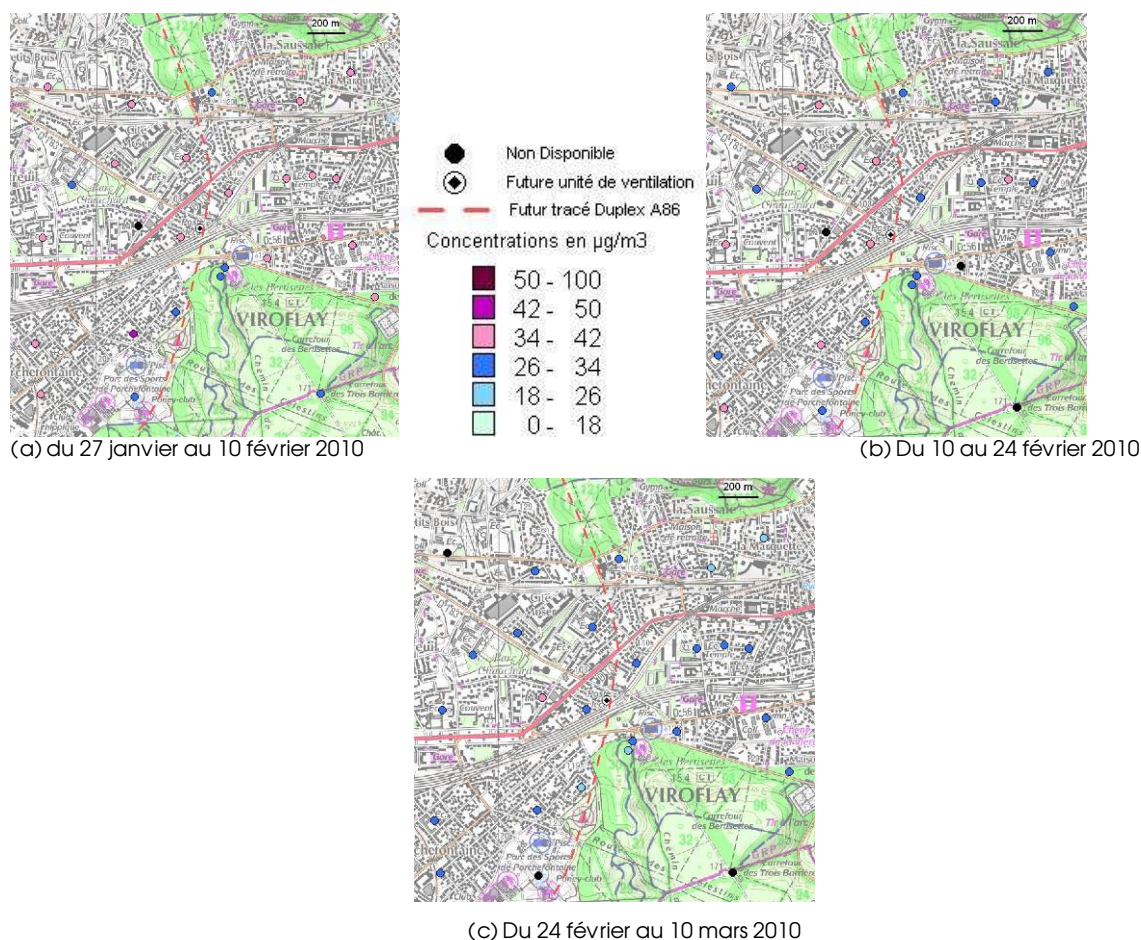


Figure 44 : Concentration en dioxyde d'azote au voisinage de la future unité de ventilation de la RD10 pour chacune des séries de mesure

En dioxyde d'azote, les concentrations les plus importantes ne sont pas rencontrées sur les mêmes sites en fonction des séries de mesure, même si le centre ouest du domaine semble présenter les plus forts niveaux. C'est le site 316 qui présente les maxima pour les deux premières séries, avec le maximum à $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lors de la première série. Ceci s'explique par une certaine homogénéité de la répartition des émissions sur la zone, excepté dans le quart sud-est (fort). Le secteur d'étude est également coupé par la RD10, mais cet axe perturbe peu les mesures à proximité (+ 4 % en moyenne sur les 7 sites se trouvant à moins de 200m).

Les concentrations les plus élevées en benzène sont observées sur les mêmes sites selon les séries, à savoir les n°311, 307, 306 et 316. Le maxima de la campagne est de $1.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lors de la première série sur les sites n°307 et 316. C'est précisément à ces emplacements que les maxima en NO_2 ont été enregistrés. Ainsi le centre de Viroflay, côté ouest au nord de la RD10, est concerné par les plus fortes teneurs en benzène. En moyenne sur ces sites, une différence de l'ordre de 15 % est constatée par rapport au niveau moyen relevé dans le voisinage de l'unité de ventilation (4 km^2 autour de la future unité). La Figure 45 illustre la répartition des niveaux en benzène au voisinage de l'unité de ventilation de la RD10.

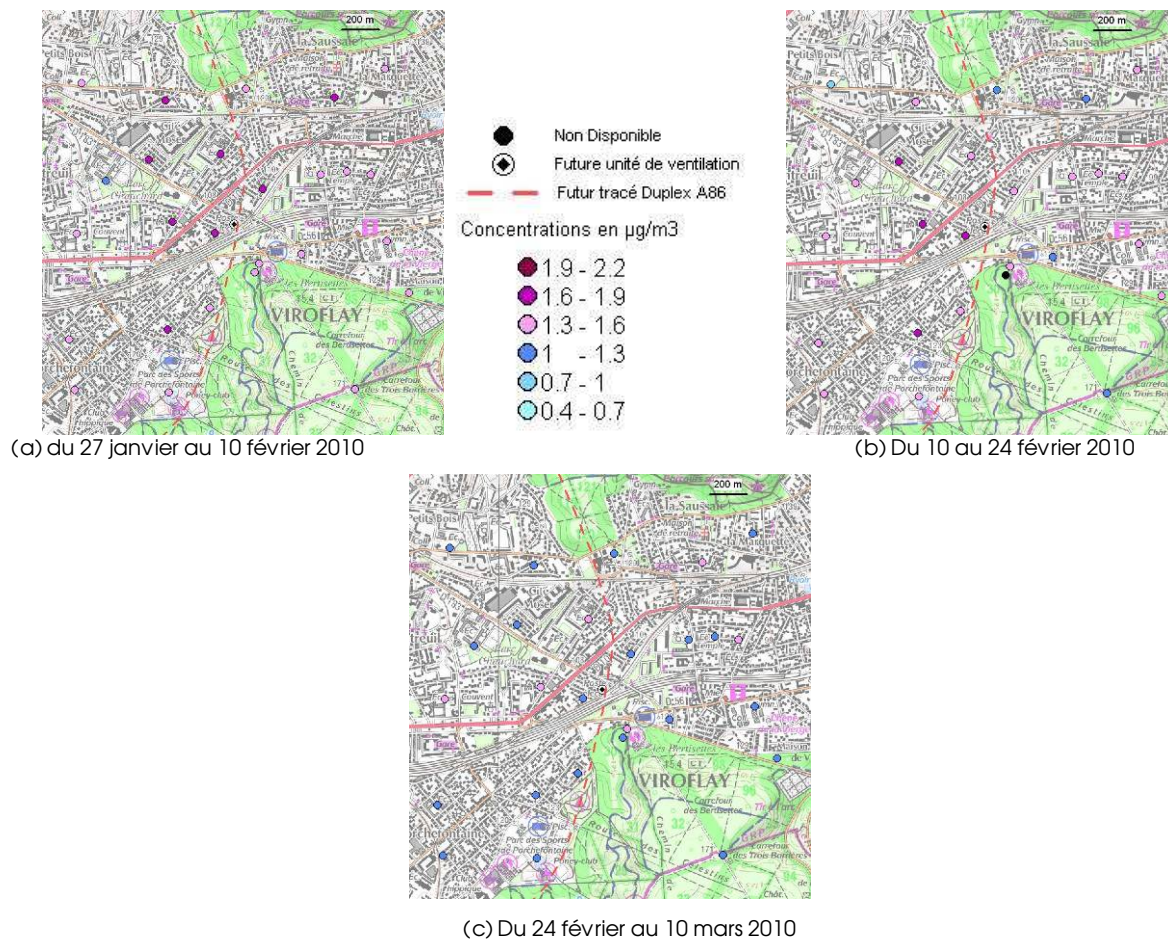


Figure 45 : Concentration en benzène au voisinage de la future unité de ventilation de la RD10 pour chacune des séries de mesure

Les teneurs au plus près de la future unité de ventilation peuvent être évaluées grâce aux sites implantés à moins de 400 mètres. Ces sites renseignant sont disposés à Viroflay aux terrains de tennis (n°322), au chemin de Jouy (n°318), rue P. Brossard (n°312), au stade des Bertissettes (n°313) et rue G. Clémenceau (n°35), ainsi qu'à Versailles rue des Prés aux bois (n°311). Des concentrations en dioxyde d'azote équivalentes à celles relevées dans le voisinage de la future unité de ventilation (4 km² autour de l'unité) et un peu plus élevées en benzène (+3 %) y sont enregistrées. La Figure 46 compare la concentration moyenne relevée sur ces sites de mesure à celle du domaine en situation de fond pour le dioxyde d'azote et pour le benzène.

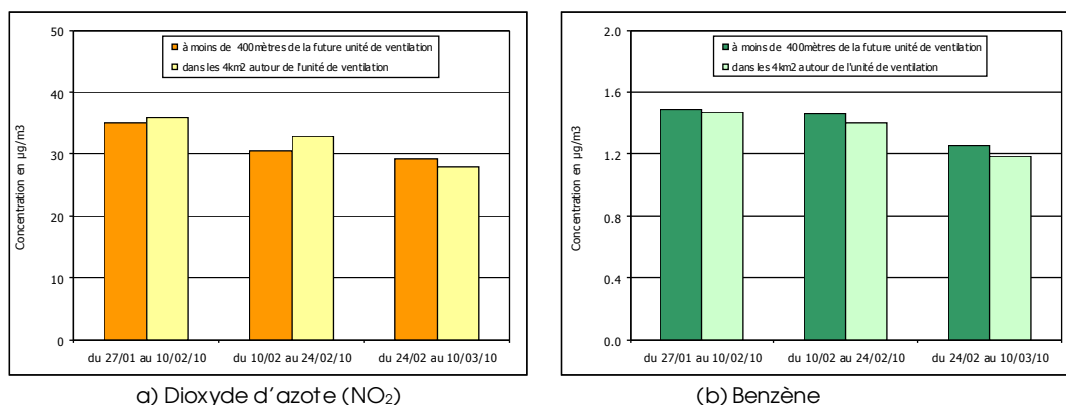


Figure 46 : Comparaison des concentrations relevées à moins de 400 mètres de la future unité de ventilation de la RD10 et celle relevée au voisinage de l'unité de celle-ci (domaine de 4 km²)

Le léger surcroît (3 %) de concentration en dioxyde d'azote dans le secteur des 4 km² par rapport au voisinage immédiat de la future unité de ventilation (à moins de 400 mètres) est observé pour les deux premières séries, alors que la situation est inversée pour la troisième. Ceci est cohérent avec les conditions météorologiques et notamment le vent (plus fort et de secteur nord-est lors de la dernière quinzaine).

Pour le benzène, la situation est plus stable avec des niveaux à proximité de la future unité de ventilation systématiquement plus élevés (+3 %) que dans le secteur d'étude (4 km²).

A Viroflay, les sites aux environs immédiats de la future unité de ventilation de la RD10 présentent, avant mise en service, des concentrations en dioxyde d'azote équivalentes à celles relevées à son voisinage (secteur des 4 km²) mais plus élevées que dans l'ouest de l'agglomération parisienne. Ce surcroît de concentration est dû à l'urbanisation à proximité de la future unité de ventilation. Concernant le benzène, un surcroît de 3 % est enregistré à proximité immédiate de la future unité de ventilation par rapport aux sites de trouvant dans un périmètre de 4 km², eux-mêmes présentant des teneurs plus élevées que dans le secteur ouest de l'agglomération étudiée.

VII.2 Aux sites automatiques installés à proximité des futures unités de ventilation

La zone d'impact potentiel des unités de ventilation a été évaluée par modélisation à proximité de la future unité de ventilation de Pont-Colbert. Contrairement aux deux unités de ventilation déjà en service, il n'a pas été possible d'installer de site automatique dans la zone impactée de la future unité de ventilation (d'après les travaux de modélisation) du fait de la présence d'une forêt à cet endroit. Le site a été installé au plus près, en fonction des contraintes du terrain. Un second site (hors zone d'impact) a été ajouté dans la même configuration que le premier par rapport aux autres sources de pollution (partie aérienne de l'autoroute A86), mais en dehors de l'influence de la future unité de ventilation.

Concernant la future unité de ventilation de la RD10, la modélisation de la zone d'impact n'a pas été réalisée. Les sites temporaires automatiques ont été implantés au plus près de la future unité de ventilation d'une part, et d'autre part dans le centre-ville de Viroflay. L'influence d'autres sources de pollution, comme par exemple la RD10, ont été pris en compte dans le choix final des sites de mesure.

Pour des raisons logistiques, les particules PM_{2.5} et le CO n'ont été suivis au site du tennis club de Viroflay, ni à l'école de Vélizy-Villacoublay.

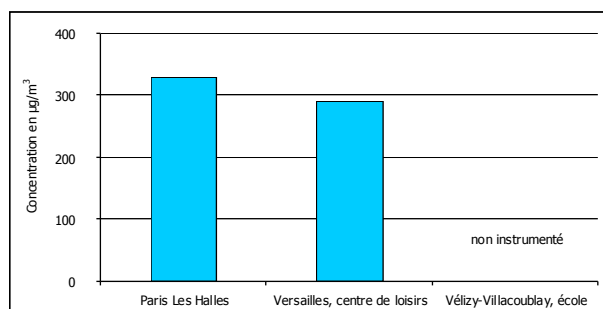
VII.2.1 Pour l'unité située à Pont-Colbert

Pour rappel (cf. Figure 47), les deux sites temporaires automatiques sont implantés au centre de loisirs « Les grands chênes » de Versailles (site au plus près de la zone d'impact de la future unité de ventilation, site n°271) et à l'école Mozart à Vélizy-Villacoublay (site hors influence de l'unité de ventilation, site n°272).

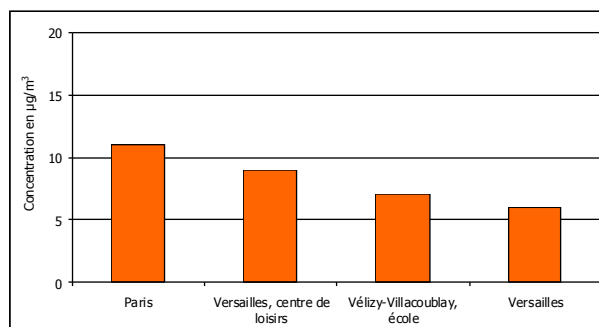


Figure 47 : Implantation des deux sites de mesure automatiques temporaires au voisinage de la future unité de Pont-Colbert

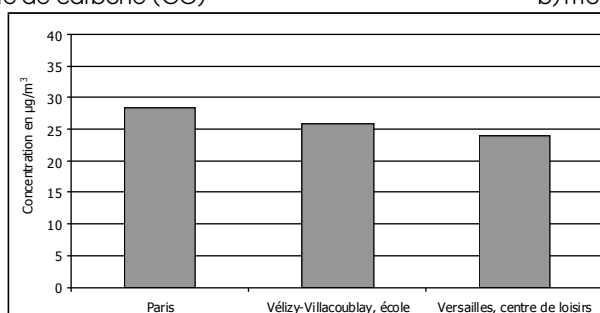
La Figure 48 présente, pour la future unité de ventilation de Pont-Colbert, les concentrations moyennes relevées sur les deux sites temporaires pour le monoxyde d'azote, le dioxyde d'azote et les particules (PM10). Pour des raisons logistiques, les particules fines (PM2.5) et le monoxyde de carbone (CO) sont uniquement mesurées sur le site du centre de loisirs de Versailles. Ces informations sont complétées par les résultats de stations permanentes du réseau AIRPARIF pour la même période. Il s'agit des stations de Paris⁴³ et de Versailles (station permanente du réseau d'Airparif proche).



a) monoxyde de carbone (CO)



b) monoxyde d'azote (NO)



c) particules (PM10)

⁴³ Les stations parisiennes sont implantées à Paris Les Halles, Paris VI^{ème}, Paris VII^{ème}, Paris XII^{ème}, Paris XIII^{ème}, Paris XVII^{ème}. Pour le CO, mesures à Paris Les Halles. Pour les NOx, moyennes sur toutes les stations précitées. Pour les PM10, moyenne des résultats de Paris Les Halles et Paris XVII^{ème}.

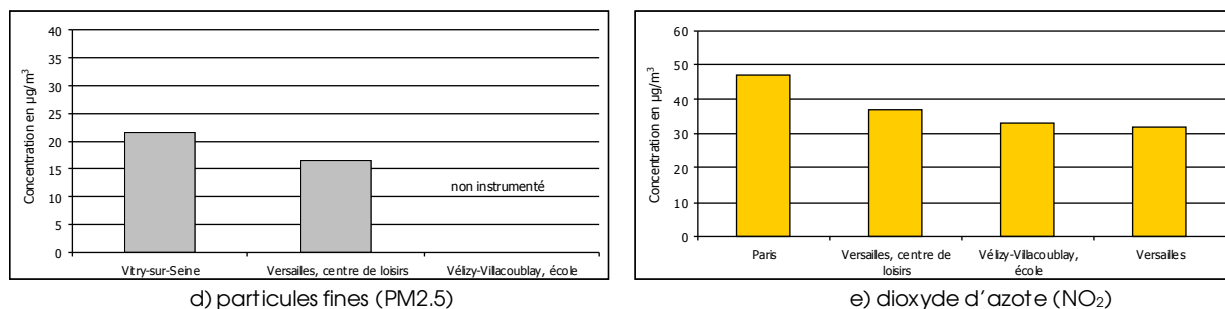


Figure 48 : Concentrations moyennes rencontrées sur les sites temporaires de la future unité de ventilation de Pont-Colbert et sur quelques stations du réseau AIRPARIF du 27 janvier au 10 mars 2010

Les concentrations en monoxyde de carbone relevées sur le site de l'école à Versailles sont de l'ordre du niveau de fond rencontré sur l'agglomération parisienne (entre 200 et 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), à savoir 290 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour 330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mesuré à Paris centre. Ce niveau de fond est aussi très proche des limites techniques de l'appareil de mesure, de l'ordre de 200 à 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pour le monoxyde d'azote, les concentrations relevées sur les deux sites de Pont-Colbert sont supérieures à celles de Versailles et inférieures à la concentration moyenne parisienne. Pour le site de l'école à Vélizy-Villacoublay, instrumenté dans la zone d'impact de la future unité de ventilation, les concentrations sont supérieures de 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ par rapport à celles de Versailles (station permanente). Pour le site hors zone d'impact de la future unité (centre de loisirs à Versailles), le surcroît s'élève à 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ toujours par rapport à Versailles. Ces différences peuvent éventuellement traduire l'influence de sources très proches d'oxydes d'azote. Toutefois, il faut noter que les concentrations relevées sur la zone sur les trois sites précités sont faibles, inférieures à une dizaine de $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Pour comparaison, durant la même période, les stations de mesure implantées à proximité du trafic routier enregistrent des concentrations moyennes comprises entre 53 et 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les tests statistiques réalisés montrent que la distribution des teneurs en NO sur les deux sites automatiques est différente.

Quant aux teneurs en particules (PM10), les concentrations maximales horaires sont comparables mais pas identiques (84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à Versailles, 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à Vélizy-Villacoublay) car l'analyseur du site de l'école Mozart était en panne le 27 janvier, jour où les maxima en particules ont été enregistrés sur les sites temporaires du secteur. D'un point de vue statistique, les hypothèses d'égalité des moyennes et des variances sont rejetées. Une analyse plus fine des niveaux rencontrés selon la provenance du vent est présentée à la Figure 49. Elle présente les concentrations moyennes en PM10 suivant les quatre régimes de vents principaux.

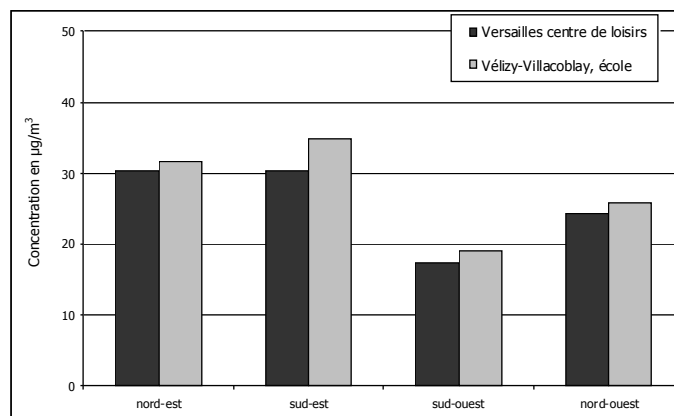


Figure 49 : Concentration moyenne en PM10 suivant les régimes de vent pour le site du centre de loisirs de Versailles en comparaison aux niveaux relevés à l'école de Vélizy-Villacoublay

Un surcroît de concentration est systématiquement rencontré au site du centre de loisirs à Versailles, quelque soit le secteur de vent considéré. En terme de concentrations, cela équivaut de 1 à 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ d'écart, soit 5 à 15 %. Statistiquement, les concentrations en PM10 sur les deux sites peuvent être considérées comme équivalentes par vents du nord-est ou nord-est, contrairement aux vents du sud. Par vents de secteur sud-ouest, les niveaux à l'école de Vélizy-Villacoublay sont supérieurs à ceux du centre de loisirs de Versailles. Cela peut s'expliquer par la présence plus proche de l'A86, ceci malgré la zone importante de travaux dus au prolongement du duplex au sud-ouest du centre de loisirs. Enfin, par vents de secteur sud-est, la variabilité des données ne permet pas de conclure sur la position des niveaux les uns par rapport aux autres. **En conclusion, les teneurs en PM10 à proximité de la future unité de ventilation de Pont-Colbert sont différentes, mais uniquement par vents de secteur sud (ouest et est), lorsque les deux sites se trouvent sous l'influence de l'autoroute A86.**

Les concentrations en particules fines (PM2.5) au site du centre de loisirs de Versailles (16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) sont inférieures à celles relevées à la station permanente de Vitry-sur-Seine, où la concentration moyenne durant la campagne de mesure s'élève à 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ce résultat est surprenant car l'ensemble des autres sites installés temporairement pour la campagne de mesure dans le secteur présentent des moyennes comprises entre 19 et 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, tout comme les stations permanentes du réseau Airparif, répartis sur la région. Les niveaux maximums observés à proximité de la future unité de ventilation sont voisins des 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (27 janvier 2010) pour 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à Paris centre à la même période. Sur la période de mesure, les maxima sur l'ensemble des stations du réseau fixe sont compris entre 80 et 115 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les tests statistiques réalisés sur les relevés horaires confirment que les concentrations relevées au centre de loisirs de Versailles n'ont pas la même distribution que les teneurs de la station permanente de Vitry-sur-Seine.

Enfin, pour le dioxyde d'azote, les concentrations sur les deux sites diffèrent de 11 %. C'est le site du centre de loisirs à Versailles qui observe des niveaux plus élevés avec une concentration moyenne de 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ durant la campagne, contre 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à l'école de Vélizy-Villacoublay. Encore une fois, ces teneurs sont encadrées par celle de la station permanente de Versailles (32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et celle moyenne du centre de Paris (47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). L'analyse statistique montre que les données des deux sites temporaires ne peuvent pas être considérées comme proches en terme d'égalité des moyennes, alors que l'on ne peut rejeter l'hypothèse d'égalité des variances. Ainsi, statistiquement, les concentrations en NO₂ à Versailles (centre de loisirs) sont supérieures à celle de Vélizy-Villacoublay (école). Pour identifier la position de la source potentielle, il convient d'analyser les niveaux rencontrés selon la provenance du vent. La Figure 50 présente les concentrations moyennes en NO₂ suivant les quatre régimes de vents principaux.

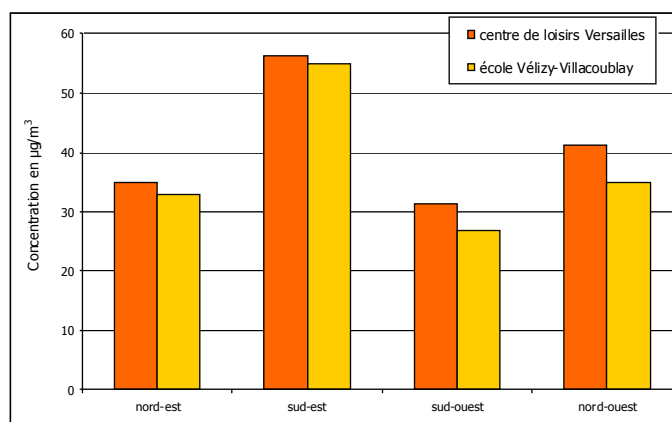


Figure 50 : Concentration moyenne en NO₂ suivant les régimes de vent pour le site du centre de loisirs de Versailles (sous l'influence de la future unité de ventilation) en comparaison aux niveaux relevés à l'école de Vélizy-Villacoublay (hors influence de la future unité de ventilation)

Un surcroît de concentration est systématiquement rencontré au site du centre de loisirs à Versailles, quelque soit le secteur de vent considéré. En effet, les niveaux relevés par ces vents au site du centre de loisirs sont supérieurs de 2 à 15 % (soit 1 à 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) à ceux rencontrés à Vélizy-Villacoublay. Toutefois, les tests statistiques montrent que par vents de secteurs nord-est et sud-est, les concentrations en NO_2 aux deux sites sont équivalentes, alors que par vents de sud-ouest et de nord-ouest, les niveaux à Versailles (centre de loisirs) sont supérieurs à ceux de Vélizy-Villacoublay.

Ainsi, les teneurs en NO_2 aux deux sites sont comparables par vents de secteur nord-est et sud-est, lorsqu'ils se trouvent sous le vent de l'A86 et des travaux de prolongement du duplex pour le site de Versailles. Par contre, par vents de secteur ouest, les concentrations sont statistiquement plus élevées au site de Versailles

VII.2.2 Pour l'unité située à la RD10

L'impact potentiel de la future unité de ventilation de la RD10, au centre de la ville de Viroflay, est étudié via deux sites automatiques : le site au Tennis club de Viroflay (site n°232 et celui disposé avenue des combattants (site n°231). La Figure 51 rappelle l'emplacement de ces deux sites.

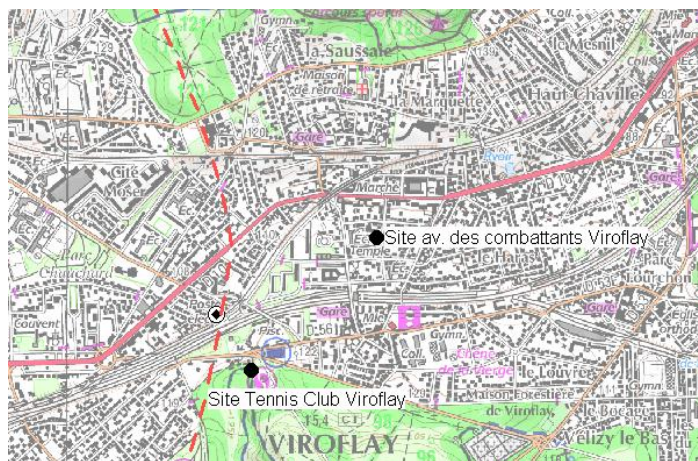


Figure 51 : Implantation des deux sites de mesure automatiques temporaires au voisinage de la future unité de ventilation de la RD10

La Figure 52 présente pour l'unité de la RD10 les concentrations moyennes relevées sur les deux sites temporaires pour le monoxyde d'azote, le dioxyde d'azote et les particules (PM_{10}). Pour des raisons logistiques, le monoxyde de carbone (CO) et les particules fines ($\text{PM}_{2.5}$) sont uniquement mesurés sur le site avenue des combattants. Ces informations sont complétées par les résultats des stations permanentes du réseau AIRPARIF pour la même période. Il s'agit des stations de Paris⁴⁴ et de Versailles.

44 Les stations parisiennes sont implantées à Paris Les Halles, Paris VI^{ème}, Paris VII^{ème}, Paris XII^{ème}, Paris XIII^{ème}, Paris XVIII^{ème}. Pour le CO , mesures à Paris Les Halles. Pour les NO_x , moyennes sur toutes les stations précitées. Pour les PM_{10} , moyenne des résultats de Paris Les Halles et Paris XVIII^{ème}.

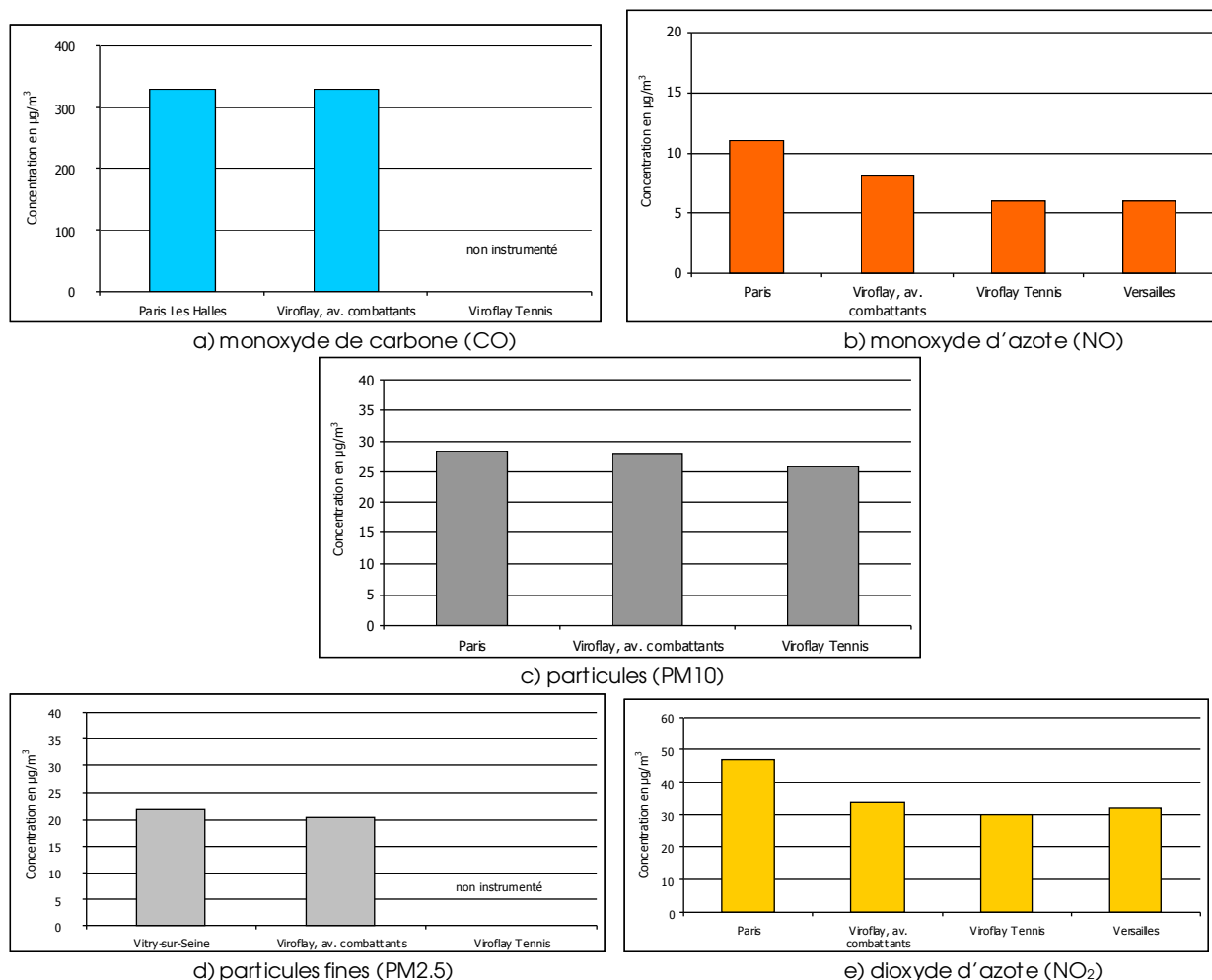


Figure 52 : Concentrations moyennes rencontrées sur les sites temporaires au voisinage de la future unité de la RD10 et sur quelques stations du réseau AIRPARIF du 27 janvier au 10 mars 2010

Comme à Pont-Colbert, les concentrations rencontrées en monoxyde de carbone sont de l'ordre du niveau de fond de l'agglomération parisienne et sont très proches des limites techniques de l'appareil (de l'ordre de $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Pour le monoxyde d'azote, les concentrations relevées sur les deux sites sont intermédiaires à celles rencontrées à Paris et à Versailles. Les niveaux de l'avenue des combattants sont supérieurs de 33 % par rapport à ceux relevés aux courts de tennis, eux-mêmes équivalents aux niveaux de la station permanente de Versailles. Toutefois, il faut noter que les concentrations relevées sur les deux sites sont très faibles : moins d'une dizaine de $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pour les concentrations en particules (PM10), elles sont du même ordre de grandeur sur les deux sites de mesure au voisinage de la future unité de ventilation, avec respectivement 28 et $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ avenue des combattants et aux terrains de tennis. Les concentrations maximales sont proches, autour de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur les deux sites. Des valeurs plus élevées ont été enregistrées au Tennis club ($118 \mu\text{g}/\text{m}^3$), à une période où l'analyseur de l'avenue des combattants n'était pas opérationnel. D'un point de vue statistique, les tests sont rejetés. Par conséquent, les niveaux en particules (PM10) Avenue des combattants sont supérieurs à ceux des terrains des tennis.

Les concentrations en particules fines (PM2.5) sont inférieures à celles rencontrées dans le centre de l'agglomération parisienne (station permanente de Vitry-sur-Seine), à savoir une concentration moyenne de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durant la campagne de mesure av. des combattants pour $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à la station permanente de Vitry-sur-Seine. Les niveaux maximums observés à

la RD10 sont voisins des 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (27 janvier et 11 février 2010) pour 83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à Bobigny (27 janvier). Comme à Pont-Colbert, les concentrations relevées à la RD10 n'apparaissent pas atypiques au regard des niveaux connus en Ile-de-France.

Enfin, pour le dioxyde d'azote, les concentrations sur les sites disposés au voisinage de l'unité de ventilation de la RD10 diffèrent de plus de 11 %, avec 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ au site des courts de tennis et 34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ av. des combattants. Les concentrations relevées sur les deux sites sont, encore une fois, encadrées par les niveaux rencontrés à Versailles et Paris. L'analyse statistique montre que ces données ne sont pas comparables en terme de distribution, ni en terme de moyennes. Les niveaux Avenue des combattants sont par conséquent supérieurs à ceux des terrains de tennis.

L'analyse plus approfondie des concentrations suivant la provenance des vents est présentée à la Figure 53, qui présente les concentrations moyennes en NO_2 suivant les quatre régimes de vents principaux.

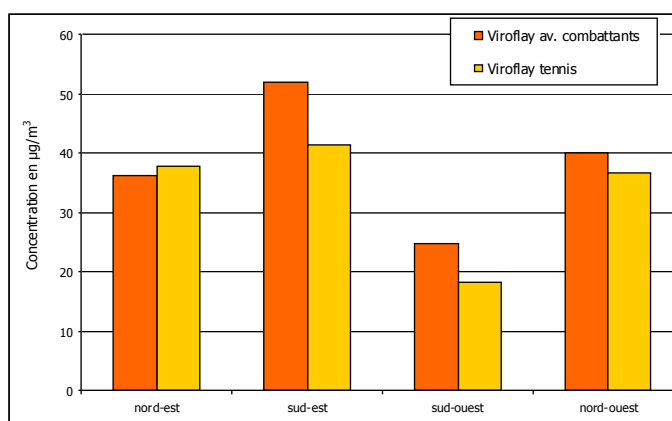


Figure 53 : Concentration moyenne en NO_2 suivant les régimes de vent pour le site av. des combattants en comparaison aux niveaux relevés au tennis club

Les concentrations suivant les régimes de vents varient entre les deux sites. Un léger surcroît sur le site des courts de tennis est rencontré par vent de secteur nord-est (+4 %). C'est par ce secteur de vents que le site des courts de tennis peut potentiellement être impacté par les travaux de construction de la future unité de ventilation, ce qui peut expliquer ce surcroît de pollution. Pour les autres secteurs de vents, c'est le site av. des combattants qui présente les plus forts niveaux, avec une différence atteignant 36 % par vent de secteur sud-ouest.

D'un point de vue statistique, les concentrations en NO_2 sur les deux sites peuvent être considérées comme équivalentes par vents de secteur nord-est et nord-ouest, les deux sites se trouvant sous les émissions de la ville de Viroflay (zone urbanisée). A l'inverse, par vents de secteur sud-est et sud-ouest, les tests statistiques montrent que les niveaux avenue des combattants sont supérieurs à ceux des courts de tennis. Cela s'explique par des vents en provenance d'une zone urbanisée Avenue des combattants, alors que pour ces secteurs de vents, les courts de tennis sont sous les vents en provenance de secteurs boisés, par conséquent moins chargés en pollution.

Par conséquent, un impact par vent de secteur sud-est et sud-ouest est enregistré sur le site de l'avenue des combattants, alors que par vents de secteur nord (est et ouest), les teneurs en NO_2 sont comparables aux deux sites à proximité de la future unité de ventilation de la RD10. Ainsi, lors de la campagne de mesure avec fonctionnement de l'unité de ventilation, une vigilance particulière devra être exercée sur l'évolution des niveaux entre les deux sites de mesure et suivant les directions de vent. A la vue des concentrations rencontrées et de la configuration de ces deux sites de mesure, si un écart notable par vent de nord-ouest était constaté lors du fonctionnement de l'unité de ventilation, il pourrait être imputable à l'unité. La différence relevée lors de l'état avant mise en service sera à prendre en considération.

VIII SITUATION AU REGARD DES NORMES EN VIGUEUR

La campagne de mesure menée lors des six semaines a permis de renseigner les teneurs en polluants rencontrées dans le secteur ouest de l'agglomération parisienne, secteur concerné par le bouclage de l'A86. Une attention plus particulière a été portée au voisinage des entrées-sorties de tunnels et des futures ou nouvelles unités de ventilation. Les observations réalisées pendant la campagne de mesure permettent de positionner les concentrations relevées par rapport aux normes de la qualité de l'air.

Selon la réglementation française et européenne en matière de pollution atmosphérique (présentée en Annexe 4), il existe des normes relatives aux concentrations horaires, journalières et aux niveaux moyens annuels.

En ce qui concerne les niveaux moyens annuels, des cartographies sur l'ensemble du domaine d'étude sont habituellement réalisées en couplant les observations réalisées durant la campagne et des outils de modélisation de la pollution engendrée directement par le trafic routier. Dans le cas du bouclage de l'A86, l'observation de la qualité de l'air permet une surveillance permanente de la qualité de l'air dans le secteur via un système de modélisation en temps quasi réel plus complexe. Ces outils permettent notamment de documenter plus précisément les conditions météorologiques, les émissions de polluants et la dispersion de ces dernières dans l'atmosphère pour fournir de cartographies horaires et journalières. Ces cartographies bénéficient aussi de ces outils et d'une évaluation plus fine des phénomènes régissant la pollution atmosphérique. Par conséquent, c'est **l'exploitation annuelle de ce système de modélisation au travers le bilan annuel qui permettra de réaliser des cartes de pollution sur toute la zone d'étude et de positionner les concentrations modélisées vis-à-vis des normes de la qualité de l'air** (<http://www.obsairvatoire-a86ouest.fr/>).

L'estimation des concentrations annuelles aux points de mesure peut être réalisée suite à cette campagne de mesure. Les conditions météorologiques observées lors des séries de mesure n'étant que partiellement représentatives des situations météorologiques à l'échelle de l'année, l'évaluation de la concentration annuelle ne peut se faire que par l'application d'une fonction de transfert qui prend en compte la différence des conditions météorologiques et des autres facteurs environnementaux qui influent ponctuellement sur les niveaux observés lors des séries de mesure. Pour estimer les niveaux annuels, une station permanente du réseau Airparif, associée à chaque site de mesure selon une méthode statistique (même comportement vis-à-vis des teneurs enregistrées), est utilisée. La méthode d'estimation de la concentration moyenne annuelle fournit également un intervalle de confiance, correspondant à l'incertitude entachant la concentration estimée. Cette incertitude provient notamment de l'erreur de mesure associée aux aspects météorologiques de chaque série de mesure ainsi que l'erreur associée à la fonction de transfert qui permet de déduire la moyenne annuelle à partir des campagnes de mesure.

Ainsi, le **niveau annuel** évalué représente l'estimation la plus probable de la concentration annuelle du site de mesure qui aurait été obtenue si l'on avait pu surveiller tout au long de l'année au lieu d'une campagne de mesure de 6 semaines. Le niveau moyen annuel ainsi déterminé et l'intervalle de confiance pour chacun des sites de mesure de la pollution de fond sont présentés sous forme numérique en annexe 5.

Il faut toutefois préciser que l'estimation annuelle réalisée surestime légèrement les niveaux annuels sur la période considérée (01/06/2009-31/05/2010) car les données (campagne de mesure) utilisées sont des mesures lors du fonctionnement du tunnel et que sur la période annuelle considérée, le tunnel n'était pas en fonctionnement les premiers jours (entre le 1^{er} et le 26 juin 2009). Par ailleurs, pendant la campagne de mesure, tout comme pendant l'année considérée, des fermetures périodiques ont eu lieu dans le cadre des travaux de prolongement, ce qui a des conséquences également sur les niveaux estimés si le tunnel avait fonctionné à 100 % mais ces estimations sont conformes avec l'activité réelle du tunnel.

VIII.1 Oxydes d'azote

Il n'existe pas de norme de qualité de l'air pour le monoxyde d'azote. Pour le dioxyde d'azote, les directives européennes et les critères nationaux définissent des niveaux réglementaires pour des échelles temporelles distinctes : moyenne horaire et moyenne annuelle (cf. Annexe 4). Cette distinction permet de prendre en considération deux types de situations critiques vis-à-vis des effets sur la santé pour ce polluant : d'une part la pollution atmosphérique chronique à l'échelle annuelle, et d'autre part, les épisodes de courte durée, à l'échelle d'une ou plusieurs heures.

VIII.1.1 Etat de la pollution chronique

L'objectif de qualité défini au niveau national pour le dioxyde d'azote est fixé à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle. L'évaluation de la concentration annuelle du 1^{er} juin 2009 au 31 mai 2010 en NO_2 rencontrée sur chacun des points de mesure est présentée à l'annexe 5. L'année de référence utilisée, à cheval sur deux années civiles, a volontairement été conservée afin de faciliter la comparaison depuis l'ouverture d'une section du duplex.

Sur les 157 sites de mesure, **l'estimation des niveaux annuels** a pu être réalisée pour 140 d'entre eux, (manque trop importants de résultats lors de la campagne de mesure pour 17). Les concentrations annuelles estimées ont varié de 15 à $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ selon les sites. Les minima (inférieurs à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sont estimés sur les sites se trouvant à l'extrême nord-ouest de la zone investiguée (communes de Fourqueux, Marly-le-Roi) ou au sud (communes de Buc, Guyancourt, Jouy-en-Josas ou Les-Loges-en-Josas). A l'inverse, les maxima (concentration annuelle supérieure à $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sont enregistrés dans les secteurs déjà précisés précédemment :

- **à proximité de la terminaison nord du duplex à Rueil-Malmaison, à proximité immédiate de la barrière de péage** et par conséquent influencés par celui-ci (sites n° 203 et n° 108, cf. paragraphe VI.2.1.a). Le premier site présente même une estimation annuelle comprise entre 37 et $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$, correspondant à un **fort risque de dépassement de l'objectif de qualité de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$** . Pour le site 108, l'estimation de la moyenne annuelle est de $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (borne supérieure à $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Ces deux sites sont clairement influencés par les émissions du trafic routier.
- En situation de fond, dans le secteur nord-est de la zone d'étude, sur les communes de Nanterre (site n° 6) et à Rueil-Malmaison (site n° 12).
- Au voisinage de l'unité de ventilation de Vaucresson, sur la commune de La Celle Saint Cloud (sites n° 22, 151 et 159),
- Au voisinage de la future unité de ventilation de Pont-Colbert, de façon ponctuelle à Versailles (site n° 351).

Sur tous les sites investigués, 50% présentent une moyenne annuelle de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ainsi, un seul site (n° 203) présente un fort risque de dépassement de l'objectif de qualité. Le site 203, à la barrière de péage de Rueil-Malmaison, est influencé par les émissions du trafic routier, ce qui explique ce résultat. Son instrumentation d'analyseurs automatiques va permettre de positionner ses résultats aux normes horaires. Ce résultat est cohérent avec ce qui est habituellement observé en Ile-de-France, à savoir des teneurs maximales à proximité immédiate du trafic routier. Une extrapolation des résultats déjà réalisés sur le secteur permet également d'écrire qu'il existe des dépassements de l'objectif de qualité au droit et au voisinage immédiat des principaux axes routiers du secteur, notamment à proximité de l'A13, A12, A86 et N13.

Ces résultats sont cohérents avec le motif de pollution de fond constaté habituellement en Ile-de-France, lié à l'urbanisme. Les niveaux sont plus importants dans le nord du domaine d'étude (Nanterre, Rueil-Malmaison), secteur proche du cœur dense de l'agglomération parisienne où les densités d'émissions sont les plus importantes. Les concentrations sont

semblables aussi dans la partie centrale du domaine d'étude (Vaucresson, La Celle Saint-Cloud). Ensuite, les concentrations diminuent en s'éloignant du cœur de l'agglomération parisienne. L'extrémité ouest et le sud du domaine d'étude (Fourqueux, Marly le Roi, Buc...) relèvent des concentrations plus faibles, inférieures à 30 µg/m³ à l'échelle annuelle.

Il est possible de positionner le niveau annuel estimé en chaque point vis-à-vis de l'objectif national de qualité annuel de 40 µg/m³ associé au dioxyde d'azote, et cela notamment en terme de risque de dépassement. L'identification des zones de dépassement de l'objectif de qualité ne peut se faire qu'en terme « d'un risque de dépassement » statistiquement évalué en associant l'incertitude. Ce risque est minimal, c'est-à-dire qu'il n'y a aucun risque de dépassement, lorsque le niveau moyen estimé est 30 % inférieur à l'objectif de qualité de 40 µg/m³. Le risque est maximal, c'est-à-dire que le dépassement de l'objectif de qualité est certain, lorsque le niveau moyen estimé est 30 % supérieur à l'objectif de qualité, à savoir 52 µg/m³. Entre ces deux extrêmes, le risque augmente statistiquement et de façon continue avec le niveau moyen évalué. On peut néanmoins distinguer deux grandes classes de risque qui permettent de qualifier globalement la situation au regard de l'objectif de qualité. Un risque de dépassement dit « peu probable » existe lorsque le niveau moyen évalué est entre 28 µg/m³ et 40 µg/m³ et un risque dit « vraisemblable » est identifiable pour un niveau moyen évalué entre 40 µg/m³ et 52 µg/m³. Ainsi, tous les sites de mesure, à l'exception de celui de la barrière de péage de Rueil-Malmaison, sont marqués par un risque nul (pour 77 % des sites) ou très faible (22 %) de dépassement de l'objectif de qualité en dioxyde d'azote.

En conclusion, seul le site de la barrière du péage de Rueil-Malmaison présente un fort risque de dépassement de l'objectif annuel de qualité (40 µg/m³) sur l'année de référence utilisée (01/06/2009-31/05/2010), avec une moyenne annuelle en dioxyde d'azote estimée à 39 µg/m³. Pour plus des trois quarts des sites instrumentés au cours de cette campagne, le risque de dépassement est nul. Il reste une trentaine de sites, situés essentiellement sur le secteur nord-est du domaine d'étude (Rueil-Malmaison, Nanterre), à proximité des unités de ventilation et en zone urbanisée pour lesquels le risque de dépassement est très faible.

VIII.1.2 Quelle évolution des concentrations en NO₂ à l'échelle annuelle depuis la mise en service de la 1^{ère} section du Duplex

Les concentrations en situation de fond, à savoir hors influence directe des sources de pollution, évoluent essentiellement en fonction des conditions météorologiques et/ou en fonction d'importantes modifications dans le secteur, comme ici l'ouverture d'un nouvel axe routier.

La comparaison des niveaux annuels estimés avant (période 2008/2009) et depuis l'ouverture du tunnel (période 2009/2010), met en avant une légère baisse des concentrations entre la période 2008/2009 et celle de 2009/2010 dans le secteur d'étude. Les concentrations annuelles en situation de fond ont diminué de 3 µg/m³ en l'espace d'une année, ce qui est conforme à la diminution observée sur les stations permanentes du secteur (Garches, Versailles, La Défense) sur la même période. Cela s'explique par des conditions météorologiques plus dispersives sur la période 2009/2010, notamment une vitesse de vent plus faible en 2008-2009 et une part plus importante de vents faibles, et confirme l'évolution observée sur une plus longue période à l'échelle de la région.

Cette baisse modérée des niveaux se retrouve sur la Figure 54 présentant l'évolution des niveaux annuels en NO₂ aux voisinages des unités de ventilation et dans l'ouest de l'agglomération.

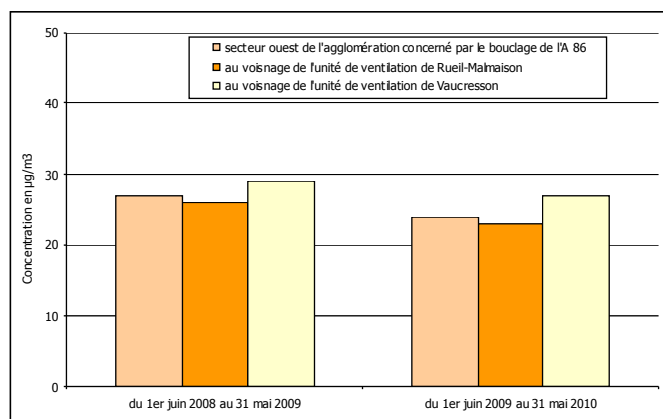


Figure 54 : Evolution des niveaux annuels (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) de dioxyde d'azote évalués sur le secteur ouest de l'agglomération parisienne concerné par le bouclage de l'A86 et au voisinage des unités de ventilation de Rueil-Malmaison et Vauclerc depuis l'ouverture de la 1^{ère} section du Duplex.

Au niveau des unités de ventilation, la situation est identique, à savoir une baisse de 3 à 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ceci malgré l'ouverture du duplex. Toutefois, on rappellera que les unités de ventilation ne se sont pas mises en marche pendant la campagne. L'absence d'impact à une plus large échelle (dans les 4 km² à proximité des unités de ventilation) confirme qu'il n'y a pas eu de modification majeure en terme de circulation automobile à proximité des entrées du tunnel. L'illustration de ces chiffres est présentée à la Figure 55.

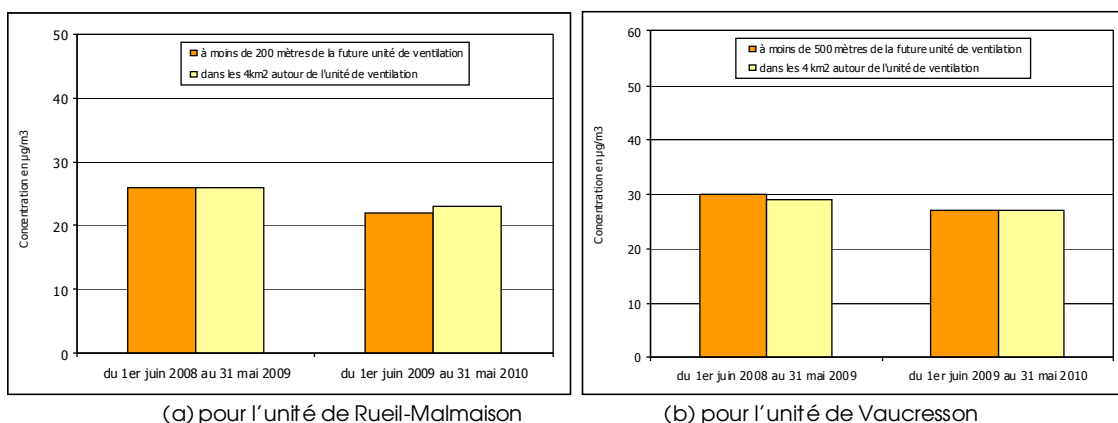


Figure 55 : Evolution des niveaux annuels (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) de dioxyde d'azote évalués au voisinage des unités de ventilation de Rueil-Malmaison et Vauclerc depuis l'ouverture de la 1^{ère} section du Duplex

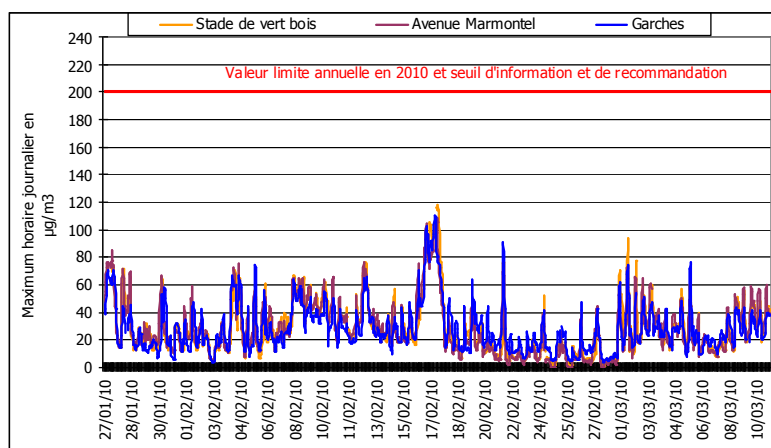
En conséquence, les niveaux en situation de fond entre les études avant et après mise en service de la 1^{ère} section du duplex A86 ont subi une légère diminution, conforme à celle relevée sur le reste de l'agglomération, aussi bien à grande échelle sur tout le secteur d'étude qu'à proximité des unités de ventilation. L'absence d'impact est à relativiser compte tenu de la non mise en route des extracteurs d'air mais confirme par ailleurs une certaine stabilité en terme de trafic à proximité des accès au tunnel.

VIII.1.3 Respect des normes à l'échelle horaire

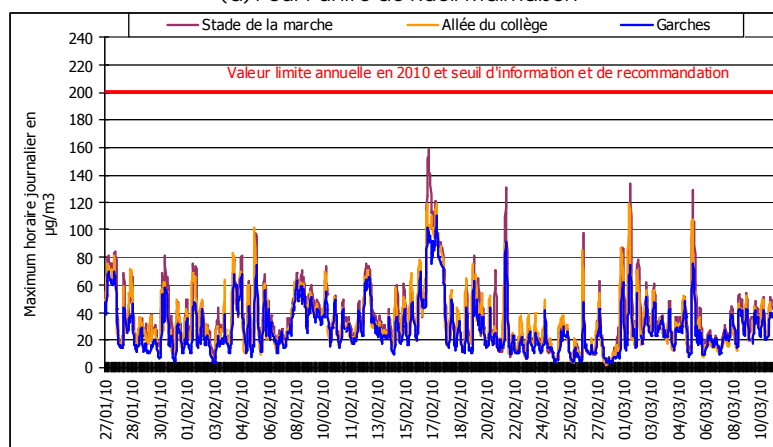
Des seuils réglementaires relatifs aux situations aiguës de pollution atmosphérique de courte durée sont fixés. Ces « pics » sont induits notamment par des phénomènes d'accumulation associés à des conditions météorologiques spécifiques. La procédure d'information et d'alerte du public en cas d'épisode de pollution atmosphérique mise en place en Ile-de-France depuis le 25 avril 1994 a notamment été élaborée pour ce type de situation dégradée de courte durée : le déclenchement de la procédure d'information et de

recommandation du public est fixé à 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire et le seuil d'alerte⁴⁵ s'établit à 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le dioxyde d'azote. Cette procédure n'a pas été déclenchée pendant la campagne de mesure.

Par ailleurs, indépendamment de ces valeurs associées au dispositif d'information et d'alerte du public, la réglementation française fixe une valeur limite horaire de référence, qui ne doit pas être dépassée plus de 18 heures par an. La valeur limite applicable en 2010 est fixée à 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire. La Figure 56 présente l'évolution des concentrations horaires de la campagne aux sites temporaires équipés au voisinage des unités de ventilation de Rueil-Malmaison (a), Vaucresson (b), RD10 (c) et Pont-Colbert (d), ainsi que celles relevées sur les stations permanentes de Garches ou de Versailles.

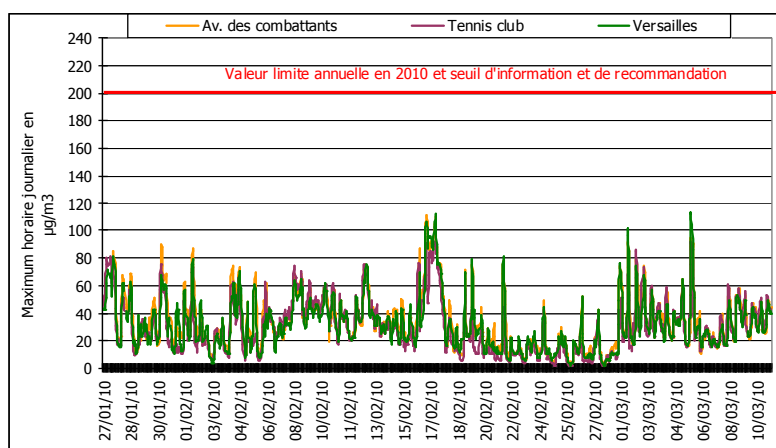


(a) Pour l'unité de Rueil-Malmaison

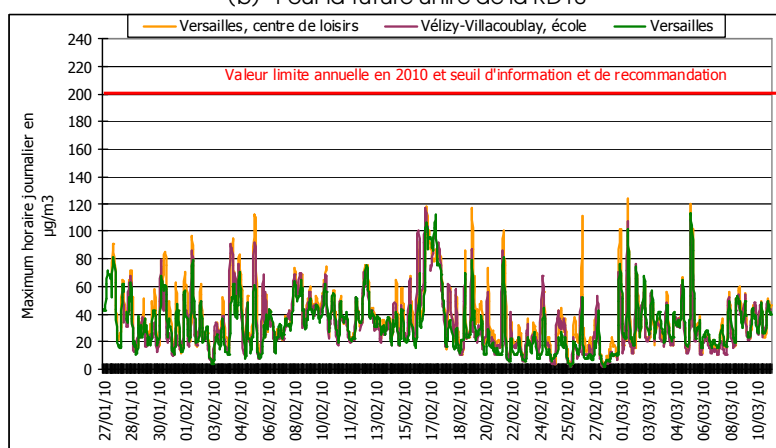


(a) Pour l'unité de Vaucresson

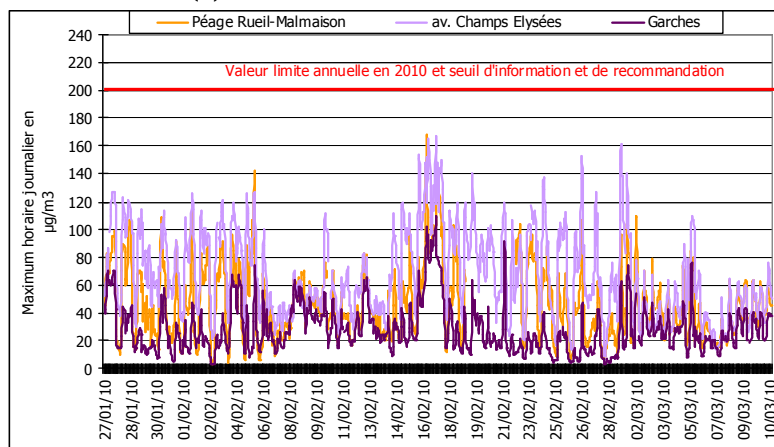
⁴⁵ Deuxième condition pour déclencher le seuil d'alerte : si la procédure d'information et de recommandation a été déclenchée la veille et le jour même et si les prévisions font craindre un nouveau risque de déclenchement du seuil d'information pour le lendemain.



(b) Pour la future unité de la RD10



(c) Pour la future unité de Pont-Colbert



(d) Barrière de péage de Rueil-Malmaison

Figure 56 : Evolution des maximums horaires journaliers en dioxyde d'azote observés lors de la campagne de mesure du 27 janvier au 10 mars 2010 aux voisinages des unités de ventilation du Duplex de l'A86, à la barrière de péage de Rueil-Malmaison et sur les stations permanentes de Garches et Versailles.

Pendant la campagne de mesure, aucun dépassement des $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ n'a été enregistré sur les relevés horaires des six sites temporaires de mesure à proximité des unités de ventilation du duplex de l'A86 ou de la barrière de péage de Rueil-Malmaison, ni sur les stations permanentes en situation de fond dans la région parisienne. Plus précisément, les stations permanentes Airparif de Garches et de Versailles n'ont pas enregistré, sur la période du 01/01/2005 au 31/12/2009, de dépassement horaire du $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. C'est évidemment bien en-deçà des 18 dépassements annuels fixés par la valeur limite pour chaque station. Pour

information, une partie des stations permanentes en situation de fond ont déjà constaté des dépassements du 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ lors d'épisodes de pollution à grande échelle. En 2006, des dépassements ont eu lieu le 1^{er} février qui a vu un épisode de pollution au dioxyde d'azote toucher le centre et l'est du cœur de l'agglomération parisienne. En 2007, un important épisode a aussi touché le centre de l'agglomération parisienne les 22 et 23 décembre.

Concernant le cas spécifique de la barrière de péage de Rueil-Malmaison, les niveaux sont intermédiaires entre ceux des stations de fond du secteur et les stations trafics du réseau. Les teneurs à proximité du trafic ont dépassé de façon très limitée les 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à l'échelle horaire pendant la campagne de mesure, de 1 à 13h sur les sites les plus chargés, mais aucune heure à la barrière de péage n'a atteint ce seuil. D'après les mesures du réseau fixe à l'échelle annuelle pour 2008 et 2009, les stations du Boulevard Périphérique Porte d'Auteuil et Place Basch à Paris ont dépassé les 18 heures à plus de 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les concentrations à la barrière de péage étant plutôt proches des autres stations trafics du réseau permanent, à météorologie comparable à ces deux années, il est probable que le dépassement ne concerne pas ce site.

En conclusion, aucun site automatique installé à proximité de la barrière de péage de Rueil-Malmaison et des unités de ventilation n'a présenté de dépassements horaires de la valeur limite de 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Le trafic actuel dans le tunnel du duplex A86 n'est pas assez important pour induire des niveaux horaires supérieurs à 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sur le réseau permanent à proximité du trafic, seules les stations les plus chargées ont connu des dépassements. Sur tous les sites, des dépassements pourraient être ponctuellement observés en cas de pollution à l'échelle de l'agglomération parisienne, par situation météorologique exceptionnelle.

Ces dépassements seront documentés plus précisément dans le cadre de l'observatoire avec la mise en œuvre d'outils de modélisation et de cartographie permettant de renseigner les concentrations heure par heure. Ces éléments figurent dans les bilans annuels de la qualité de l'air spécifiques au bouclage de l'A86. Ces derniers seront disponibles sur le site internet⁴⁶ courant 2010 pour celui de l'année 2009.

VIII.2 Benzène

VIII.2.1 Etat de la pollution chronique

Les critères de qualité de l'air nationaux et européens concernant le benzène (cf. Annexe 4) sont définis en terme de concentration moyenne annuelle, qui traduit la pollution atmosphérique chronique à l'échelle annuelle. Au niveau national, l'objectif de qualité de l'air pour le benzène est fixé à 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La valeur limite réglementaire de l'union européenne est de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour 2010.

Les niveaux annuels estimés sur la période du 1^{er} juin 2009 au 31 mai 2010 ont été calculés sur la quasi-totalité des sites investigués (à l'exception d'un point de mesure). Ils varient entre 0.9 et 1.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, la moitié des sites présentant une teneur annuelle inférieure à 1.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Le maximum atteint s'élève à 1.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, d'où un **respect de l'objectif annuel de qualité de 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur l'ensemble des sites investigués**, y compris ceux à proximité de la barrière de péage de Rueil-Malmaison ou encore des unités de ventilation.

Les estimations annuelles en situation de fond sont relativement homogènes sur l'ensemble du domaine d'étude, avec des niveaux légèrement supérieurs dans les zones les plus urbanisées comme le quart nord-est du domaine d'étude et dans une moindre mesure Versailles. Ainsi, les maxima (supérieurs à 1.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) se trouvent soit sur les communes de Nanterre et Chatou (sites n° 6 et 5), dans le secteur de l'unité de ventilation de Rueil-Malmaison (site n°121) ou encore sur les communes de Versailles et Buc.

46 <http://www.observatoire-a86ouest.fr/>

Peu de différences apparaissent selon le secteur considéré. En moyenne, les niveaux moyens des sites du Grand domaine (les 47 sites instrumentés sur tout le secteur investigué) sont de $1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, tout comme ceux installés à proximité de l'unité de ventilation de la RD10 ou encore de celle de Rueil-Malmaison. La moyenne des sites instrumentés au voisinage de l'unité de ventilation de Vaucresson ou encore du Pont-Colbert y est également équivalente ($1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$). A chaque fois, les niveaux estimés aux sites automatiques sont cohérents avec ceux du secteur, avec des moyennes variant de 1.2 à $1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, le maxima étant de $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ estimé à la barrière de péage de Rueil-Malmaison.

Cette répartition des niveaux de benzène en situation de fond est cohérente avec les résultats des stations permanentes du réseau Airparif, à savoir des concentrations homogènes sur la région, avec des maxima dans le cœur de l'agglomération en lien avec les émissions et notamment les zones les plus urbanisées. Ainsi, en 2009, aucune station permanente en situation de fond n'a dépassé l'objectif annuel de qualité. A l'inverse du dioxyde d'azote, les niveaux les plus importants en proximité du trafic routier concernent les axes qui présentent des conditions de circulation congestionnées couplées à une configuration défavorable à la dispersion des polluants (axes confinés dans le tissu urbain). Ces axes présentent toutefois un trafic notable de l'ordre de plusieurs milliers de véhicules jours. C'est pourquoi les niveaux annuels estimés à la barrière de péage de Rueil-Malmaison ne dépassent pas l'objectif annuel de qualité. Sur le réseau permanent Airparif, pour l'année 2009, les deux stations permanentes du réseau ainsi que les sites à mesures discontinues ont par contre connu des niveaux annuels supérieurs à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ces résultats permettent d'évaluer le risque de dépassement de l'objectif national de qualité annuel de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Comme pour le dioxyde d'azote, l'identification des zones de dépassement de l'objectif de qualité ne peut se faire qu'en terme « d'un risque de dépassement » statistiquement évalué en associant l'incertitude. Ce risque est minimal, c'est-à-dire qu'il n'y a aucun risque de dépassement, lorsque le niveau moyen estimé est 45 % inférieur à l'objectif de qualité de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit $1.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Le risque est maximal, c'est-à-dire que le dépassement de l'objectif de qualité est certain, lorsque le niveau moyen estimé est 45 % supérieur à l'objectif de qualité, à savoir $2.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Entre ces deux extrêmes, le risque augmente statistiquement et de façon continue avec le niveau moyen évalué. On peut néanmoins distinguer deux grandes classes de risque qui permettent de qualifier globalement la situation au regard de l'objectif de qualité. Un risque de dépassement dit « peu probable » existe lorsque le niveau moyen évalué est entre $1.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et un risque dit « vraisemblable » est identifiable pour un niveau moyen évalué entre $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $2.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. **Ainsi, 13 % des sites investigués présentent aucun risque de dépassement de l'objectif annuel de qualité en benzène, et 87 % présentent un risque peu probable de dépassement de ce risque.**

Ainsi aucun problème de pollution au benzène n'a été constaté sur l'ensemble des sites de mesure instrumentés pendant cette campagne de mesure.

VIII.2.2 Quelle évolution des concentrations en benzène depuis l'ouverture de la 1^{ère} section du Duplex ?

Les concentrations annuelles en benzène ont très légèrement augmenté (de $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne) dans le domaine d'étude entre les deux campagnes de mesure. Cette différence s'explique en partie par une évolution du système de mesure, qui entraîne une hausse moyenne des niveaux sur la période considérée de 2 à 3 %. Par ailleurs, cette évolution de l'ordre de 10% est à comparer à l'incertitude de mesure associée à ces relevés. Une évolution similaire est relevée dans les 4 km^2 voisins des unités de ventilation et dans leur environs immédiats comme le montre la Figure 57 et la Figure 58. A l'échelle de

l'agglomération, les niveaux de fond en benzène se stabilisent ces dernières années après avoir subi une nette diminution⁴⁷.

Comme pour le NO₂, la non mise en service des unités de ventilation aurait pu induire une hausse locale des niveaux en benzène à proximité immédiate des unités de ventilation. La répartition des niveaux selon les trois secteurs étudiés sont équivalents pendant les deux campagnes de mesure.

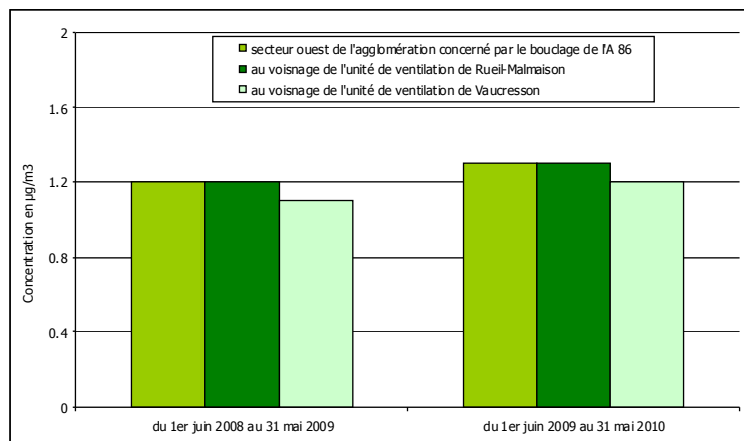


Figure 57 : Evolution des niveaux annuels (en µg/m³) de benzène évalués sur le secteur ouest de l'agglomération parisienne concerné par le bouclage de l'A86 et au voisinage des unités de ventilation de Rueil-Malmaison et Vaucresson avant et après la mise en service de la 1^{ère} section du duplex

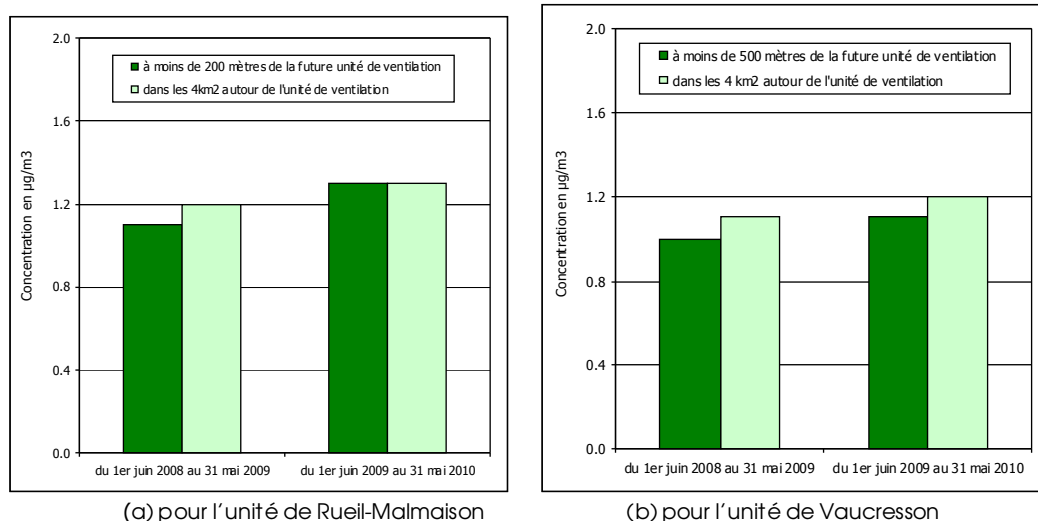


Figure 58 : Evolution des niveaux annuels (en µg/m³) de benzène évalués au voisinage des unités de ventilation de Rueil-Malmaison et Vaucresson avant et après la mise en service de la 1^{ère} section du duplex

En conclusion, les niveaux en benzène sont stables entre les études avant et après la mise en service du tunnel. Cette stabilité s'explique par des conditions météorologiques stables pour ce composé entre les deux années de référence, ainsi que la non mise en service des unités de ventilation.

VIII.3 Particules

VIII.3.1 Etat de la pollution chronique en PM10

L'objectif de qualité annuel est fixé pour les PM10 à 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (cf. Annexe 4). L'évaluation de la moyenne annuelle en particules à l'aide des données enregistrées sur les sites temporaires est basée sur une fonction de transfert permettant d'extrapoler les niveaux de la campagne de mesure vers le niveau annuel. Elle est déterminée selon les observations du réseau fixe francilien. Selon cette technique, l'incertitude associée à la moyenne annuelle estimée en particules est de 10 %.

La Figure 59 présente l'évaluation des concentrations moyennes annuelles en particules (PM10) sur les neuf sites automatiques temporaires. Pour rappel, la mesure des particules demande une instrumentation et des contraintes logistiques assez lourdes. Les points de mesure ne peuvent pas être multipliés à l'inverse des mesures de dioxyde d'azote et de benzène par échantillonneurs passifs. Les niveaux mesurés aux Halles à Paris ainsi qu'à la Défense sont présentés à titre comparatif.

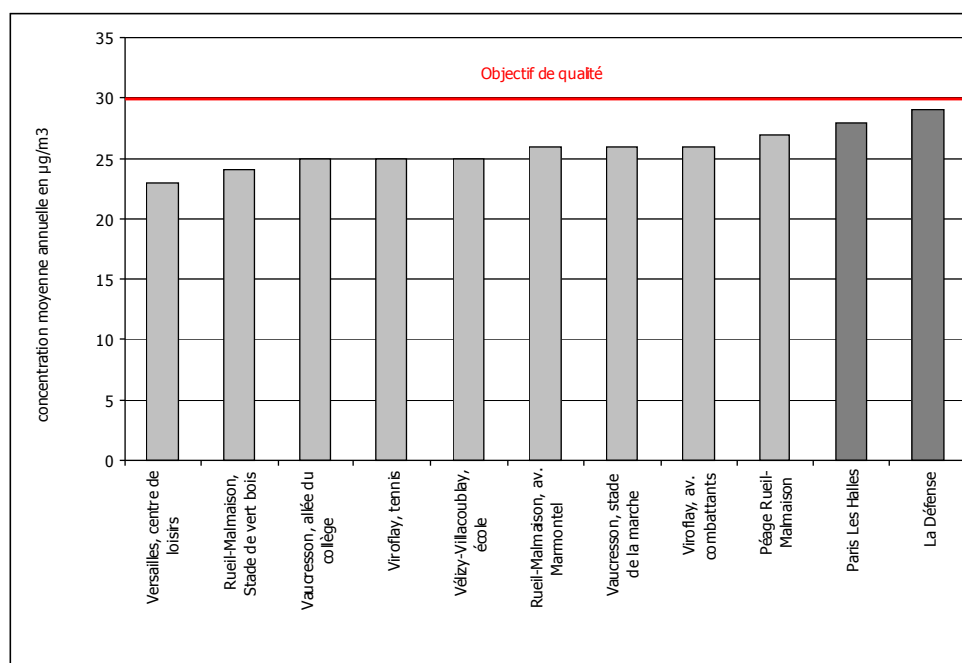


Figure 59 : Estimation de la moyenne annuelle en particules (PM10) du 1^{er} juin 2009 au 31 mai 2010 sur les sites au voisinage des unités de ventilation de Vaucresson (Allée du Collège et Stade de la Marche), Rueil-Malmaison (Stade du Vert Bois et Avenue Marmontel), RD10 (Viroflay, av. des combattants et tennis), Pont-Colbert (Versailles, centre de loisirs et Vélizy-Villacoublay, école) ainsi qu'à la barrière de péage de Rueil-Malmaison

L'objectif de qualité de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ qui vise les concentrations en particules est respecté sur l'ensemble des sites automatiques temporaires, qu'ils soient implantés au voisinage des unités de ventilation en fonctionnement ou en construction, dans la zone d'impact ou pas, ainsi qu'à la barrière de péage de Rueil-Malmaison.

Les concentrations en particules sont relativement homogènes sur l'ensemble de l'agglomération parisienne, et même à l'échelle de la région. Cette homogénéité est due aux phénomènes de transport à très grande échelle des particules naturelles et/ou anthropiques. Cela est confirmé par les observations du réseau fixe d'Airparif.

Les concentrations évaluées pour la période allant du 1^{er} juin 2009 au 31 mai 2010 sont légèrement plus soutenues que celles estimées du 1^{er} septembre 2008 au 31 mai 2009 pour les sites av. Marmontel et au stade de la marche (+ 0 à + 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). A titre de comparaison, les concentrations moyennes sur les mêmes périodes sont stables sur les stations de la Défense et de Paris 18^{ème}.

Il est fort probable que l'objectif de qualité en particules soit respecté en situation de fond sur le domaine d'étude. Cependant, cet objectif peut être dépassé au voisinage et au droit des axes majeurs du domaine d'étude, comme c'est le cas sur toutes les stations fixes en proximité du trafic routier du réseau permanent d'Airparif. En 2009, 1.5 millions de franciliens étaient soumis à un dépassement de l'objectif de qualité, contre 300 000 en 2008 et 2.7 millions en 2007. Ces chiffres montrent l'importante influence des conditions météorologiques sur les niveaux de particules.

Les dépassements de l'objectif de qualité en PM10 sont documentés plus précisément dans le cadre de l'observatoire avec la mise en œuvre d'outils de modélisation et de cartographie plus complexes. Ces éléments figureront dans les bilans annuels de la qualité de l'air spécifiques au bouclage de l'A86.

VIII.3.2 Etat de la pollution chronique en PM2.5

Les teneurs moyennes annuelles évaluées sur les sites de mesure temporaires sont comprises entre 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (centre de loisirs à Versailles) et 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (péage de Rueil-Malmaison, stade de vert bois à Rueil-Malmaison). **Tous les sites respectent par conséquent la valeur limite applicable en 2010 (28.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et celle de 2015 (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).** Cela concerne également les stations permanentes en situation de fond de l'agglomération parisienne (cf. Figure 60). A l'inverse, aucun site ne respecte les recommandations de l'O.M.S. (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), et seul le site du centre de loisirs à Versailles présente un niveau annuel estimé inférieur à la norme de l'objectif de qualité de la Loi Grenelle Environnement 1 du 3 août 2009 de 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Deux des trois stations de fond parisiennes avoisinent la valeur limite européenne de 2020 (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). En revanche, au droit et au voisinage des grands axes routiers du domaine d'étude, ces valeurs limites peuvent être atteintes voire dépassées comme l'illustre la station de proximité du Boulevard Périphérique. La moyenne annuelle sur la période considérée est juste inférieure à la valeur limite européenne de 2010 (28.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

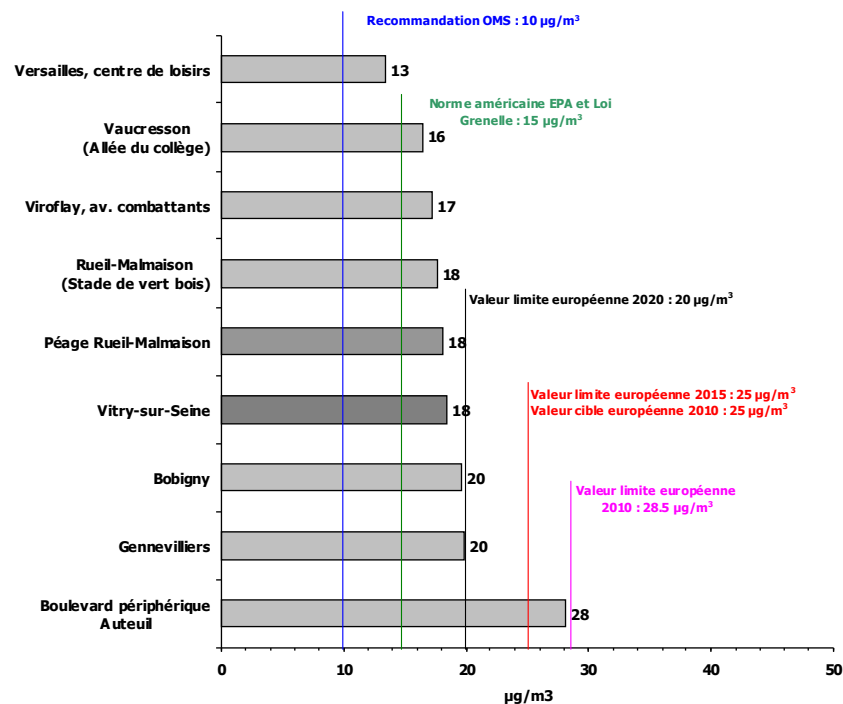
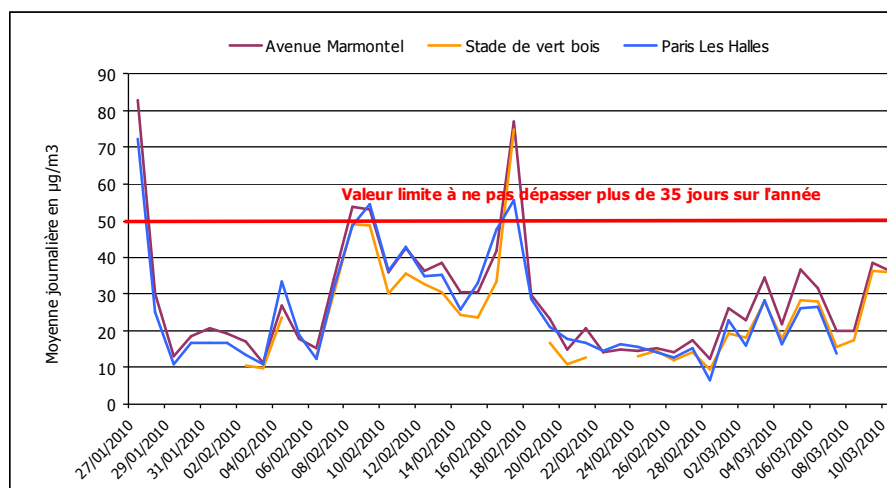


Figure 60 : Moyenne annuelle en particules (PM2.5) du 1^{er} juin 2009 au 31 mai 2010 sur les stations permanentes du réseau Airparif et moyenne annuelle estimée sur les sites au voisinage des unités de ventilation de Vaucresson (Allée du Collège), Rueil-Malmaison (Stade du Vert Bois), RD10 (av. des combattants, Viroflay), Pont-Colbert (centre de loisirs, Versailles) et à la barrière de péage de Rueil-Malmaison

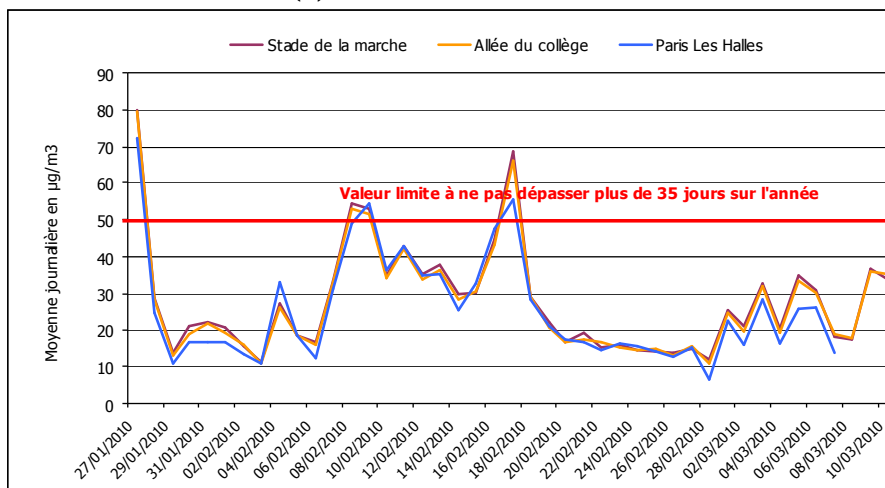
VIII.3.3 Respect des normes à l'échelle de la journée pour les PM10

En ce qui concerne les épisodes de courte durée, il existe des seuils réglementaires pour les particules (PM10) portant sur la concentration moyenne journalière (cf. Annexe 4). En effet, la moyenne journalière de 50 µg/m³ ne doit pas être dépassée plus de 35 jours par an. Il s'agit d'une valeur limite.

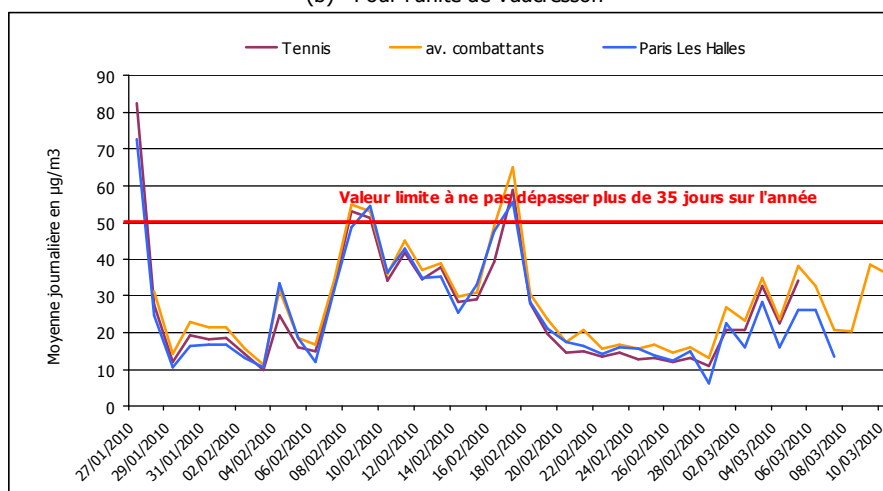
La Figure 61 présente l'évolution des concentrations journalières observées au cours de la campagne de mesure sur les sites temporaires instrumentés aux voisinages des unités de ventilation du Duplex de l'A86. Pour comparaison, l'évolution des niveaux relevés à différentes stations permanentes du réseau d'Airparif est aussi présentée.



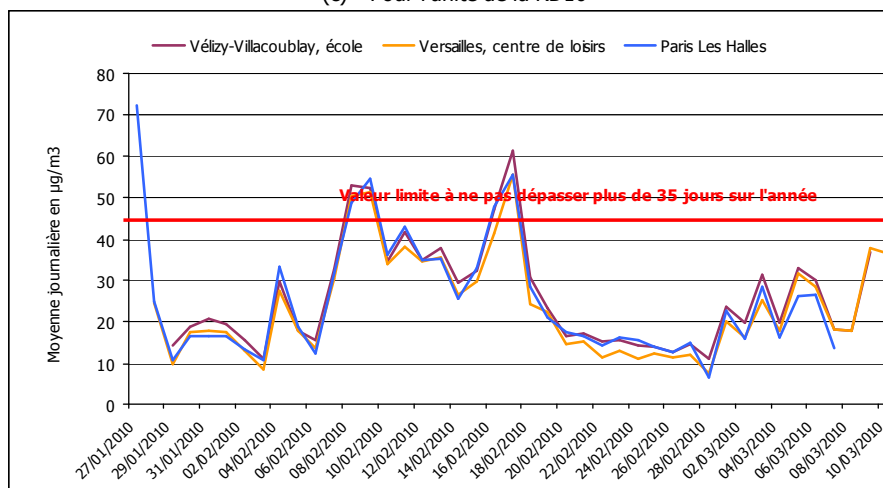
(a) Pour l'unité de Rueil-Malmaison



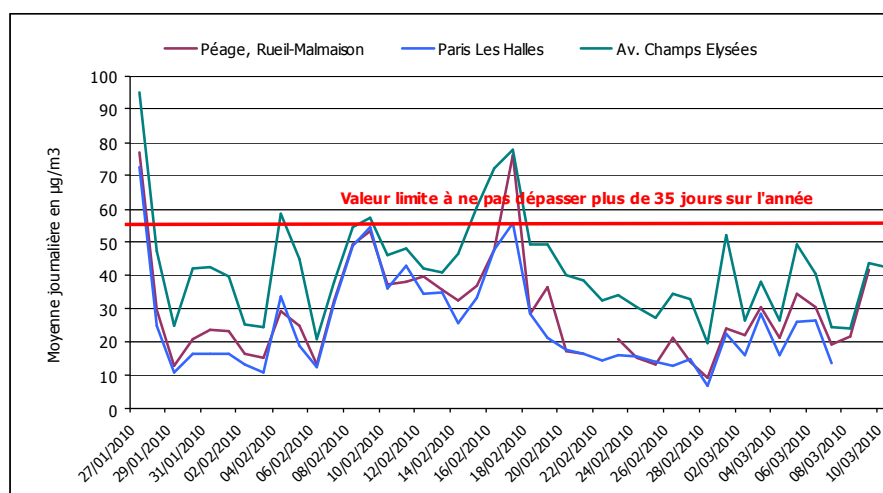
(b) Pour l'unité de Vauclerc



(c) Pour l'unité de la RD10



(d) Pour l'unité de Pont-Colbert



(e) Barrière de péage de Rueil-Malmaison

Figure 61 : Concentrations journalières en particules (PM10) observées lors de la campagne de mesure aux voisinages des unités de ventilation ainsi qu'à la barrière de péage de Rueil-Malmaison.

L'évolution des niveaux journaliers de PM10 sur les sites temporaires est proche de celle de Paris et plus généralement de l'ensemble des stations de fond du réseau francilien. Plusieurs jours durant la campagne de mesure dépassent les 50 µg/m³ à Paris comme aux communes concernées par les mesures (Rueil-Malmaison, Vaucresson, Viroflay, Versailles et Vélizy-Villacoublay). Un dépassement généralisé a été constaté le 17 février 2010. Le 9 février, seul le site du stade du vert bois à Rueil-Malmaison n'a pas dépassé 50 µg/m³ (moyenne journalière à 49 µg/m³). La veille (8 février), les niveaux avaient déjà atteint une moyenne journalière supérieure à 50 µg/m³ sauf à Paris Les Halles et toujours au stade du vert-bois à Rueil-Malmaison. Cela confirme que d'un jour à l'autre, les variations de niveau sont semblables quelle que soit la localisation des stations de mesure, dans le cœur de l'agglomération ou à la périphérie de celle-ci. Cela s'explique par l'existence de phénomènes à une échelle qui dépasse largement celle de l'Ile-de-France et qui régissent la ligne de base des niveaux des PM10 sur l'ensemble de la région. Au site du péage de Rueil-Malmaison, même si le niveau moyen est supérieur aux autres sites de mesure temporaires dans le secteur, le nombre de jours pendant la campagne concerné par des moyennes journalières supérieures à 50 µg/m³ est comparable aux autres sites.

En raison de la modification de la méthode de mesure au 1^{er} janvier 2007, nous disposons d'un historique limité pour se positionner sur un dépassement des 35 jours de la valeur limite de 50 µg/m³. L'année 2007 a montré que les dépassements de la valeur limite étaient possibles en Ile-de-France en situation de fond. Le nombre de jour avec une concentration supérieure ou égale à 50 µg/m³ a été supérieur à 35 sur les stations urbaines de La Défense (39 jours) et Gennevilliers (38 jours). Le Tableau 1 présente un bilan depuis 2007 du nombre de dépassements de la valeur limite à l'échelle annuelle et au 1^{er} juillet. La situation au 1^{er} juillet 2010 est meilleure que celle de 2007 qui a connu des dépassements de la valeur limite, mais cela dépend fortement des conditions météorologiques sur le reste de l'année. Ainsi en 2009, la situation était comparable à 2007, mais les conditions météorologiques favorables de fin d'année ont permis le respect de la valeur limite.

	2007	2007	2008	2008	2009	2009	2010	2010
	année	01.01-30.06	année	01.01-30.06	année	01.01-30.06	année	01.01-30.06
La Défense	39	26	16	9	30	21	nd	16
Gennevilliers	38	21	15	9	32	22	nd	20

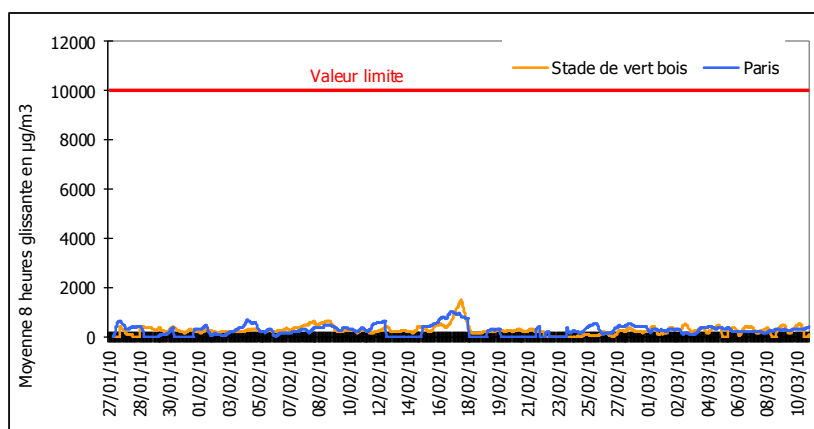
Tableau 1 : Bilan des dépassements à l'échelle journalière des 50 µg/m³ à l'échelle annuelle et sur les six premiers mois de l'année depuis 2007

Il est difficile de se prononcer avec certitude sur un respect des 35 jours de dépassements de la valeur limite dans le domaine d'étude en situation de fond devant l'historique actuel des niveaux en particules par rapport à la valeur limite journalière, notamment à cause des futures conditions météorologiques de la fin de l'année 2010. **Les premières indications montrent que les 35 jours maximum de dépassement dans ce secteur de l'agglomération parisienne peuvent être ponctuellement atteints lors d'années météorologiques défavorables.** En situation de proximité avec le trafic routier, le nombre de jours de dépassement des $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ excède sûrement les 35 jours sur les grands axes routiers du domaine d'étude. En effet, les stations de proximité du trafic routier du réseau permanent d'AIRPARIF montrent bien un large dépassement de cette valeur limite. Au 17 août 2010, plus de 70 % des stations permanentes en proximité du trafic routier dépassent déjà la valeur limite.

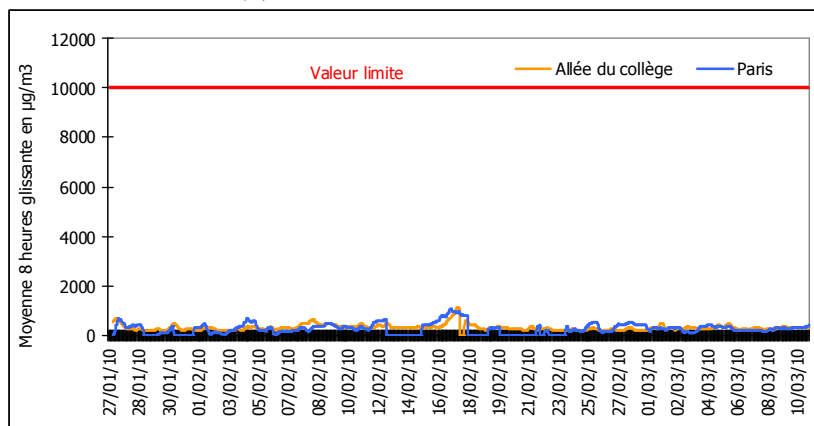
VIII.4 Monoxyde de carbone

Les normes réglementaires de qualité de l'air françaises pour le monoxyde de carbone (cf. Annexe 4) se réfèrent à une concentration moyenne sur 8 heures de $10\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

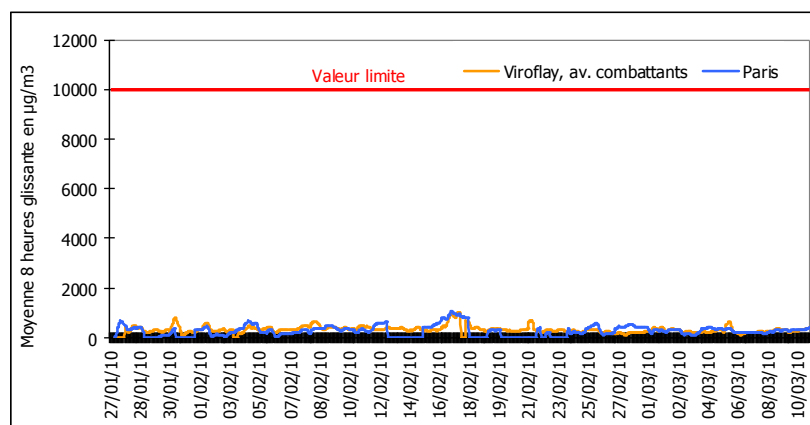
Les niveaux observés sur les sites temporaires équipés aux voisinages des unités de ventilation sont assez proches de ceux relevés à Paris (cf. Figure 62). Conformément au caractère primaire du monoxyde de carbone, ces niveaux de fond sont largement (environ 2 à 3 fois) inférieurs à ceux observés sur le boulevard Périphérique à la station trafic de la Porte d'Auteuil. Ce site, qui présente historiquement les teneurs parmi les plus élevées du réseau francilien, ne dépasse plus depuis l'année 2001 la valeur limite de $10\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 8 heures consécutives.



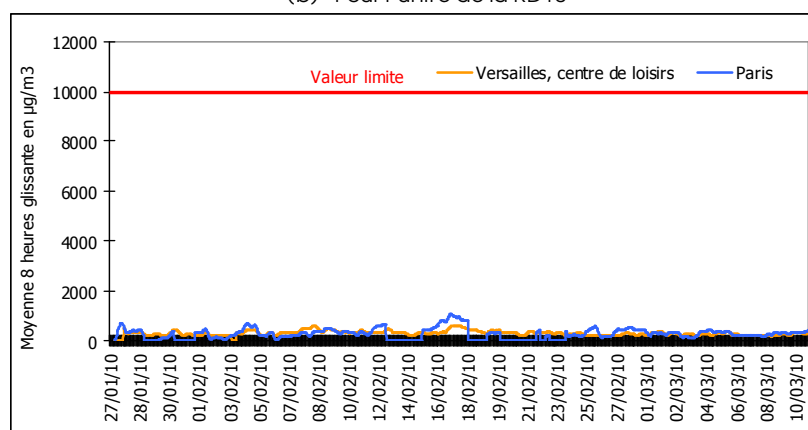
(a) Pour l'unité de Rueil-Malmaison



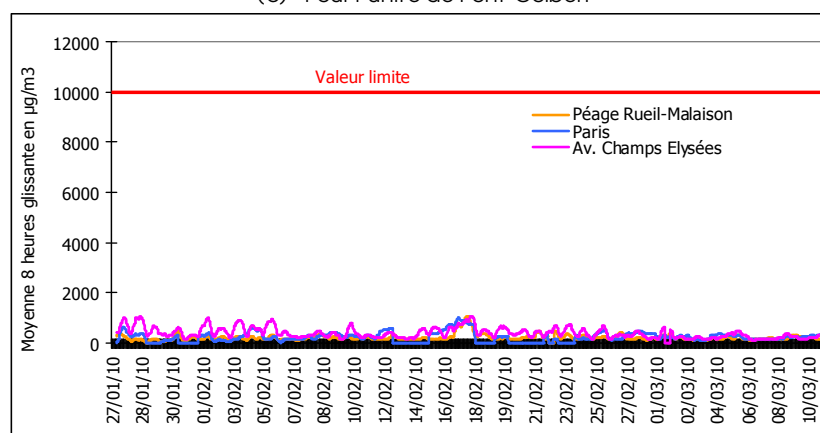
(a) Pour l'unité de Vaucresson



(b) Pour l'unité de la RD10



(c) Pour l'unité de Pont-Colbert



(d) Barrière de péage de Rueil-Malmaison

Figure 62 : Evolution de la concentration moyenne en CO sur huit heures aux sites temporaires instrumentés aux voisinages des unités de ventilation lors de la campagne de mesure, ainsi qu'au site de la barrière de péage de Rueil-Malmaison.

Sur la base des niveaux relevés durant la campagne de mesure et des observations historiques du réseau Airparif, il peut être conclu que **les normes de qualité associées au monoxyde de carbone sont respectées sur l'ensemble de l'Ile-de-France, même à proximité immédiate des axes routiers les plus importants. Les conclusions pour le monoxyde de carbone sont identiques à celles réalisées à partir des précédentes campagnes de mesure (2007 et 2009).**

VIII CONCLUSION

Un état de la qualité de l'air après la mise en service de la première section du Duplex A86 a été réalisé à travers l'instrumentation de plus d'une centaine de sites de mesure durant l'hiver 2010. Les conclusions de l'étude sont très proches de celles de 2009 en terme de répartition géographique de la pollution, les niveaux relevés étant même généralement inférieurs ou équivalents à ceux de l'hiver précédent, ceci malgré l'ouverture du tunnel. Cette différence est liée aux conditions météorologiques plus dispersives lors de la campagne de 2010.

De plus, un état de la qualité de l'air avant la mise en service de la deuxième section du duplex a été réalisé via la mise en œuvre d'une cinquantaine de sites de mesure supplémentaires au voisinage des futures unités de ventilation, dans le secteur de Versailles et de Viroflay (zone sud du grand domaine d'étude).

D'une manière générale, les niveaux relevés durant la campagne traduisent une influence notable de l'ensemble de l'agglomération parisienne sur ce secteur, comme cela avait été observé lors des deux précédentes campagnes de mesure. Ainsi, des concentrations plus élevées se retrouvent dans la zone nord-est, sur les communes de Nanterre, Rueil-Malmaison, le Vésinet, à l'inverse des secteurs sud et ouest. Des niveaux importants sont aussi rencontrés dans le secteur de la Celle Saint-Cloud et Vaucresson, notamment en dioxyde d'azote (NO₂).

Afin d'estimer au mieux les niveaux de pollution à proximité immédiate du duplex A86, un site automatique a été installé au niveau de la barrière de péage de Rueil-Malmaison, à l'entrée nord du tunnel. Alors que pour le monoxyde de carbone, les niveaux sont proches de la limite de quantification, les teneurs en oxydes d'azote montrent un impact du tunnel sur la qualité de l'air avoisinante, les concentrations enregistrées étant équivalentes à celles des stations urbaines parisiennes, soit 60 % supérieures à celles des sites automatiques de Rueil-Malmaison. Ces forts niveaux, caractérisant l'impact du trafic routier très proche, sont très localisés et ne se retrouvent pas sur les autres sites de mesures automatiques. Pour les particules (PM₁₀ et PM_{2.5}), les concentrations relevées à la barrière de péage de Rueil-Malmaison sont comparables à celles des autres sites automatiques installés dans le secteur du duplex.

Les concentrations observées au voisinage des unités de ventilation de Rueil-Malmaison et de Vaucresson ne se détachent pas de celles rencontrées dans le reste du domaine car les systèmes d'extraction d'air ne se sont pas déclenchés pendant la campagne de mesure. Le voisinage de l'unité de ventilation de Vaucresson présente des niveaux légèrement plus élevés en NO₂ que ceux relevés dans l'ouest de l'agglomération parisienne en raison de la proximité avec l'A13. A l'inverse, les concentrations en benzène y sont légèrement plus faibles, car cette zone étudiée est moins urbanisée. Ces résultats se retrouvent aussi bien via des échantillonneurs passifs dans la zone des 4 km² autour des unités de ventilation que sur les sites automatiques dans et hors zone d'impact de ces extracteurs.

Ces nouvelles mesures, réalisées après l'ouverture de la première section du tunnel, permettent d'estimer l'impact de ce dernier sur l'environnement, en comparant les résultats présentés ici aux mesures réalisées lors de l'hiver 2009.

Une première comparaison à l'échelle de la campagne de mesure (6 semaines en période hivernale) montre qu'il est difficile d'estimer un impact sur la qualité de l'air du duplex dans les secteurs des deux unités de ventilation (Rueil-Malmaison et Vaucresson). En effet, la comparaison des concentrations relevées aux différents sites automatiques (dans et en dehors de la zone d'impact) avant et après l'ouverture du tunnel montre que les niveaux ont baissé entre les deux campagnes de mesure, en partie à cause des conditions météorologiques plus dispersives : ils sont plus faibles lors de la campagne de 2010, soit une fois que le tunnel était ouvert. Pour le NO₂, les teneurs ont diminué de 20 % sur les deux sites se trouvant dans la zone d'impact des unités de ventilation entre la campagne de 2009 et celle de 2010. Concernant les particules, la baisse est différente selon l'unité de ventilation considérée, elle varie entre 10 et 20 %. Enfin, pour les particules fines, les tests montrent qu'en 2010, les résultats des deux sites des deux zones d'impact sont équivalents.

A l'échelle annuelle, une comparaison est possible à partir des moyennes estimées pour chacune des études. Les concentrations annuelles en dioxyde d'azote sont marquées en situation de fond par une légère baisse, conforme à celle relevée sur le reste de l'agglomération, aussi bien à grande échelle sur tout le secteur d'étude (grand domaine) qu'à proximité des unités de ventilation. Cela s'explique par les différences en terme de conditions météorologiques entre les deux années. Les concentrations en benzène sont stables entre les études. Cette stabilité s'explique par des conditions météorologiques stables pour ce composé entre les deux années de référence, ainsi que la non mise en service des unités de ventilation.

Les concentrations observées au voisinage des deux futures unités de ventilation (Pont-Colbert et RD10) cohérentes et conformes par rapport à celles relevées plus généralement dans le secteur ouest de l'agglomération parisienne et s'expliquent par la répartition spatiales des émissions dans le secteur. Les niveaux enregistrés à Viroflay, à proximité immédiate de la future unité de ventilation, sont légèrement supérieurs (3 %) à ceux des sites de trouvant dans un périmètre de 4 km², eux-mêmes présentant des teneurs plus élevées que dans le secteur ouest de l'agglomération étudié. Cela s'explique par l'urbanisation dans le secteur. Toutefois, des écarts entre les deux sites automatiques sont enregistrés pour le NO₂ selon le secteur de vent, ce qui devra être pris en compte lors de l'estimation de l'impact du prolongement du tunnel. L'environnement immédiat de la future unité de ventilation de Pont-Colbert (proximité immédiate à l'A86, bois) rendra difficile l'estimation de l'impact de la 2^{ème} section du duplex. Ainsi, l'état initial montre qu'il existe des différences en terme de particules et de NO₂ sur les deux sites automatiques selon la provenance du vent. Pour rappel, la vocation de ces sites supplémentaires est un « état avant mise en service ». Leurs résultats devront être comparés avec de nouvelles observations lors du fonctionnement de la 2^{ème} section du duplex A86.

Concernant la situation au regard des normes, sur les sites de mesure instrumentés lors de cette campagne, seul le site de la barrière de péage de Rueil-Malmaison présente un risque de dépassement de l'objectif annuel de qualité en dioxyde d'azote (40 µg/m³) sur l'année de référence utilisée (01/06/2009-31/05/2010), avec une moyenne annuelle en dioxyde d'azote estimée à 39 µg/m³. Ce résultat est cohérent avec l'impact réel dû au trafic routier à ce point de mesure.

Pour plus de 75 % des sites instrumentés, le risque de dépassement est nul. La trentaine de sites situés essentiellement sur le secteur nord-est du domaine d'étude (Rueil-Malmaison, Nanterre), à proximité des unités de ventilation de Rueil-Malmaison et/ou en zone urbanisée présentent un risque de dépassement est très faible.

Pour le benzène, aucun problème de non-respect de l'objectif de qualité (2 µg/m³ en moyenne annuelle) n'est enregistré sur les sites investigués lors de cette campagne de mesure : 13 % des sites présentent aucun risque de dépassement de l'objectif annuel de qualité et 87 % présentent un risque peu probable de dépassement de ce risque.

Aucun site automatique installé à proximité de la barrière de péage de Rueil-Malmaison ou des unités de ventilation n'a présenté de dépassements horaires de la valeur limite en NO₂ (200 µg/m³), à ne pas dépasser plus de 18 heures/an. Ainsi, la valeur limite horaire est respectée sur l'ensemble des sites automatiques.

Pour les particules (PM10), l'objectif annuel de qualité (30 µg/m³) est respecté sur les neuf sites de mesure automatiques. Par ailleurs, il semble que la valeur limite journalière (pas plus de 35 jours dépassant les 50 µg/m³) peut être ponctuellement atteinte en situation de fond lors d'années météorologiques défavorables.

Enfin, concernant les particules fines (PM2.5), la valeur limite applicable en 2010 et celle de 2015 (25 µg/m³) est respectée à proximité immédiate des unités de ventilation et à la barrière de péage de Rueil-Malmaison.

Pour information, un état des lieux plus précis de la situation vis-à-vis de la réglementation sera présenté dans le bilan annuel de la qualité de l'air spécifique au bouclage de l'A86 via le système de modélisation mis en place dans la zone (<http://www.obsaivatoire-a86ouest.fr/>). Des cartes de pollution sur toute la zone d'étude seront établies et la situation à proximité du trafic routier sera étudiée.

Enfin, suite à cette interprétation des résultats de mesure, une étude plus approfondie, exploitant notamment les résultats du système de modélisation mis en place sur la zone pendant la période de mesure, va être réalisée. Les résultats, disponibles fin 2010, présenteront également les mesures réalisées à l'intérieur du tunnel via des analyseurs embarqués dans un véhicule.

Le bilan annuel, qui sortira d'ici fin 2010, permettra également d'effectuer un bilan complet des niveaux vis-à-vis des normes en tout point de la zone d'étude, notamment à proximité du trafic routier. Il présentera également des cartographies de pollution pour les différents polluants suivis.

Pour finir, une nouvelle campagne de mesure sera réalisée après l'ouverture de la seconde section du Duplex A86, une fois le trafic routier stabilisé dans le secteur investigué. Cet état après mise en service du tunnel complet permettra d'une part de comparer les niveaux mesurés à ceux de la présente campagne et d'autre part d'estimer l'impact du tunnel sur l'environnement avoisinant.

ANNEXES

SOMMAIRE

ANNEXE 1 : LOCALISATION DES SITES DE MESURE (GRAND DOMAINE)	94
ANNEXE 2 : L'INDICE ATMO ET CLASSES DE STABILITE ATMOSPHERIQUE PAR SERIE DE MESURE...	99
ANNEXE 3 : RESULTATS DES MESURES EN NO ₂ ET EN BENZENE SUR LES SITES EQUIPES D'ECHANTILLONNEURS PASSIFS.....	101
ANNEXE 4 : NORMES FRANÇAISES ET EUROPEENNES DE QUALITE DE L'AIR RELATIVES AU DIOXYDE D'AZOTE, AU BENZENE, AU MONOXYDE DE CARBONE, AUX PARTICULES PM10 ET PM2.5.....	104
ANNEXE 5 : EVALUATION DES MOYENNES ANNUELLES EN NO ₂ , BENZENE ET PARTICULES (PM10) ET INTERVALLE D'INCERTITUDE ASSOCIE POUR CHACUN DES SITES	107
ANNEXE 6 : DEFINITION STATISTIQUE D'UNE « BOITE A MOUSTACHES » (BOX PLOT).....	110

Annexe 1 :

Localisation des sites de mesure (grand domaine)

Numéro de site	X en LII	Y en LII	Nom commune	Adresse
1	579319	2432587	Fourqueux	Avenue de l'Echaudée, Square des Terres Fleuries
2	581792	2432927	Saint Germain en Laye	Rue de Mareil, Square Gérard de Nerval
3	583432	2432631	Le Pecq	Stade municipal Louis Raffageau, 3 boulevard Libération
4	585187	2432972	Le Vésinet	4 allée des Bocages
5	586978	2433205	Chatou	Ecole Val Fleuri, rue Lami
6	589354	2432302	Nanterre	9, rue des goulvents
7	579436	2430244	L'Etang la ville	Avenue du Bois
8	581730	2430794	Marly-le-roi	Salle polyvalente du Champ des oiseaux, rue du Champ des Oiseaux
9	583467	2430759	Le Port Marly	Allée Cézane
10	585254	2431206	Croissy sur Seine	Rue des cerisiers
11	587020	2430427	Rueil-Malmaison	Stade du Parc, 298-314 Avenue Napoléon bonaparte
12	589057	2430811	Rueil-Malmaison	Hopital Stell, rueCharles Drot
13	579297	2428070	Noisy-le-roi	Ecole primaire Jules Verne, rue Jacques Bénigne Bossuet
14	581457	2429359	Marly-le-roi	Stade Francois-Henri de Virieu, route de Saint Cyr
15	583721	2429246	Louvenciennes	Groupe scolaire Leclerc, rue de la Croix-rouge
16	585932	2428742	La Celle Saint Cloud	Ecole maternelle et primaire Morel de Vindé, allée des sablons
17	588077	2429239	Rueil-Malmaison	7, rue Boileau
18	589783	2428277	Garches	Ecole Gaston Ramon, rue du docteur Debat
19	580037	2427014	Noisy-le-roi	Stade intercommunal SIBANO, chemin de la plaine
20	580920	2426638	Bailly	Rue des Saules
21	583957	2427230	La Celle Saint Cloud	Avenue Maurice de Hirsch, Parc des Sports, terrain de rugby
22	584992	2426785	La Celle Saint Cloud	Sente Pascal
23	588085	2426843	Garches	22, Avenue Henri Fontaine
24	589599	2427225	Garches	Ecole maternelle Saint-Exupéry, Grande rue
25	579340	2424109	Fontenay le Fleury	Rue Descartes, terrain de tennis
26	580842	2424234	Saint-Cyr l'Ecole	Chemin de l'Avenue de Villepreux
27	584056	2424964	Le Chesnay	Square, rue du Hameau (impasse)
28	585533	2424742	Versailles	rue Lacordaire
29	587897	2424632	Ville-d'Avray	Route cavalière du rompu
30	589433	2425099	Ville-d'Avray	Groupe scolaire J. Rostand, 17 rue de la Ronce
31	579447	2422476	Saint-Cyr l'Ecole	4, Impasse des Sablons
32	581676	2422668	Versailles	Allée de Choisy
33	584300	2422606	Versailles	Jardin des Recollets
34	585626	2422742	Versailles	Parc des sports Montbauron - Allée Pierre de Coubertin
35	587865	2423102	Viroflay	Rue Georges Clémenceau
36	589467	2422839	Chaville	rue Alexis Maneryrol
37	579629	2420665	Guyancourt	Mail des Saules - 8, place Van Gogh
38	581611	2420348	Guyancourt	Rue du Moulin Renard, complexe sportif les 3 mousquetaires
40	585239	2420808	Buc	Sente du Haras
41	587499	2420893	Vélizy-Villacoublay	Rue Jacquard
42	589604	2420718	Vélizy-Villacoublay	Square Marcel Dassault, Avenue du Capitaine Taron
43	579884	2418459	Voisins-le-Bretonneux	Rue Jean Bart, en face du n°7
44	581749	2418768	Guyancourt	Rue Louis le Vau
45	583901	2418769	Buc	4, square Anatole France
46	585829	2418912	Les-Loges-en-Josas	Rue de la Garenne
47	587795	2418868	Jouy-en-Josas	Rue Abel Nicolle
48	590003	2418438	Jouy-en-Josas	Chemin des Charbonniers

Sites à proximité de l'unité de ventilation de Rueil-Malmaison

Numéro de site	X en LII	Y en LII	Nom commune	Adresse
101	586099	2430674	Croissy sur Seine	9 rue Charles Bemont
102	586301	2431129	Croissy sur Seine	Parc du château, rue d'épremesnil
103	586909	2430960	Rueil-Malmaison	Chemin rural n°25 entre golf et stade "Esso"
104	587169	2430751	Rueil-Malmaison	Tennis, rue Edouard Manet
105	587846	2431025	Rueil-Malmaison	Square NADAR
106	585996	2430158	Bougival	Parc, Patrice Vieljeux, ile de la Chaussée
107	586507	2430429	Rueil-Malmaison	Boulevard Bellerive, parking Fruit défendu
108	586802	2430277	Rueil-Malmaison	344, Avenue Napoléon Bonaparte
109	587488	2430352	Rueil-Malmaison	Avenue du 1er Consul
110	587798	2430560	Rueil-Malmaison	Collège la Malmaison, rue du prince Eugène
111	586240	2429901	Bougival	Avenue de la source (au niveau du n° 9)
112	586588	2430145	Rueil-Malmaison	Allée de la grenouillère, en face du n°358
113	586984	2430048	Rueil-Malmaison	CLSH Vert-Bois, Rue du Commandant Jacquot
114	587401	2429931	Rueil-Malmaison	Avenue Girodet
115	587856	2430092	Rueil-Malmaison	Maison de la nature, av. de Versailles
116	586174	2429485	La Celle Saint Cloud	Residence Elysée 2, derrière le 87 les Bosquets
117	586557	2429631	Bougival	Domaine de la Jonchère
118	586834	2429659	Rueil-Malmaison	Stade EDF de vert Bois, Chemin des Gallicourts
119	587452	2429587	Rueil-Malmaison	impasse rue de la vallée hudrée
120	587794	2429599	Rueil-Malmaison	rue des Sorins
121	586073	2429278	La Celle Saint Cloud	Sente du Mûr du Parc - Tennis Municipaux de la Celle saint cloud
122	586753	2429424	Rueil-Malmaison	Chemin des vignes, au niveau du 19
123	587039	2429364	Rueil-Malmaison	rue des pervenches
124	587492	2429224	Rueil-Malmaison	Rue des Mégrands
125	587843	2429211	Rueil-Malmaison	Sentier sportif sylvestre
126	587086	2430092	Rueil-Malmaison	CLSH Vert-Bois, Rue du Commandant Jacquot
127	587377	2430612	Rueil-Malmaison	Avenue Napoléon Bonaparte, Ecole élémentaire Malmaison
128	587031	2430212	Rueil-Malmaison	Parc du Château de la Petite Malmaison, rue du Commandant Jacquot
201	586949	2429908	Rueil-Malmaison	Stade EDF-GDF du Vert-Bois, Côte de la Jonchère
202	587675	2430252	Rueil-Malmaison	Avenue Marmontel

Sites à proximité de l'unité de ventilation de Vaucresson

Numéro de site	X en LII	Y en LII	Nom commune	Adresse
151	585479	2426754	La Celle Saint Cloud	7, Avenue Pasteur
152	586068	2426778	Vaucresson	4 chemin des Châteaux
153	586299	2426398	Vaucresson	1, Avenue de Beauvilliers (Villa Edelwiess)
154	586615	2426688	Vaucresson	Avenue Jean Salmon Legagneur
155	587070	2426676	Vaucresson	Sente des Lavandes (face au n°3)
156	585227	2426556	La Celle Saint Cloud	entre 32 et 32bis Avenue Molière
157	586033	2426391	Vaucresson	Impasse Verte
158	586284	2426164	Vaucresson	Allée du Collège
159	586556	2426325	Vaucresson	Avenue du bois de la Marche
160	587045	2426283	Marnes-la-Coquette	n°36 Avenue Etienne de Montgolfier
161	585413	2425527	Le Chesnay	Chemin du Pré vert
162	585517	2425408	Le Chesnay	Rue de la Bourboule
163	586215	2425631	Vaucresson	Parc départemental des Haras de Jardy Avenue du Butard, courts de Tennis n°3
164	586669	2425777	Marnes-la-Coquette	Parc départemental des Haras de Jardy
165	586973	2425824	Marnes-la-Coquette	Parc départemental des Haras de Jardy
166	585174	2425197	Le Chesnay	Stade Corneille, 39 bis rue Corneille
167	585878	2425207	Versailles	Stade Sans-Soucis, route de la Brèche
168	586308	2425239	Vaucresson	Parc départemental des Haras de Jardy Avenue du Butard, courts de Tennis
169	586600	2425400	Marnes-la-Coquette	Parc départemental des Haras de Jardy
170	587052	2425441	Marnes-la-Coquette	Parc départemental des Haras de Jardy
171	585420	2425122	Le Chesnay	entre n°2 et 4 Rue Saint Michel
172	585826	2424892	Versailles	rue de l'espérance, au niveau du n°10
173	586011	2424927	Versailles	Avenue du Maréchal Douglas Haig, intersection allée de Jardy
174	586663	2425092	Marnes-la-Coquette	Parc départemental des Haras de Jardy, boulevard de Jardy
175	586963	2425144	Marnes-la-Coquette	Parc départemental des Haras de Jardy
176	586799	2427090	Vaucresson	entrée Lycée Toulouse Lautrec
177	587597	2427449	Vaucresson	Stade Haras Lupin, entrée en face n°32 rue Victor Duret
251	586305	2426230	Vaucresson	Allée du collège, club house courts de tennis
252	587575	2426487	Marnes-La-Coquette	Stade de la Marche

Sites à proximité de l'unité de ventilation de la RD10

Numéro de site	X en LII	Y en LII	Nom commune	Adresse
300	586503	2423185	Versailles	Rue de la Bonne Aventure
301	586955	2423093	Versailles	29 rue Saint-Symphorien
302	587390	2423155	Viroflay	7 rue des Vignes
303	587868	2423108	Viroflay	26 rue Michelet
304	588140	2423263	Viroflay	12 rue Julien Certain
305	588063	2422690	Versailles	Rue de l'Ecole des Postes
306	587795	2422690	Versailles	10 rue de la Concorde
307	587253	2422803	Viroflay	63 rue des Prés aux Bois
308	586865	2422773	Viroflay	26 rue Notre Dame du Chêne
309	586635	2422658	Viroflay	8 avenue Marguerite
310	586478	2422373	Versailles	9 rue Vauban
311	586993	2422435	Versailles	12 rue des Prés aux Bois
312	587223	2422375	Viroflay	16 rue Pierre Brossard
313	587688	2422260	Viroflay	104 rue du Pavé de Meudon (Stade des Bertisettes)
314	588148	2422333	Viroflay	101 avenue Gaston Boissier (Crèche municipale Durène)
315	588273	2422053	Versailles	7 rue Saint-Michel
316	587438	2422163	Versailles	52bis rue Remont
317	587195	2421970	Versailles	44 rue de la Chaumière
318	586968	2421855	Viroflay	Chemin de Jouy (terrain de tennis)
319	586435	2421800	Viroflay	Avenue de Vélizy
320	586465	2421528	Versailles	4 rue Augusta Holmes
321	586973	2421515	Versailles	53 rue Remont
324	587978	2421533	Viroflay	Carrefour des 3 barrières (chemin forestier du Parc des Nouettes)
231	587935	2422708	Viroflay	Salle Dunoyer de Segonzac, avenue des Combattants
232	587462	2422210	Viroflay	Parc du Bon-Repos, 7 avenue de Versailles pour l'état initial Terrains de Tennis, route du pavé de Meudon pour l'état final

Sites à proximité de l'unité de ventilation du Pont Colbert

Numéro de site	X en LII	Y en LII	Nom commune	Adresse
350	585920	2421510	Versailles	78à 92 rue des Chantiers (impasse résidence des Chantiers)
351	586350	2421480	Versailles	en face n°130 rue Yves Le Coz (impasse entre FCI et école)
352	586765	2421513	Versailles	57 rue Remont
353	587165	2421380	Versailles	Chemin forestier Fontaine des Nouettes (mitoyen clôture stade)
354	587638	2421418	Viroflay	Rond point des Célestins (accès par Parc des sports de Porchefontaine)
355	586158	2421218	Versailles	face au n°28 square du Pont Colbert
356	586410	2421208	Versailles	15 rue Saint-Bernard
357	586593	2421238	Versailles	face au n°5 rue Antoine Thierry de Ville d'Avray
359	587688	2421035	Vélizy-Villacoublay	1 rue Jacquart (angle rue de La Fontaine)
360	585943	2420650	Buc	Golf de la Boulie (Racing Club de France)
361	586218	2420655	Jouy-en-Josas	Golf de la Boulie (Racing Club de France)
363	587403	2420505	Vélizy-Villacoublay	Rue de Bretagne (parking dans l'angle le plus proche de la forêt)
364	587565	2420775	Vélizy-Villacoublay	entre 22-24 rue Montaigne
365	586090	2420178	Jouy-en-Josas	Golf de la Boulie (Racing Club de France)
366	586325	2420378	Jouy-en-Josas	Golf de la Boulie (Racing Club de France)
367	586748	2420178	Jouy-en-Josas	Rue Charles de Gaulle, face au pont de chemin de fer, à proximité du chantier Cofiroute
368	587125	2420263	Jouy-en-Josas	Route Ferrée du Milieu (chemin forestier, forêt de Versailles)
369	587578	2420263	Jouy-en-Josas	entre 12-14 rue Jean-Baptiste Huet
370	585840	2419880	Buc	Golf de la Boulie (Racing Club de France)
371	586343	2419778	Jouy-en-Josas	Golf de la Boulie (Racing Club de France)
372	586750	2419693	Jouy-en-Josas	Carrefour de la Carrière (intersection route Ferrée du Milieu / route du Clos Piot)
373	587135	2419803	Jouy-en-Josas	entre 50-52 rue du Maréchal Joffre
374	587595	2419913	Jouy-en-Josas	entre 72-74 rue Albert Calmette
271	586439	2421146	Versailles	rue Rémont (Centre de Loisirs "Les Grands Chênes")
272	587780	2420465	Vélizy-Villacoublay	Avenue de Provence (Ecole élémentaire Mozart)

Annexe 2 :

L'indice Atmo et Classes de stabilité atmosphérique par série de mesure

L'indice ATMO caractérise la qualité de l'air globale pour l'ensemble de l'agglomération parisienne.



Cet indice est déterminé à partir des niveaux de pollution mesurés au cours de la journée par les stations de fond urbaines et périurbaines de l'agglomération et prend en compte les différents polluants atmosphériques, traceurs des activités de transport, urbaines et industrielles. Le type de site de mesure pris en compte est précisément défini : il s'agit de sites de fond qui doivent être des sites de zones fortement peuplées.

Ainsi pour le dioxyde de soufre, la densité de population doit être supérieure à 4000 habitants par kilomètre carré dans un cercle de rayon de 1 km autour du site.

Pour le dioxyde d'azote, l'ozone et les poussières, la densité de population doit répondre aux mêmes critères, de plus le rapport NO/NO₂ du site doit être inférieur ou égal à 1.5 (ce qui est la caractéristique d'un site éloigné des axes routiers).

L'indice ATMO concerne toutes les grandes agglomérations de plus de 100 000 habitants. Cet indice et son mode de calcul sont précisément définis au niveau national par l'arrêté du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable du 22 juillet 2004.

Dans son calcul interviennent :

le dioxyde de soufre (d'origine industrielle),

les poussières (d'origine industrielle, liée au transport et au chauffage domestique),

le dioxyde d'azote (d'origine liée au transport, aux activités de combustion et de chauffage domestique),

l'ozone (polluant secondaire issu principalement des transports et de l'utilisation des solvants et des hydrocarbures).

Pour chaque polluant un sous-indice est calculé. Chaque sous-indice est déterminé chaque jour à partir d'une moyenne des niveaux du polluant considéré sur l'ensemble des stations retenues.

Pour les particules, on prend la concentration moyenne journalière sur chaque site.

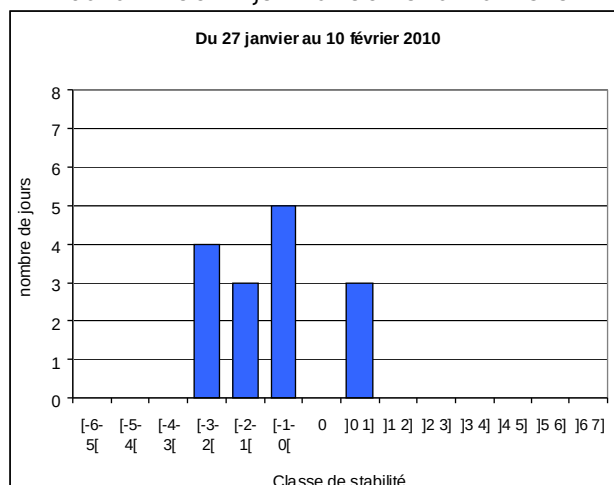
Pour le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote et l'ozone, on prend la concentration maximale horaire du jour sur chaque site.

C'est le sous-indice maximal qui est choisi comme indice ATMO final caractérisant la qualité de l'air globale de la journée considérée.

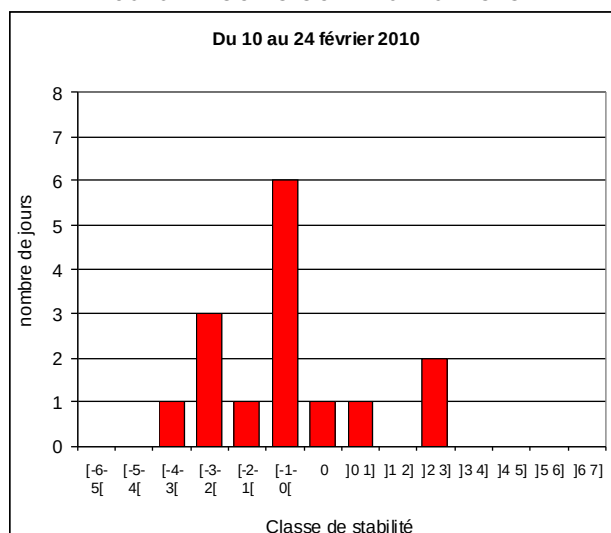
L'indice de qualité de l'air ATMO est en fait un chiffre allant de 1 à 10 associé à un qualificatif (de très bon à très mauvais)

Classes de stabilité atmosphérique par série de mesure (source Météo-France)

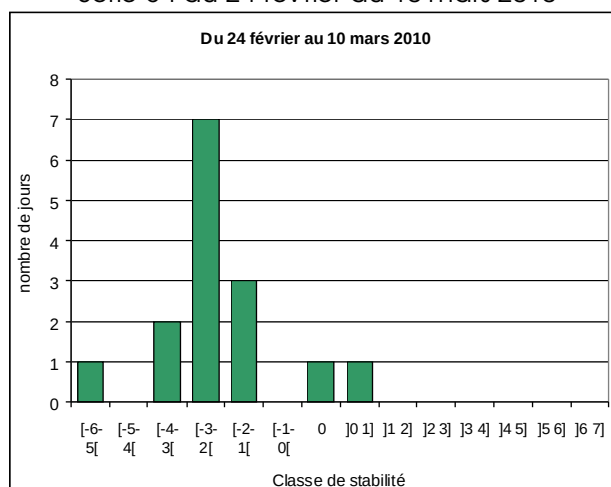
Série 1 : du 27 janvier au 10 février 2010



Série 2 : du 10 au 24 février 2010



Série 3 : du 24 février au 10 mars 2010



Annexe 3 :

Résultats des mesures en NO₂ et en benzène sur les sites équipés d'échantillonneurs passifs Concentration en µg/m³, nd : signifie non disponible

Numéro de site	Commune	du 27/01/10 au 10/02/10		du 10/02/09 au 24/02/10		du 24/02/10 au 10/03/10	
		NO ₂	Benzène	NO ₂	Benzène	NO ₂	Benzène
1	Fourqueux	19	1.4	21	1.4	19	1.1
2	Saint Germain en Laye	39	1.5	27	1.5	33	1.2
3	Le Pecq	34	1.5	33	1.4	24	1.1
4	Le Vésinet	41	1.7	37	1.8	28	1.3
5	Chatou	40	1.8	40	2	n.d.	1.2
6	Nanterre	40	1.8	44	2	36	1.3
7	L'Etang la ville	30	1.6	30	1.5	21	1.2
8	Marly-le-roi	29	1.4	23	1.4	24	1.2
9	Le Port Marly	31	1.4	26	1.3	23	1.2
10	Croissy sur Seine	30	1.5	30	1.6	25	1.2
11	Rueil-Malmaison	39	1.5	39	1.5	30	1.2
12	Rueil-Malmaison	43	1.6	40	1.7	30	1.3
13	Noisy-le-roi	29	1.4	30	1.3	24	1.2
14	Marly-le-roi	25	1.2	24	1.3	21	1
15	Louvenciennes	35	1.6	35	n.d.	27	1.2
16	La Celle Saint Cloud	n.d.	1.4	n.d.	1.5	25	1.3
17	Rueil-Malmaison	27	1.3	n.d.	1.4	22	1.3
18	Garches	39	1.3	36	1.5	27	1.1
19	Noisy-le-roi	31	1.3	28	1.1	25	1.1
20	Bailly	28	1.4	30	1.3	23	1.3
21	La Celle Saint Cloud	39	1.3	36	1.1	26	1
22	La Celle Saint Cloud	40	1.6	39	1.2	32	1.2
23	Garches	35	1.2	34	1.2	26	1.1
24	Garches	40	1.5	39	0.9	30	1.3
25	Fontenay le Fleury	37	1.3	37	1.2	30	1.1
26	Saint-Cyr l'Ecole	32	1.2	28	1.1	23	1.1
27	Le Chesnay	29	1.4	29	1.2	25	1.2
28	Versailles	37	1.4	37	1.1	28	1.3
29	Ville-d'Avray	30	1.2	27	0.9	23	1.1
30	Ville-d'Avray	34	1.5	33	1.6	28	1.2
31	Saint-Cyr l'Ecole	29	1.3	32	1.5	27	1.2
32	Versailles	28	1.4	25	1.1	23	1.1
33	Versailles	n.d.	1.5	n.d.	1.6	31	1.2
34	Versailles	35	1.6	34	1.3	27	1.1
35	Viroflay	35	1.6	32	1.3	28	1.2
36	Chaville	33	1.3	20	1.3	24	1.1
37	Guyancourt	28	1.2	27	1.2	25	1.1
38	Guyancourt	25	1.3	22	1.1	21	1
40	Buc	33	n.d.	n.d.	1.5	26	1.2
41	Vélizy-Villacoublay	32	1.1	29	1.2	25	1.2
42	Vélizy-Villacoublay	36	1.4	29	1.5	29	1.2
43	Voisins-le-Bretonneux	31	1.5	29	1.5	25	1.2
44	Guyancourt	29	1.5	24	1.4	31	1.2
45	Buc	26	1.3	13	1.1	21	1.1
46	Les-Loges-en-Josas	28	1.2	15	1.3	24	1.1
47	Jouy-en-Josas	29	1.3	16	1.1	21	1.1
48	Jouy-en-Josas	32	1.3	22	1.1	24	1.1
101	Croissy sur Seine	32	1.7	32	1.6	26	1.3
102	Croissy sur Seine	32	1.4	29	1.4	25	n.d.
103	Rueil-Malmaison	33	1.3	28	1.3	28	1.1
104	Rueil-Malmaison	34	1.4	34	1.3	29	1.2
105	Rueil-Malmaison	38	1.6	34	1.5	22	1.3
106	Bougival	35	1.4	33	1.3	27	1.2
107	Rueil-Malmaison	33	1.4	31	1.3	26	1.1
108	Rueil-Malmaison	46	1.5	44	1.6	40	1.3
109	Rueil-Malmaison	30	1.3	28	1.2	23	1.1
110	Rueil-Malmaison	33	1.4	32	1.4	27	1.2
111	Bougival	31	1.4	32	1.2	25	1.1
112	Rueil-Malmaison	37	1.5	32	1.3	31	1.3
113	Rueil-Malmaison	31	1.4	31	1.3	25	1.1
114	Rueil-Malmaison	27	1.3	30	1.3	28	1.1
115	Rueil-Malmaison	30	1.3	25	1.4	26	1.1

Résultats des mesures en NO₂ et en benzène sur les sites équipés d'échantillonneurs passifs
Concentration en µg/m³, nd : signifie non disponible

Numéro de site	Commune	du 27/01/10 au 10/02/10		du 10/02/09 au 24/02/10		du 24/02/10 au 10/03/10	
		NO ₂	Benzène	NO ₂	Benzène	NO ₂	Benzène
116	La Celle Saint Cloud	26	1.3	29	1.3	23	1.2
117	Bougival	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
118	Rueil-Malmaison	32	1.2	27	1.2	24	1.2
119	Rueil-Malmaison	29	1.3	28	1.4	23	1.2
120	Rueil-Malmaison	33	1.3	31	1.5	26	1.1
121	La Celle Saint Cloud	32	n.d.	33	n.d.	26	1.3
122	Rueil-Malmaison	31	1.4	32	1.3	24	1.2
123	Rueil-Malmaison	32	1.2	32	1.6	27	1.4
124	Rueil-Malmaison	27	1.3	29	1.4	22	1.1
125	Rueil-Malmaison	30	1.4	29	1.4	23	1.1
126	Rueil-Malmaison	31	1.3	31	1.2	24	1.2
127	Rueil-Malmaison	36	1.6	37	1.7	30	1.4
128	Rueil-Malmaison	34	1.4	30	1.4	n.d.	1
151	La Celle Saint Cloud	41	1.5	42	1.3	30	1
152	Vaucresson	33	1.4	34	1.4	23	1
153	Vaucresson	34	1.4	34	1.2	29	1.2
154	Vaucresson	38	1.3	39	1.4	28	1
155	Vaucresson	39	1.3	39	1.1	27	1.1
156	La Celle Saint Cloud	36	1.5	36	1.2	27	1.2
157	Vaucresson	40	1.5	36	1.2	28	1.1
158	Vaucresson	36	1.3	33	1.2	30	1.1
159	Vaucresson	39	1.4	43	1.8	32	1.2
160	Marnes-la-Coquette	38	1.3	33	1.4	28	1.1
161	Le Chesnay	30	1.3	30	1.1	25	1
162	Le Chesnay	34	1.6	34	1.5	27	1.2
163	Vaucresson	34	1.2	29	0.8	31	1
164	Marnes-la-Coquette	35	1.3	31	0.8	31	1
165	Marnes-la-Coquette	36	1.3	27	0.7	29	1
166	Le Chesnay	35	1.4	34	1.1	27	1.2
167	Versailles	33	1.4	32	1.1	27	1.1
168	Vaucresson	33	1.4	31	0.7	31	1
169	Marnes-la-Coquette	34	1.4	31	0.6	30	1
170	Marnes-la-Coquette	32	1.3	28	0.7	27	1
171	Le Chesnay	36	1.7	38	1.1	30	1.4
172	Versailles	34	1.3	32	1.1	25	1.1
173	Versailles	34	1.5	31	1.2	25	1.1
174	Marnes-la-Coquette	36	1.3	29	0.6	25	1.1
175	Marnes-la-Coquette	n.d.	1.1	27	0.7	26	0.9
176	Vaucresson	32	1.4	34	1.3	23	1
177	Vaucresson	31	1.1	32	1.3	25	1
201	Rueil-Malmaison	30	1.3	31	1.3	22	1.1
202	Rueil-Malmaison	32	1.3	30	1.5	22	1.3
203	Rueil-Malmaison	48	1.5	53	1.8	38	1.3
231	Viroflay	37	1.5	35	1.4	29	1.2
232	Viroflay	33	1.4	29	1.5	26	1.3
251	Vaucresson	35	1.3	37	1.3	27	1.2
252	Marnes-La-Coquette	38	1.3	38	1.3	29	1.1
271	Versailles	40	1.3	40	1.4	30	1.1
272	Vélizy-Villacoublay	35	1.4	37	1.3	27	1
300	Versailles	37	1.4	32	0.9	n.d.	1.2
301	Versailles	40	1.6	35	1.4	27	1.2
302	Viroflay	32	1.3	31	1.2	26	1.1
303	Viroflay	38	1.6	34	1.1	26	1.3
304	Viroflay	36	1.5	31	1.5	26	1.1
305	Versailles	31	1.2	31	1.3	26	1.1
306	Versailles	37	1.7	35	1.7	27	1.2
307	Viroflay	37	1.8	37	1.5	29	1.4
308	Viroflay	34	1.4	31	1.4	28	1.1
309	Viroflay	38	1.3	33	1.5	28	1.3
310	Versailles	36	1.4	36	1.5	30	1.4
311	Versailles	n.d.	1.7	n.d.	1.7	38	1.4
312	Viroflay	36	1.6	34	1.6	29	1.2

Résultats des mesures en NO₂ et en benzène sur les sites équipés d'échantillonneurs passifs
Concentration en µg/m³, nd : signifie non disponible

Numéro de site	Commune	du 27/01/10 au 10/02/10		du 10/02/09 au 24/02/10		du 24/02/10 au 10/03/10	
		NO2	Benzène	NO2	Benzène	NO2	Benzène
313	Viroflay	41	1.3	n.d.	1.2	29	1.2
314	Viroflay	37	1.5	32	1.4	29	1.1
315	Versailles	37	1.5	34	1.5	27	1.1
316	Versailles	44	1.8	37	1.7	28	1.2
317	Versailles	33	1.5	29	1.4	23	1.2
318	Viroflay	29	1.3	27	n.d.	25	1.2
319	Viroflay	34	1.5	31	1.4	27	1
320	Versailles	41	1.4	34	1.4	29	1.2
321	Versailles	34	1.3	30	1.3	n.d.	1
324	Viroflay	29	1.3	n.d.	1.2	n.d.	1.1
350	Versailles	42	1.4	35	1.5	33	1.1
351	Versailles	41	n.d.	40	1.4	33	1.2
352	Versailles	33	1	28	1.1	24	1.1
353	Versailles	26	0.9	25	1.1	26	1.1
354	Viroflay	29	n.d.	n.d.	1	22	1.1
355	Versailles	n.d.	1.8	n.d.	n.d.	n.d.	1.4
356	Versailles	31	1.5	38	1.5	30	1
357	Versailles	39	1.4	34	1.5	27	1.2
359	Vélizy-Villacoublay	30	1.4	30	1.1	25	1.2
360	Buc	28	1	26	1.2	24	1
361	Jouy-en-Josas	29	n.d.	26	1.2	24	1.1
363	Vélizy-Villacoublay	n.d.	1.5	33	1.5	24	1.3
364	Vélizy-Villacoublay	30	1.4	31	1.5	28	1.2
365	Jouy-en-Josas	27	1.2	23	1.1	22	1
366	Jouy-en-Josas	24	1.2	25	1.1	24	1.1
367	Jouy-en-Josas	28	0.9	27	1.1	24	1.1
368	Jouy-en-Josas	29	1	25	1.1	28	1.1
369	Jouy-en-Josas	31	1.1	26	1.1	28	1.1
370	Buc	25	1.1	24	1	22	1.1
371	Jouy-en-Josas	26	1.1	24	1	26	1.1
372	Jouy-en-Josas	24	1	22	1	20	1.1
373	Jouy-en-Josas	29	1.4	17	1.2	24	1.2
374	Jouy-en-Josas	n.d.	n.d.	n.d.	1.6	n.d.	1.3

Annexe 4 :

Normes françaises et européennes de qualité de l'air relatives au dioxyde d'azote, au benzène, au Monoxyde de carbone, aux particules PM10 ET PM2.5

1 - Objectifs de qualité et valeurs limites nationaux

Dioxyde d'azote (NO₂)

	Période de référence	Valeur
Objectif de qualité		
Moyenne annuelle	Année civile	40 µg/m³
Valeurs limites - Protection de la santé humaine		
Percentile 98 des concentrations horaires	Année civile	2001 - 2009 : 200 µg/m³
Percentile 99,8 des concentrations horaires	Année civile	2001 : 290 µg/m ³ 2002 : 280 µg/m ³ 2003 : 270 µg/m ³ 2004 : 260 µg/m ³ 2005 : 250 µg/m ³ 2006 : 240 µg/m ³ 2007 : 230 µg/m ³ 2008 : 220 µg/m ³ 2009 : 210 µg/m ³ 2010 : 200 µg/m³
Moyenne annuelle	Année civile	2001 : 58 µg/m ³ 2002 : 56 µg/m ³ 2003 : 54 µg/m ³ 2004 : 52 µg/m ³ 2005 : 50 µg/m ³ 2006 : 48 µg/m ³ 2007 : 46 µg/m ³ 2008 : 44 µg/m ³ 2009 : 42 µg/m ³ 2010 : 40 µg/m³

Benzène

	Période de référence	Valeur
Objectif de qualité		
Moyenne annuelle	Année civile	2 µg/m³
Valeur limite - Protection de la santé humaine		
Moyenne annuelle	Année civile	2001 - 2005 : 10 µg/m ³ 2006 : 9 µg/m ³ 2007 : 8 µg/m ³ 2008 : 7 µg/m ³ 2009 : 6 µg/m ³ 2010 : 5 µg/m³

Annexe 4 (suite)

Particules PM10

	Période de référence	Valeur
Objectif de qualité		
Moyenne annuelle	Année civile	30 µg/m³
Valeurs limites - Protection de la santé humaine		
Percentile 90,4 des concentrations journalières	Année civile	2005 : 50 µg/m³
Moyenne annuelle	Année civile	2005 : 40 µg/m³

Monoxyde de carbone (CO)

	Période de référence	Valeur
Valeur limite - Protection de la santé		
Moyenne sur 8 heures	Année civile	10 mg/m³

2 - Directives européennes

NOx, particules, benzène, monoxyde de carbone du 21 mai 2008
Parue au Journal Officiel de l'Union européenne du 11 juin 2008

Dioxyde d'azote (NO₂)

Protection de la santé			
Valeurs limites avec marge de dépassement			
Période de référence	Seuil	Nb de dépassements autorisés	Date de mise en application
24 heures	300 µg/m ³ 290 µg/m ³ 280 µg/m ³ 270 µg/m ³ 260 µg/m ³ 250 µg/m ³ 240 µg/m ³ 230 µg/m ³ 220 µg/m ³ 210 µg/m ³ 200 µg/m³	18 jours par an	Du 19/07/1999 au 31/12/2000 1 janvier 2001 1 janvier 2002 1 janvier 2003 1 janvier 2004 1 janvier 2005 1 janvier 2006 1 janvier 2007 1 janvier 2008 1 janvier 2009 1 janvier 2010
Période de référence	Seuil	Date de mise en application	
Année civile	60 µg/m ³ 58 µg/m ³ 56 µg/m ³ 54 µg/m ³ 52 µg/m ³ 50 µg/m ³ 48 µg/m ³ 46 µg/m ³ 44 µg/m ³ 42 µg/m ³ 40 µg/m³	Du 19/07/1999 au 31/12/2000 1 janvier 2001 1 janvier 2002 1 janvier 2003 1 janvier 2004 1 janvier 2005 1 janvier 2006 1 janvier 2007 1 janvier 2008 1 janvier 2009 1 janvier 2010	

Monoxyde de carbone (CO)

Valeur limite - Protection de la santé			
Période de référence	Seuil	Nombre de dépassements autorisés	Date de mise en application
8 heures	10 mg/m³	-	1 ^{er} janvier 2005

Benzène

Protection de la santé Valeur limite avec marge de dépassement		
Période de référence	Seuil	Date de mise en application
Année civile	10 µg/m ³	Du 13/12/2000 au 31/12/2005
	9 µg/m ³	1 janvier 2006
	8 µg/m ³	1 janvier 2007
	7 µg/m ³	1 janvier 2008
	6 µg/m ³	1 janvier 2009
	5 µg/m³	1^{er} janvier 2010

Particules PM10

Valeurs limites - Protection de la santé			
Période de référence	Seuil	Nombre de dépassements autorisés	Date de mise en application
24 heures	50 µg/m³	35 jours par an	1 ^{er} janvier 2005
Année civile	40 µg/m³	--	1 ^{er} janvier 2005

Particules PM2,5

Période de référence	Seuil	Date de mise en application
Valeur cible		
Année civile	25 µg/m³	1^{er} janvier 2010
Valeur limite		
Année civile	30 µg/m ³	11 juin 2008
Année civile	29 µg/m ³	1 ^{er} janvier 2009
Année civile	28.5 µg/m³	1^{er} janvier 2010
Année civile	28 µg/m ³	1 ^{er} janvier 2011
Année civile	27 µg/m ³	1 ^{er} janvier 2012
Année civile	26.5 µg/m ³	1 ^{er} janvier 2013
Année civile	26 µg/m ³	1 ^{er} janvier 2014
Année civile	25 µg/m ³	1 ^{er} janvier 2015
Année civile	<i>20 µg/m³</i>	<i>1^{er} janvier 2020*</i>

* La valeur limite indicative sera révisée par la Commission en 2013 à la lumière des informations complémentaires sur l'impact sanitaire et environnemental, la faisabilité technique et l'expérience acquise en matière de valeur cible dans les États membres.

Toujours concernant les PM2.5, l'O.M.S. (Organisation Mondiale de la Santé) fixe la seuil de protection de la santé à **10 µg/m³** en moyenne annuelle.

Par ailleurs, la Loi Grenelle Environnement 1 du 3 août 2009 et le 2^{ème} Plan National Santé Environnement fixe à **15 µg/m³** en moyenne annuelle la valeur cible en 2010 pour la protection de la santé.

Annexe 5 :

Evaluation des moyennes annuelles en NO₂, benzène et particules (PM10) et intervalle d'incertitude associé pour chacun des sites
Concentration en µg/m³, nd : signifie non disponible

Numéro de site	Dioxyde d'azote		Benzène	
	Niveau annuel estimé	Intervalle	Niveau annuel estimé	Intervalle
1	15	[13 ; 16]	1.2	[1.0 ; 1.5]
2	27	[20 ; 35]	1.3	[0.9 ; 1.8]
3	25	[23 ; 27]	1.3	[1.1 ; 1.6]
4	29	[25 ; 33]	1.5	[1.3 ; 1.7]
5	n.d.		1.6	[1.3 ; 1.8]
6	33	[31 ; 35]	1.7	[1.3 ; 2.0]
7	20	[17 ; 23]	1.4	[1.1 ; 1.6]
8	19	[15 ; 23]	1.3	[0.9 ; 1.8]
9	22	[19 ; 25]	1.2	[0.7 ; 1.7]
10	23	[23 ; 24]	1.4	[1.1 ; 1.7]
11	30	[28 ; 31]	1.3	[1.0 ; 1.5]
12	31	[28 ; 35]	1.5	[1.2 ; 1.8]
13	21	[20 ; 22]	1.3	[1.0 ; 1.6]
14	18	[16 ; 19]	1.2	[1.0 ; 1.4]
15	27	[26 ; 27]	1.5	[1.2 ; 1.7]
16	n.d.		1.3	[1.0 ; 1.6]
17	n.d.		1.4	[1.0 ; 1.9]
18	28	[26 ; 31]	1.3	[1.1 ; 1.5]
19	21	[18 ; 24]	1.1	[1.0 ; 1.3]
20	20	[19 ; 21]	1.3	[1.1 ; 1.5]
21	28	[24 ; 32]	1.1	[0.9 ; 1.4]
22	31	[29 ; 32]	1.3	[0.9 ; 1.7]
23	26	[25 ; 27]	1.1	[0.7 ; 1.6]
24	30	[29 ; 31]	1.2	[0.9 ; 1.5]
25	29	[28 ; 29]	1.2	[0.8 ; 1.5]
26	21	[17 ; 24]	1.1	[0.9 ; 1.3]
27	23	[22 ; 24]	1.1	[0.6 ; 1.6]
28	28	[27 ; 29]	1.3	[0.9 ; 1.7]
29	20	[17 ; 23]	1.0	[0.7 ; 1.3]
30	26	[25 ; 27]	1.4	[1.1 ; 1.6]
31	24	[22 ; 27]	1.3	[1.0 ; 1.6]
32	21	[19 ; 23]	1.2	[0.9 ; 1.5]
33	n.d.		1.3	[1.1 ; 1.6]
34	27	[26 ; 27]	1.3	[1.0 ; 1.5]
35	26	[24 ; 28]	1.3	[1.0 ; 1.7]
36	19	[11 ; 27]	1.2	[0.9 ; 1.4]
37	20	[18 ; 22]	1.2	[1.0 ; 1.4]
38	17	[15 ; 20]	1.1	[0.9 ; 1.3]
40	n.d.		1.6	[1.4 ; 1.9]
41	24	[22 ; 25]	1.2	[0.8 ; 1.6]
42	26	[22 ; 30]	1.3	[1.0 ; 1.6]
43	23	[22 ; 25]	1.5	[1.1 ; 1.8]
44	23	[16 ; 30]	1.2	[1.0 ; 1.5]
45	15	[7 ; 23]	1.0	[0.8 ; 1.2]
46	17	[8 ; 25]	1.1	[0.7 ; 1.6]
47	17	[9 ; 24]	1.1	[0.8 ; 1.4]
48	20	[13 ; 26]	1.0	[0.8 ; 1.2]
101	25	[24 ; 25]	1.4	[1.2 ; 1.7]
102	24	[22 ; 25]	1.2	[0.8 ; 1.6]
103	25	[21 ; 28]	1.2	[0.9 ; 1.5]
104	27	[25 ; 28]	1.3	[1.0 ; 1.5]
105	26	[21 ; 31]	1.4	[1.2 ; 1.6]
106	26	[25 ; 27]	1.2	[1.0 ; 1.5]
107	25	[24 ; 26]	1.2	[1.0 ; 1.5]
108	36	[33 ; 39]	1.5	[1.1 ; 1.9]
109	22	[21 ; 23]	1.2	[0.9 ; 1.5]
110	25	[24 ; 26]	1.3	[1.1 ; 1.5]
111	24	[24 ; 25]	1.2	[0.8 ; 1.5]
112	28	[24 ; 31]	1.3	[1.1 ; 1.6]
113	24	[24 ; 24]	1.2	[1.0 ; 1.4]
114	21	[19 ; 24]	1.2	[1.0 ; 1.5]
115	22	[19 ; 26]	1.2	[1.1 ; 1.4]
116	20	[19 ; 20]	1.2	[0.7 ; 1.7]
117	n.d.			
118	23	[20 ; 26]	1.1	[0.9 ; 1.4]
119	20	[18 ; 22]	1.3	[1.0 ; 1.5]

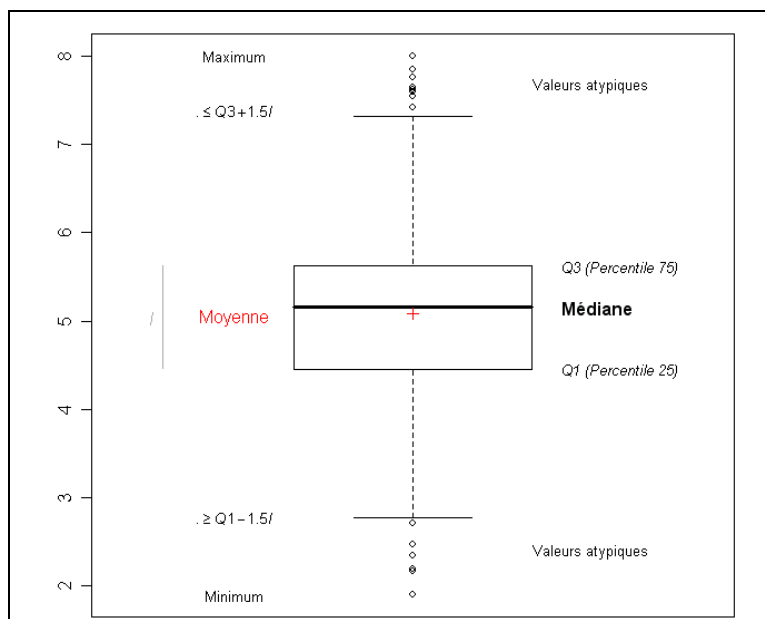
Numéro de site	Dioxyde d'azote		Benzène	
	Niveau annuel estimé	Intervalle	Niveau annuel estimé	Intervalle
120	23	[20 ; 25]	1.2	[0.9 ; 1.5]
121	23	[22 ; 24]	n.d.	
122	24	[23 ; 25]	1.2	[1.0 ; 1.5]
123	25	[24 ; 26]	1.4	[1.1 ; 1.6]
124	20	[19 ; 21]	1.3	[1.0 ; 1.5]
125	21	[19 ; 22]	1.3	[1.0 ; 1.5]
126	22	[20 ; 23]	1.3	[1.1 ; 1.5]
127	28	[28 ; 29]	1.5	[1.2 ; 1.7]
128	n.d.		1.3	[1.1 ; 1.5]
151	31	[29 ; 34]	1.2	[1.0 ; 1.5]
152	25	[22 ; 27]	1.3	[1.1 ; 1.4]
153	27	[25 ; 28]	1.3	[1.1 ; 1.5]
154	29	[27 ; 31]	1.2	[1.0 ; 1.4]
155	29	[26 ; 32]	1.2	[1.0 ; 1.3]
156	27	[26 ; 28]	1.3	[1.0 ; 1.6]
157	29	[25 ; 32]	1.2	[0.9 ; 1.5]
158	27	[25 ; 30]	1.2	[1.0 ; 1.4]
159	31	[30 ; 33]	1.4	[1.2 ; 1.7]
160	27	[24 ; 31]	1.2	[1.1 ; 1.4]
161	23	[23 ; 24]	1.1	[0.9 ; 1.3]
162	26	[26 ; 26]	1.4	[1.2 ; 1.6]
163	26	[21 ; 31]	1.1	[0.7 ; 1.4]
164	27	[23 ; 31]	1.0	[0.7 ; 1.3]
165	25	[20 ; 31]	1.0	[0.7 ; 1.3]
166	27	[26 ; 27]	1.4	[1.2 ; 1.5]
167	25	[24 ; 26]	1.3	[1.1 ; 1.4]
168	26	[22 ; 30]	1.0	[0.7 ; 1.3]
169	26	[23 ; 29]	0.9	[0.5 ; 1.3]
170	24	[21 ; 27]	1.0	[0.8 ; 1.3]
171	29	[28 ; 30]	1.4	[1.0 ; 1.8]
172	25	[24 ; 26]	1.1	[0.9 ; 1.4]
173	23	[20 ; 26]	1.3	[1.0 ; 1.5]
174	25	[21 ; 29]	1.0	[0.6 ; 1.3]
175	n.d.		0.9	[0.6 ; 1.2]
176	25	[22 ; 27]	1.2	[1.0 ; 1.4]
177	24	[24 ; 25]	1.1	[0.9 ; 1.4]
201	22	[21 ; 22]	1.2	[1.0 ; 1.4]
202	23	[21 ; 24]	1.3	[1.1 ; 1.5]
203	39	[37 ; 41]	1.5	[1.3 ; 1.6]
231	27	[24 ; 30]	1.3	[1.2 ; 1.5]
232	24	[21 ; 28]	1.4	[1.2 ; 1.6]
251	28	[26 ; 29]	1.2	[1.0 ; 1.4]
252	29	[29 ; 29]	1.2	[1.0 ; 1.4]
271	29	[26 ; 32]	1.3	[1.0 ; 1.5]
272	28	[26 ; 30]	1.2	[1.0 ; 1.5]
300	n.d.		1.0	[0.7 ; 1.3]
301	28	[24 ; 32]	1.4	[1.2 ; 1.5]
302	25	[24 ; 25]	1.2	[0.8 ; 1.5]
303	27	[24 ; 30]	1.3	[1.1 ; 1.5]
304	26	[23 ; 28]	1.3	[1.1 ; 1.5]
305	24	[23 ; 25]	1.2	[1.0 ; 1.4]
306	27	[25 ; 30]	1.5	[1.3 ; 1.7]
307	28	[27 ; 29]	1.5	[1.2 ; 1.8]
308	26	[24 ; 28]	1.3	[1.1 ; 1.5]
309	27	[24 ; 31]	1.3	[1.1 ; 1.6]

Numéro de site	Dioxyde d'azote			Benzène		
	Niveau annuel estimé	Intervalle		Niveau annuel estimé	Intervalle	
310	28	[	27 ; 29]	1.3	[	1.1 ; 1.6]
311	n.d.			1.7	[	1.5 ; 1.9]
312	27	[	25 ; 29]	1.4	[	1.2 ; 1.7]
313	n.d.			1.2	[	0.8 ; 1.6]
314	27	[	23 ; 30]	1.3	[	1.1 ; 1.5]
315	27	[	24 ; 30]	1.3	[	1.1 ; 1.6]
316	30	[	24 ; 36]	1.5	[	1.2 ; 1.8]
317	23	[	21 ; 26]	1.3	[	1.2 ; 1.5]
318	22	[	20 ; 24]	1.3	[	1.1 ; 1.5]
319	25	[	24 ; 27]	1.3	[	1.0 ; 1.5]
320	29	[	24 ; 33]	1.3	[	1.1 ; 1.5]
321	n.d.			1.2	[	1.0 ; 1.4]
324	n.d.			1.0	[	0.8 ; 1.2]
350	30	[	26 ; 35]	1.3	[	1.0 ; 1.5]
351	31	[	30 ; 33]	1.3	[	0.9 ; 1.7]
352	23	[	21 ; 26]	1.1	[	0.7 ; 1.4]
353	21	[	17 ; 25]	1.0	[	0.7 ; 1.3]
354	n.d.			1.1	[	0.7 ; 1.5]
355	n.d.			1.8	[	1.8 ; 1.9]
356	27	[	24 ; 30]	1.3	[	1.2 ; 1.4]
357	28	[	24 ; 31]	1.3	[	1.1 ; 1.5]
359	23	[	23 ; 24]	1.2	[	1.0 ; 1.4]
360	22	[	20 ; 24]	0.9	[	0.6 ; 1.2]
361	22	[	20 ; 24]	1.2	[	0.5 ; 1.8]
363	n.d.			1.4	[	1.2 ; 1.5]
364	25	[	22 ; 27]	1.3	[	1.1 ; 1.6]
365	20	[	17 ; 22]	1.0	[	0.6 ; 1.4]
366	20	[	17 ; 23]	1.1	[	0.8 ; 1.4]
367	22	[	20 ; 23]	1.0	[	0.6 ; 1.4]
368	23	[	18 ; 27]	1.0	[	0.5 ; 1.4]
369	23	[	19 ; 28]	1.1	[	0.6 ; 1.5]
370	20	[	18 ; 21]	1.0	[	0.7 ; 1.4]
371	21	[	17 ; 25]	1.0	[	0.8 ; 1.3]
372	18	[	17 ; 20]	1.0	[	0.7 ; 1.3]
373	19	[	12 ; 27]	1.1	[	0.9 ; 1.3]
374	n.d.			1.5	[	1.3 ; 1.7]

Annexe 6 :

Définition statistique d'une « boîte à moustaches » (box plot)

Une boîte à moustaches (ou box plot) est un graphique représentant la répartition d'une série statistique. Pour ce faire, l'échantillon est séparé en 4 parties de même effectif, appelées quartiles. Un quartile est donc constitué de 25 % des données de l'ensemble de l'échantillon. Le deuxième quartile (percentile 50) est appelé plus couramment la médiane.



La partie centrale correspondant à une « boîte » représente 50 % des données. Ces données se situent entre les 1^{er} et 3^{ème} quartiles. La différence entre les deux est appelé l'écart inter quartiles.

Les moustaches réparties de chaque côté de la boîte représentent généralement près de 25 % des données, mais n'excèdent pas en terme de longueur, $1.5 \cdot I$ (I étant l'écart interquartile, c'est-à-dire la longueur de la boîte), ce qui peut amener la présence de points atypiques en dehors des moustaches. La fin de la moustache supérieure correspond donc soit à la valeur $3Q + 1.5I$ (3^{ème} quartile + une fois et demi l'intervalle inter quartile), soit au maximum de l'échantillon s'il est plus faible que cette valeur.

La fin des moustaches est très proches des centiles 1 et 99, lorsque la distribution de l'échantillon est gaussienne (suit une loi Normale).