



# évaluation de la qualité de l'air dans l'environnement de l'aéroport Nantes-Atlantique

campagne hiver 2010

juin 2010



# sommaire

<b>synthèse .....</b>	<b>1</b>
<b>introduction .....</b>	<b>13</b>
<b>la réglementation.....</b>	<b>14</b>
<b>le dispositif mis en oeuvre .....</b>	<b>15</b>
présentation de la plate-forme aéroportuaire .....	15
les objectifs de la campagne de mesure.....	15
mesures des polluants par analyseurs automatiques .....	16
mesure des polluants par tubes passifs .....	19
périodes de mesure .....	22
<b>les résultats .....</b>	<b>23</b>
représentativité de la période de mesure .....	23
résultats : air ambiant.....	28
air intérieur.....	60
<b>conclusions et perspectives .....</b>	<b>69</b>
<b>annexes .....</b>	<b>71</b>
annexe 1 : localisation des sites de mesure à l'intérieur de l'aérogare .....	72
annexe 2 : résultats des mesures par tubes à diffusion passive.....	76
annexe 3 : Air Pays de la Loire.....	79
annexe 4 : techniques d'évaluation.....	80
annexe 5 : types des sites de mesure.....	81
annexe 6 : les polluants mesurés.....	82
annexe 7 : seuils de qualité de l'air extérieur 2010 .....	87
annexe 8 : Valeurs de référence de l'air intérieur.....	88
<b>bibliographie .....</b>	<b>89</b>
abréviations .....	90
définitions.....	90
précisions sur les calculs statistiques.....	90

## **contributions**

Coordination de l'étude : Florence Guillou - Rédaction : Florence Guillou, Aurélie Sachot - Cartographie : Frédéric Penven, Mise en page : Bérangère Poussin - Exploitation du matériel de mesure : Arnaud Tricoire, Thierry Creuzé - Photographies : Arnaud Tricoire - Validation : Arnaud Rebours, Luc Lavrilleux.

## **conditions de diffusion**

Air Pays de la Loire est l'organisme agréé pour assurer la surveillance de la qualité de l'air dans la région des pays de la Loire, au titre de l'article L. 221-3 du code de l'environnement, précisé par l'arrêté du 1<sup>er</sup> août 2007 pris par le Ministère chargé de l'Environnement.

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

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

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

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

## **remerciements**

Nous remercions la Chambre de Commerce et de l'Industrie de Nantes d'avoir confié cette étude à Air Pays de la Loire ainsi que la ville de Bouguenais pour leur collaboration à l'installation de nos appareils de mesure.

# synthèse

## contexte → une démarche environnementale

Dans le cadre de sa démarche environnementale, la Chambre de Commerce et de l'Industrie de Nantes (CCIN) souhaite obtenir des informations sur la qualité de l'air au sein et aux abords de la plate-forme aéroportuaire. Suite à un appel d'offre, Air Pays de la Loire a été retenu pour mener cette évaluation. Les moyens et techniques utilisés par Air Pays de la Loire ont été soumis et acceptés par la CCIN.

Comme dans la plupart des activités humaines, le transport aérien est à l'origine d'émissions de polluants atmosphériques. Ils sont majoritairement émis par les aéronefs et les activités sur la plate-forme aéroportuaire. Afin de protéger la santé humaine, la réglementation de l'Union Européenne impose la surveillance de ces polluants : le dioxyde d'azote, les poussières fines, le dioxyde de soufre, l'ozone, le monoxyde de carbone et le benzène. En plus de ces polluants, les aldéhydes, polluants typiques de l'air intérieur, le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes ont été mesurés.

La présente campagne réalisée durant l'hiver 2010 s'inscrit dans le prolongement d'une succession d'études initiée durant l'été 2002 par Air Pays de la Loire, poursuivie par le CETE Nord Picardie pendant l'hiver 2008 puis par Air Pays de la Loire durant l'été 2009. L'objectif de ces approches est d'obtenir une photographie la plus complète de la situation en termes de qualité de l'air au niveau de l'aéroport notamment en évaluant la variation saisonnière des concentrations en polluants.

Le dispositif mis en place par Air Pays de la Loire en 2010 est identique à celui choisi en 2009.

## objectifs → évaluer la qualité de l'air extérieur et intérieur en hiver au niveau de la plate-forme aéroportuaire

Les trois objectifs de cette campagne sont :

- le suivi en continu des niveaux de polluants atmosphériques sur un site localisé dans le prolongement des pistes ;
- la caractérisation de la répartition spatiale de polluants au sein et dans l'environnement de la plate-forme ;
- l'évaluation de la qualité de l'air intérieur dans l'aérogare.

## moyens → deux méthodes complémentaires pendant un mois

### période de mesure

La campagne de mesure s'est déroulée du 4 février au 18 mars 2010, en fin de période hivernale, afin de permettre une confrontation des résultats précédemment obtenus dans des conditions météorologiques contrastées lors de l'été 2009, notamment.

### mesures des polluants par analyseurs automatiques

Le dioxyde d'azote, les poussières fines PM<sub>10</sub>, le dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>, l'ozone O<sub>3</sub> et le monoxyde de carbone CO ont été mesurés en continu tous les quarts d'heure par des analyseurs automatiques, du 4 février au 5 mars 2010, selon des techniques normalisées, installés dans le laboratoire mobile, localisé dans le prolongement de la piste.

## mesures des polluants par tubes passifs

Le dioxyde d'azote et les BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes) ont été mesurés par des tubes à diffusion passive, localisés sur 16 sites pour l'évaluation de la qualité de l'air extérieur et 4 sites pour l'air intérieur. Ces derniers ont fait l'objet d'une évaluation complémentaire des niveaux en aldéhydes.

### 16 sites de mesure pour évaluer la qualité de l'air extérieur

Durant 2 périodes successives de deux semaines,

dix sites de mesure ont été instrumentés dans les communes environnantes, Bouguenais et Saint-Aignan-de-Grandlieu (sites 1 à 10),

deux sites aux extrémités de la piste (sites 11 et 15),

un site dans la zone d'avitaillement en kérosène (site 12),

deux sites au niveau des zones de stationnement des avions (sites 13 et 14),

le dernier site étant localisé au sein du parking de voitures (site 16).

La localisation de ces sites a été réalisée en concertation avec la CCI de Nantes.



Localisation des sites pour l'évaluation de la qualité de l'air ambiant (source : Google Earth)

#### 4 sites de mesure pour évaluer la qualité de l'air intérieur

Les accueils des halls 1 et 4, la salle d'embarquement du hall 3 et le bar altitude ont été équipés de tubes à diffusion passive durant 3 périodes de 7 jours.

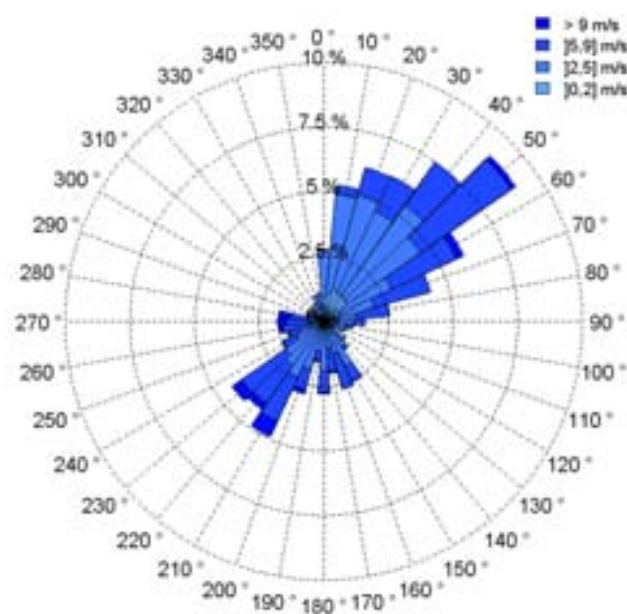


Localisation des sites de mesure dans l'aérogare (source : Google Earth)

## résultats $\rightarrow$ un impact limité au sein de la plate-forme air ambiant

La rose des vents pour la période du 4 février au 11 mars 2010 est présentée ci-dessous.

Rose des vents à Nantes du 4 février au 11 mars 2010



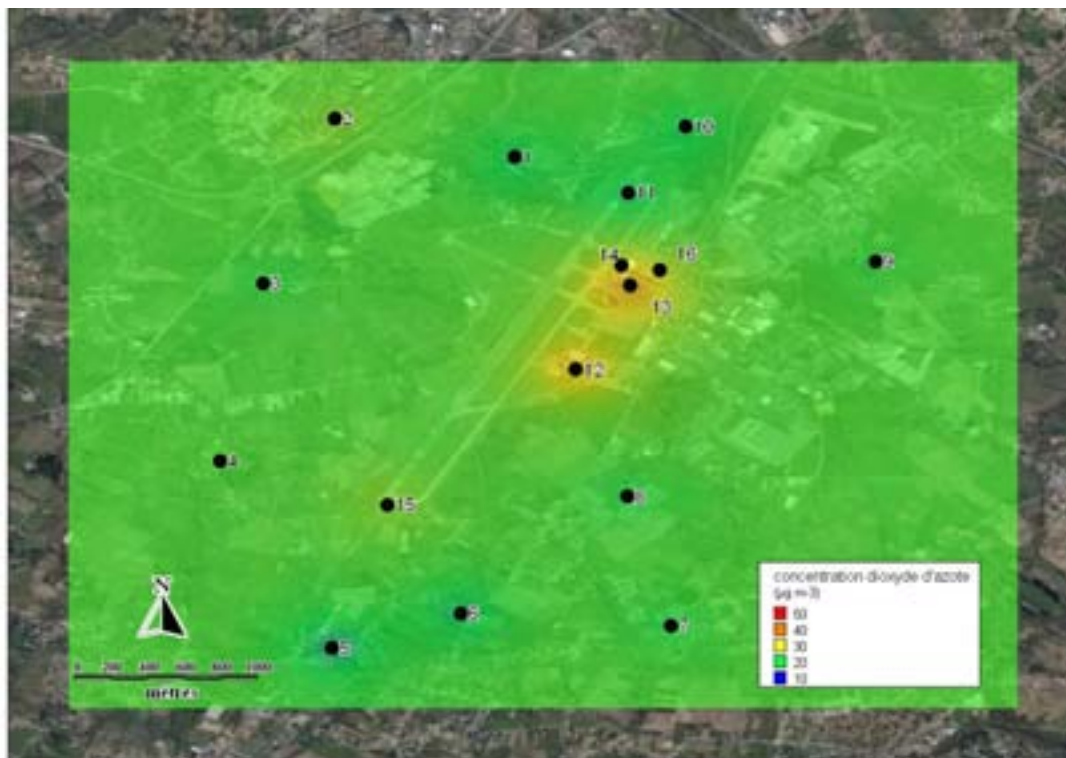
Rose des vents du 4 février au 11 mars 2010

L'analyse de la direction des vents sur la totalité de la campagne montre une prédominance des vents de nord-est. Le site de la ferme de la Ranjonnière était minoritairement sous l'influence des vents en provenance de l'aéroport.

En comparant la rose des vents durant la campagne de mesure à la rose des vents moyenne de la période du 4 février au 11 mars de 2002 à 2009, un déficit des vents de secteur nord-ouest à ouest est constaté pour la campagne de mesure 2010. Les vents de secteur nord-est, bien que plus faibles, sont les plus fréquents, comme en 2009.

### la répartition spatiale de la qualité de l'air

La carte des concentrations mensuelles de dioxyde d'azote mesurées par tubes passifs lors de la campagne est représentée ci-dessous :



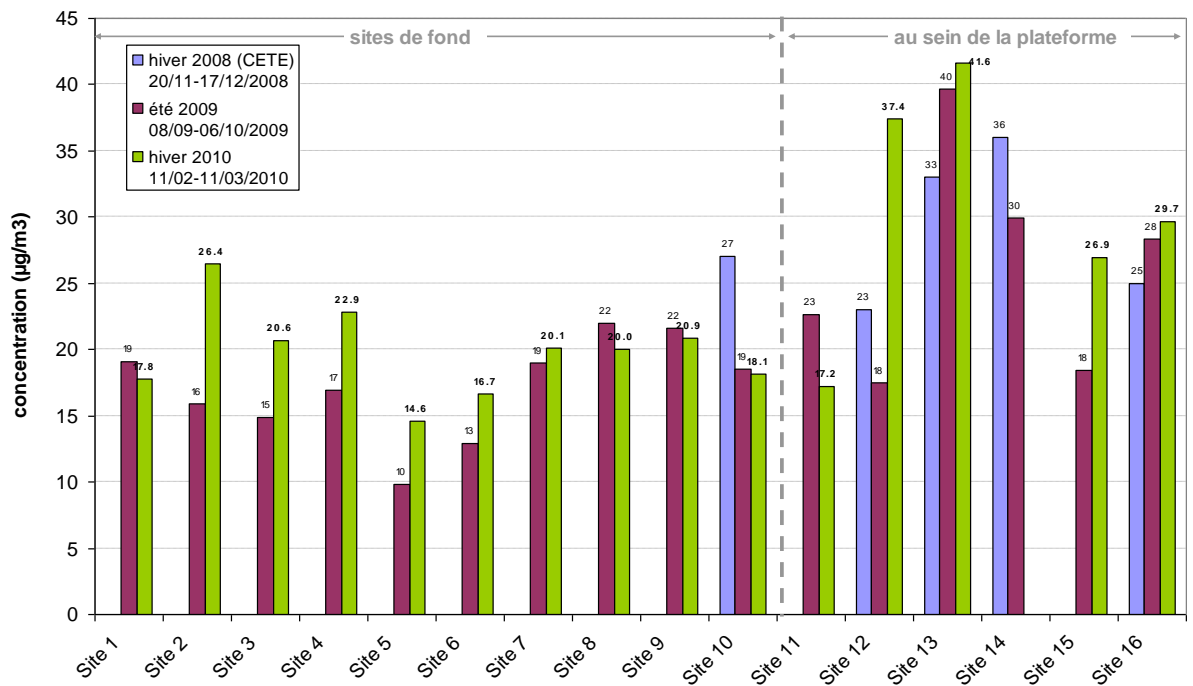
Cartographie des niveaux moyens en dioxyde d'azote enregistrés lors de la campagne de mesure

Les zones les plus exposées au dioxyde d'azote sont localisées autour de l'aérogare, dans l'ordre décroissant de concentration, au niveau de la zone de stationnement avions face au hall 3 (site 13), de la zone d'avitaillement (site 12) et du parking voitures (site 16). Au niveau de la zone de stationnement avions, aux activités des engins véhiculant les bagages ou ravitaillant les avions en kérosène et à l'utilisation des groupes électrogènes avions s'ajoutent une configuration couverte peu favorable à la dispersion des polluants et un trafic de bus transportant des passagers, lesquels contribuent à élever les niveaux en dioxyde d'azote. Les émissions dues au trafic routier influencent les concentrations au niveau du parking extérieur et probablement l'activité des engins s'approvisionnant en carburant aux abords de la zone d'avitaillement.

Cette pollution est limitée à l'enceinte de la plate-forme et n'affecte pas les communes environnantes.

Sur l'ensemble de la campagne, les niveaux moyens en dioxyde d'azote enregistrés dans les communes environnantes de la plate-forme aéroportuaire sont semblables aux niveaux enregistrés dans l'agglomération nantaise durant la même période : 23  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  relevés dans le centre-ville de Nantes et à Rezé et 21  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à la ferme de la Ranjonnière.

Le graphique ci-dessous représente les concentrations moyennes en dioxyde d'azote mesurées par tubes à diffusion passive lors de l'hiver 2008, de l'été 2009 et de l'hiver 2010.



Concentrations moyennes en dioxyde d'azote durant les campagnes de mesure de l'hiver 2008, l'été 2009 et l'hiver 2010

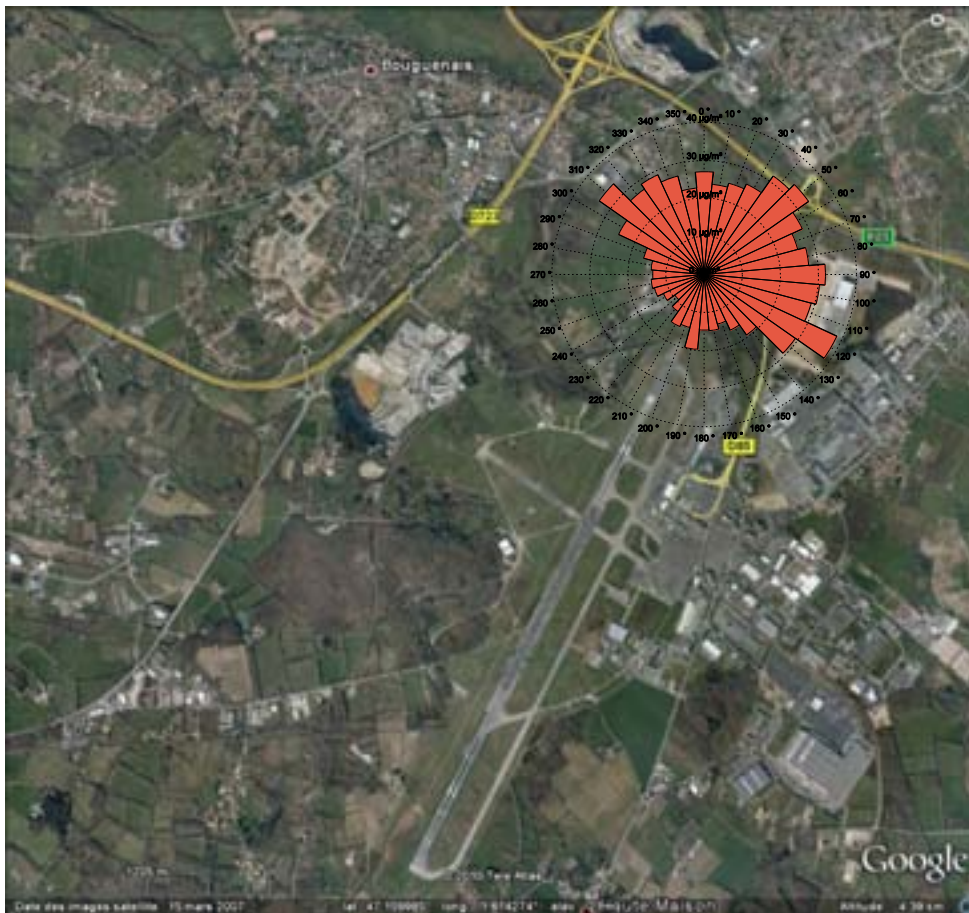
La comparaison aux études passées fait apparaître une pollution de fond en dioxyde d'azote plus élevée lors de la campagne hiver 2008 mise en œuvre par le CETE Nord Picardie. Les concentrations moyennes relevées dans le cadre de cette étude sur les sites de fond reflètent l'élévation caractéristique de la pollution en oxydes d'azote en hiver, notamment à l'ouest et au sud de la plate-forme aéroportuaire. Au sein de la plate-forme aéroportuaire, les niveaux les plus faibles sont mesurés en bout de piste et approchent les niveaux de fond. La pollution moyenne enregistrée sur le parking voitures est systématiquement plus élevée que les niveaux de fond et varient peu d'une période de mesure à l'autre, laissant supposer une compensation de la hausse des niveaux en hiver par une augmentation du trafic en période estivale en lien avec l'activité de la zone aéroportuaire. La concentration moyenne enregistrée dans le cadre de cette étude au niveau de la zone d'avitaillement en kérosène se distingue des concentrations précédemment mesurées puisqu'elle a doublé par rapport à la campagne de l'été 2009. Enfin, les concentrations moyennes les plus élevées ont systématiquement été mesurées au niveau des zones de stationnement avions.



### les mesures en continu par analyseurs automatiques

Les concentrations mesurées à la ferme de la Ranjonnière, localisée au nord-est, dans le prolongement des pistes à environ 500 mètres, sont comparables aux teneurs mesurées sur des sites de l'agglomération nantaise.

Les résultats de l'étude d'impact de la campagne été 2009 se trouvent confirmés : pour des directions de vent en provenance de la zone aéroportuaire, les niveaux en dioxyde d'azote, poussières fines PM<sub>10</sub>, dioxyde de soufre et monoxyde de carbone ne sont pas augmentés. Les émissions de l'aéroport n'ont donc apparemment pas d'impact détectable sur les teneurs atmosphériques mesurées à proximité pour ces polluants durant la période d'étude, du 4 février au 4 mars 2010. Les élévations de dioxyde d'azote et de poussières fines PM<sub>10</sub> s'observent principalement par vents de nord-nord-ouest et par vents d'est, c'est-à-dire sous l'influence de l'agglomération nantaise et de son boulevard périphérique.



Rose de pollution en dioxyde d'azote sur l'ensemble de la campagne de mesure

Les profils journaliers moyens de dioxyde d'azote, poussières fines et monoxyde de carbone, enregistrés à la ferme de la Ranjonnière, mettent en évidence deux élévations de concentrations, le matin et le soir, attribuables au trafic routier.

### **respect de la réglementation**

Les seuils d'information et de recommandation ainsi que les seuils d'alerte (dioxyde d'azote, poussières fines, ozone et dioxyde de soufre) n'ont pas été dépassés au cours de la campagne de mesure. Les niveaux en monoxyde de carbone ont respecté la valeur limite.

A titre indicatif, l'objectif de qualité et la valeur limite ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle) applicables au dioxyde d'azote en 2010 sont respectés sur l'ensemble des sites de mesure en moyenne sur la durée des campagnes été 2009 et hiver 2010 ( $[12,2 - 30,0 \mu\text{g}/\text{m}^3]$ ) excepté au niveau de la zone de stationnement avions face au hall 3 où une concentration moyenne de  $40,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a été mesurée. Un dépassement de ces seuils réglementaires n'est donc pas à exclure au niveau du site 13, d'autant plus que, au centre-ville de Nantes, les niveaux moyens mensuels en dioxyde d'azote sont plus faibles en février 2010 que sur les 8 années précédentes. Toutefois, la pollution en dioxyde d'azote étant habituellement plus importante en période hivernale, les niveaux élevés mesurés en période froide peuvent se trouver compensés par les niveaux moindres mesurés en période estivale.

La valeur limite  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (valeur à ne pas dépasser plus de 35 jours par an) en moyenne journalière a été atteinte une fois à la ferme de la Ranjonnrière durant la campagne de mesure. Toutefois, ces niveaux sont liés à des phénomènes de pollution par les particules à grande échelle qui affectent des zones géographiques de quelques centaines de kilomètres et ne sont pas imputables à la seule activité de l'aéroport.

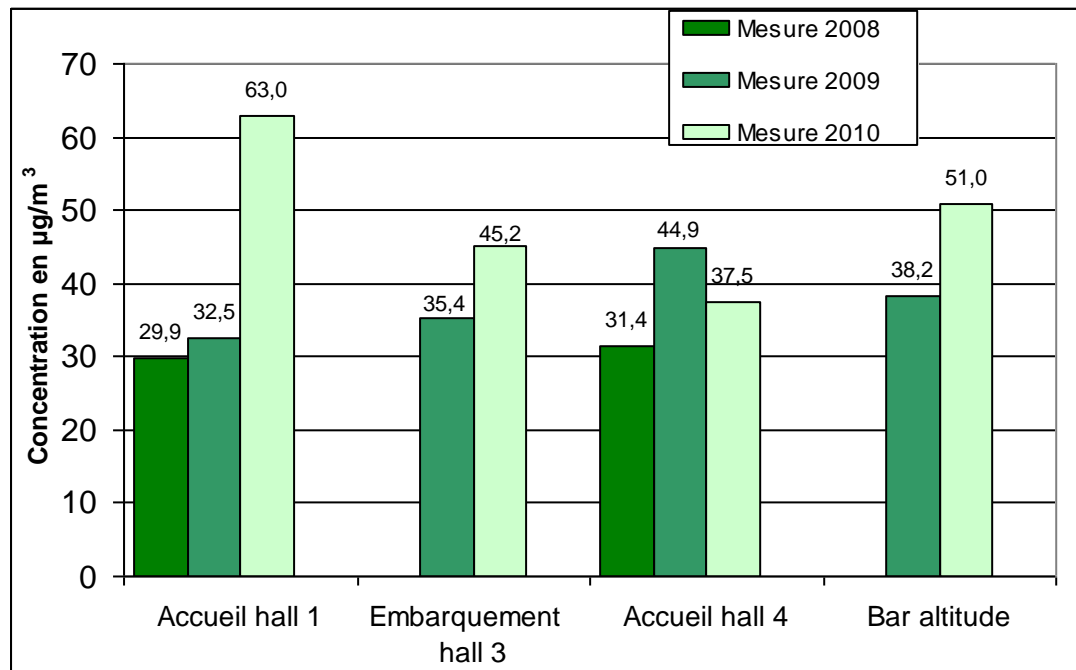
Pour le benzène, sur la base des valeurs obtenues dans cette étude et de la connaissance de la variation des niveaux de pollution, l'objectif de qualité ( $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle) et la valeur limite ( $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle en 2010) devraient être très probablement respectés.

Les objectifs de qualité applicables à l'ozone,  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne 8-horaire maximale du jour et  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne horaire, ont été respectés durant la campagne de mesure.

Enfin, la concentration moyenne en dioxyde de soufre, inférieure à  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , devrait aisément respecter l'objectif de qualité ainsi que la valeur limite, respectivement fixés à 50 et  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle.

## air intérieur dioxyde d'azote

Le graphique ci-dessus précise l'évolution des mesures en dioxyde d'azote au cours des 3 campagnes de mesure au sein des quatre sites de l'aérogare. En 2008, seuls deux sites (Accueil hall 1 et Accueil hall 4) ont été étudiés.



Comparaison des concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> dans les 4 sites investigués à Nantes-Atlantique sur 3 ans

La plupart des concentrations en dioxyde d'azote lors de cette étude sont en nette augmentation par rapport aux campagnes précédentes (2008 et 2009) et supérieures à la valeur annuelle « air extérieur » (40 µg/m<sup>3</sup>), excepté à l'accueil du hall 4. Cette observation s'explique principalement par les effets des variations du temps atmosphérique (mesures effectuées en été 2009 et en hiver 2010) et à leurs conséquences sur l'émission, la dispersion des polluants et sur le régime d'ouverture des portes d'accès à l'aérogare (commutation été/hiver, ayant pour objectif d'économiser de l'énergie en hiver mais pouvant amener une diminution d'aération à la source d'augmentation du confinement).

Une forte concentration en NO<sub>2</sub> est remarquée dans l'accueil de l'aéroport au sein du hall 1 (moyenne de 63,0 µg/m<sup>3</sup>). Ce hall correspond à l'entrée principale des voyageurs qui se rendent aux guichets d'accueil, ainsi qu'aux différentes salles d'embarquement.

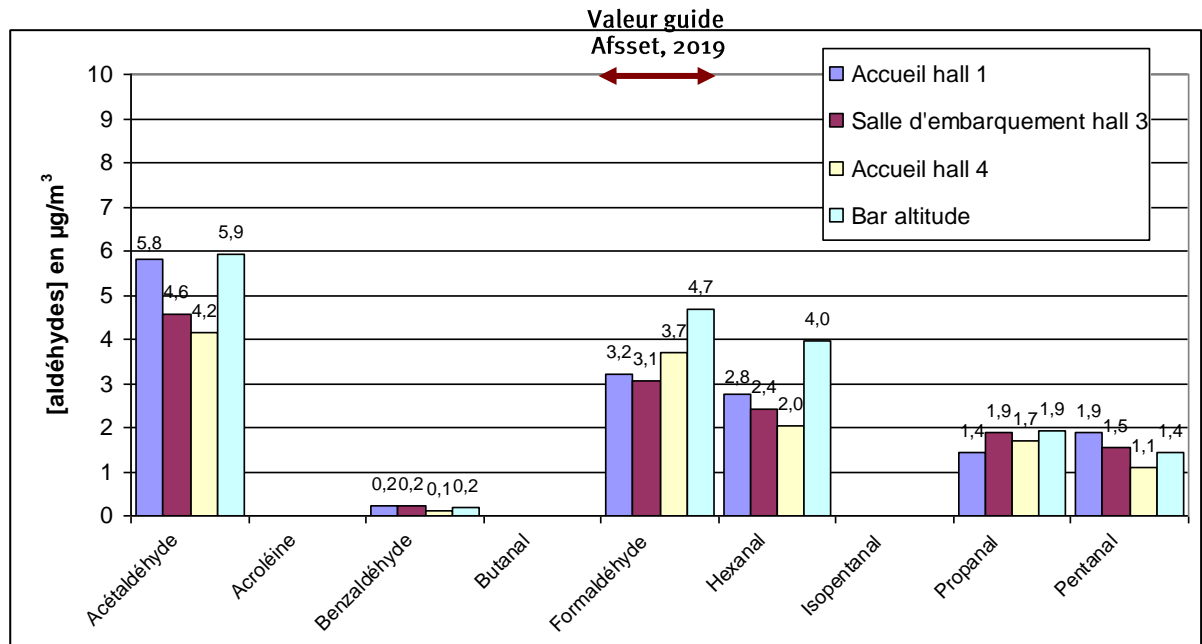
Cette valeur peut être expliquée par la situation et l'orientation des ouvrants extérieurs qui favorisent un transfert de la pollution extérieure vers l'intérieur des bâtiments. Ces portes automatiques sont en effet majoritairement ouvertes et ont un accès direct sur le parking automobile extérieur, ainsi qu'au « dépose minute ». Ce qui implique un trafic important avec une circulation lente voire à l'arrêt avec moteur allumé des véhicules.

La position et l'orientation de la prise d'air du hall 4 peuvent participer également aux concentrations élevées enregistrées en dioxyde d'azote. En effet, cette prise d'air située en terrasse de l'aérogare se situe près de la tourelle évacuant les gaz de combustion du restaurant de l'aérogare. A proximité se trouve également un conduit de cheminée évacuant des gaz de combustion de la chaudière située en sous-sol.

Il n'existe pas à ce jour de valeur guide en air intérieur pour le dioxyde d'azote. Cependant il pourra être noté à titre informatif que, pour les 4 sites localisés à l'intérieur de l'aérogare, la moyenne des concentrations de l'été 2009 et de l'hiver 2010 des sites dépasse légèrement la valeur limite en vigueur 2010 en air extérieur (40 µg/m<sup>3</sup> en valeur annuelle).

### aldéhydes

Le graphique suivant représente les concentrations moyennes en aldéhydes sur les 3 périodes enregistrées au sein des 4 sites de l'aérogare.



Concentrations moyennes en aldéhydes sur les 3 périodes enregistrées au sein des 4 sites

Dans cette étude, le formaldéhyde, l'acétaldéhyde et l'hexaldéhyde sont les trois composés retrouvés en plus grande concentration et ce sur 4 sites de l'aéroport.

Les niveaux enregistrés en formaldéhyde sur les 4 sites de l'aéroport correspondent à la moitié (bar altitude), voire au tiers (trois autres sites) de la valeur guide pour l'air intérieur (10 µg/m³).

Les autres aldéhydes ont des concentrations moyennes inférieures à 2 µg/m³.

Le hall 1 et en particulier le bar altitude correspond aux deux sites où les concentrations en aldéhydes sont les plus élevées, toutes périodes confondues.

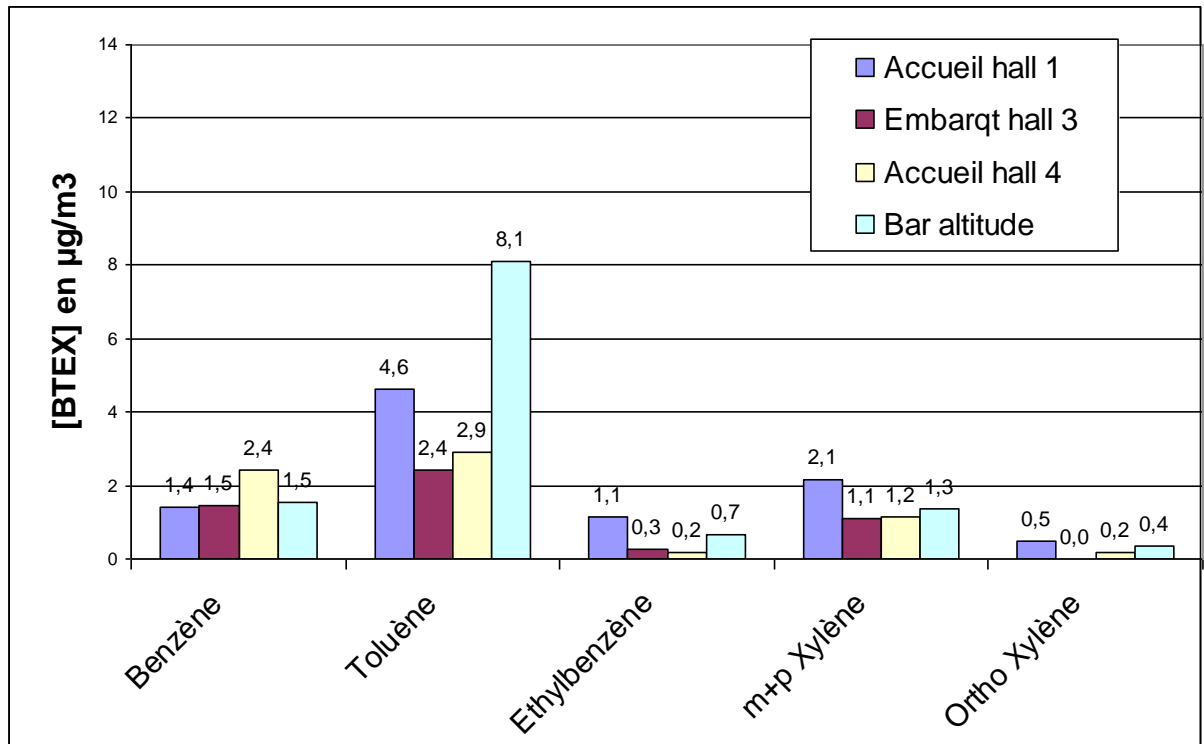
La zone réservée à l'embarquement, au niveau du « bar altitude », concentre majoritairement les aldéhydes analysés. L'accès à cette zone est réservé aux passagers prêts à l'embarquement. De nombreux services leur sont proposés : bar, restauration rapide, parfumerie et boutique de produits cosmétiques (source de formaldéhyde), espace presse (sources d'hexanal). Notons que l'extraction de l'air du bar altitude est moins élevée (5360 m³.h-1) que la salle d'embarquement du hall 3 (6500 m³.h-1), ce qui ne facilite pas la dispersion des polluants spécifiques en ce site.

Le réaménagement récent (moins de 2 ans) au niveau du « bar altitude » a influencé en particulier les résultats en formaldéhyde au cours de la campagne 2009.

Globalement, la plupart des concentrations en aldéhydes mesurées en 2010 sont légèrement supérieures à celles mesurées en 2009, excepté pour le formaldéhyde et le benzaldéhyde.

**BTEX**

Les graphiques représentent les concentrations moyennes en BTEX mesurées durant trois séries de mesures sur les 4 sites étudiés pour l'air intérieur.



Concentrations moyennes en BTEX mesurées en air intérieur dans les 4 sites de l'aérogare

Seules les valeurs en toluène présentent une disparité selon les sites. Les 4 autres polluants analysés (benzène, l'éthylbenzène, les xylènes) ont des concentrations moyennes relativement faibles et homogènes (< 2,4 µg/m³).

Comme ceci a été observé pour les aldéhydes, il apparaît que la zone réservée à l'embarquement, au niveau du « bar altitude », concentre le plus le toluène. Sa moyenne est de 8,1 µg/m³ sur les 3 périodes, avec un maximum de 13,3 µg/m³ lors de la troisième période. Le hall 1 présente également un niveau deux fois plus élevé (4,6 µg/m³) que dans les autres sites de l'aérogare (hall 3 et 4). Cette différence de concentration au regard des autres sites est probablement due à l'émission du sol textile et de la colle utilisée, ainsi que des peintures, émissifs notamment en toluène.

La concentration en benzène est largement inférieure à la Valeur Guide Air Intérieur (VGAi) de 10 µg/m³, proposée par l'Afsset pour une exposition à long terme. Par ailleurs, elle est également inférieure à la valeur limite annuelle en 2010 pour l'air ambiant fixée à 5 µg/m³.

Les concentrations moyennes mesurées en 2010 sont légèrement supérieures à celles mesurées en 2009. Cependant, elles restent faibles au regard des valeurs de références.

## conclusions et perspectives

### évaluation de la qualité de l'air ambiant

Comme en 2009, la comparaison des niveaux moyens mesurés durant cette étude dans les communes avoisinant l'aéroport Nantes-Atlantique aux données du réseau de surveillance de qualité de l'air d'Air Pays de la Loire révèle des niveaux très proches des niveaux mesurés dans le centre urbain de Nantes.

L'étude d'impact n'indique pas d'influence remarquable des émissions de la zone aéroportuaire sur les teneurs atmosphériques en dioxyde d'azote, poussières fines PM<sub>10</sub>, dioxyde de soufre et monoxyde de carbone mesurées à proximité.

Les vents dominants de secteur nord-est durant la campagne de mesure ont par ailleurs exposé la zone investiguée aux émissions en provenance de l'agglomération nantaise et de son boulevard périphérique.

Au sein de la plate-forme, les concentrations en dioxyde d'azote les plus élevées ont été mesurées au niveau de la zone de stationnement avions face au hall 3, du parking voitures et de la zone d'avitaillement. Ces deux premiers résultats confirment ceux obtenus lors des précédentes campagnes de mesure. Cette influence est limitée au sein de la plate-forme.

Les niveaux en benzène sont faibles et très homogènes quelque soit l'environnement du site de mesure.

Durant la présente étude, les seuils réglementaires ont été respectés au sein et dans l'environnement de la plate-forme aéroportuaire. Toutefois, la moyenne en dioxyde d'azote sur la durée des campagnes été 2009 et hiver 2010, mesurée sur l'un des 6 sites situés au sein de la plate-forme aéroportuaire (zone de stationnement avions face au hall 3), a dépassé la valeur limite en moyenne annuelle, et la valeur limite en moyenne journalière applicable aux poussières fines PM<sub>10</sub> a été atteinte une fois (pour 35 autorisés annuellement) à la ferme de la Ranjonnière. Cette comparaison n'est donnée qu'à titre indicatif, la durée de la campagne ne permettant pas de faire une évaluation stricte des concentrations par rapport aux seuils annuels.

Enfin, l'impact du trafic aérien sur la qualité de l'air n'est pas perceptible.

### mesure en air intérieur

Les niveaux enregistrés en dioxyde d'azote en air intérieur sont plus importants par rapport à l'air extérieur. Ceci suggère qu'il y a un transfert de la pollution extérieure vers l'intérieur provoquant une élévation des niveaux favorisés par la proximité des sites investigués par rapport au trafic routier extérieur ou intérieur à la plate-forme. Par ailleurs, des conditions météorologiques défavorables à la dispersion des polluants (mais observées régulièrement dans notre région) ont accentué l'entrée des gaz à combustion du parking extérieur au sein du bâtiment principal.

Le bar altitude a concentré le plus les aldéhydes et les BTEX. Cette espace est un espace où le renouvellement d'air y est le moins important. Par ailleurs, des travaux de rénovation (pose de moquette, application de peinture), ainsi que la présence de nombreuses boutiques (parfumerie, librairie, alimentation,...) peuvent être à l'origine de cette observation.

Les concentrations moyennes en aldéhyde et en BTEX sont plus faibles que celles relevées dans d'autres environnements (logements, écoles), et sont similaires à d'autres aéroports. Les valeurs en formaldéhyde et en benzène sont en deçà des valeurs guides de l'Afsset.

### **perspectives**

Air Pays de la Loire devrait procéder, à la demande de la CCI de Nantes et selon des modalités identiques à la présente étude à une campagne de mesure en période estivale en 2011. Des mesures automatiques des principaux polluants à l'entrée de l'aérogare permettraient d'appréhender l'exposition des piétons aux activités de la plate-forme aéroportuaire (trafic routier induit...) et de corrélérer les niveaux ambiants aux niveaux mesurés à l'intérieur de l'aérogare.

# introduction

**D**ans le cadre de sa démarche environnementale, la Chambre de Commerce et de l'Industrie de Nantes (CCIN) souhaite obtenir des informations sur la qualité de l'air au sein et aux abords de la plate-forme aéroportuaire. Suite à un appel d'offre, Air Pays de la Loire a été sélectionné afin de mener ce projet. Les moyens et techniques utilisés par Air Pays de la Loire ont été soumis et acceptés par la CCIN.

La présente campagne réalisée durant l'hiver 2010 s'inscrit dans le prolongement d'une succession d'études initiée en 2002 par Air Pays de la Loire (du 08/08 au 10/09/2002), poursuivie par le CETE Nord Picardie en 2008 (du 20/11 au 17/12/2008), puis par Air Pays de la Loire en 2009 (du 08/09 au 06/10/2009). L'objectif de ces approches est d'obtenir une photographie la plus complète de la situation en termes de qualité de l'air au niveau de l'aéroport notamment en évaluant la variation saisonnière des concentrations en polluants.

Trois objectifs de surveillance sont poursuivis :

le suivi en continu des niveaux de polluants atmosphériques sur un site localisé dans le prolongement de la piste ;

la caractérisation de la répartition spatiale de polluants au sein et dans l'environnement de la plate-forme ;

l'évaluation de la qualité de l'air intérieur dans l'aérogare.

Ce document présente la démarche et les résultats de mesures réalisées dans l'environnement et au sein de la plate-forme aéroportuaire ainsi que dans l'aérogare durant la campagne de mesure mise en œuvre du 4 février au 18 mars 2010 en collaboration avec la Chambre de Commerce et de l'Industrie de Nantes.



# la réglementation

La réglementation européenne a été transposée en réglementation française. Elle définit 4 types de valeurs réglementaires dans l'air ambiant extérieur :

- les valeurs limites : niveau maximal de pollution atmosphérique, fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution pour la santé humaine et/ou l'environnement ;
- les objectifs de qualité : niveau de pollution atmosphérique fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution pour la santé humaine et/ou l'environnement, à atteindre dans une période donnée ;
- les seuils de recommandation et d'information : niveau de pollution atmosphérique qui a des effets limités et transitoires sur la santé en cas d'exposition de courte durée et à partir duquel une information de la population est susceptible d'être diffusée ;
- les seuils d'alerte : niveau de pollution atmosphérique au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement et à partir duquel des mesures d'urgence doivent être prises.

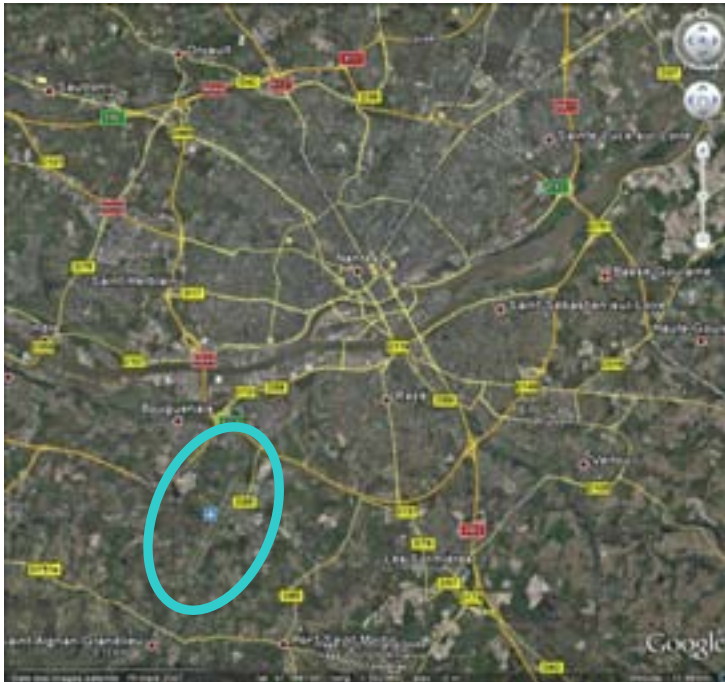
Ces seuils réglementaires pour l'année 2010 sont regroupés dans l'annexe 7.

Pour l'air intérieur, des valeurs guides sont proposées par l'Afsset. (cf. annexe 8)

# le dispositif mis en oeuvre

## présentation de la plate-forme aéroportuaire

L'aéroport de Nantes est situé sur la commune de Bouguenais, dans l'agglomération nantaise, à environ 10 km au Sud-Ouest de Nantes. Le périphérique de Nantes, localisé au nord-est de l'aéroport, est à une distance d'environ un kilomètre. L'aéroport de Nantes accueille environ 2,5 millions de passagers par an.



Carte 1 : localisation de l'aéroport Nantes-Atlantique

## les objectifs de la campagne de mesure

- mesurer en continu les niveaux des principaux polluants atmosphériques (NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, CO, PM<sub>10</sub> et SO<sub>2</sub>), à l'aide d'analyseurs automatiques, sur un site dans l'environnement de l'aéroport pour comparaison à ceux enregistrés en milieu urbain non influencé par l'aéroport (évaluation temporelle et réglementaire) ;
- mesurer les niveaux de benzène et de dioxyde d'azote à l'aide de tubes passifs afin de réaliser une cartographie de ces niveaux dans l'environnement de la plate-forme aéroportuaire (évaluation spatiale et réglementaire) ;
- mesurer les niveaux de dioxyde d'azote, de benzène et d'aldéhydes à l'intérieur de l'aéroport afin d'évaluer la qualité de l'air intérieur.

## mesures des polluants par analyseurs automatiques

Le dioxyde d'azote, les poussières fines, le dioxyde de soufre, l'ozone et le monoxyde de carbone ont été mesurés en continu tous les quarts d'heure par des analyseurs automatiques installés dans le laboratoire mobile :

- le NO<sub>2</sub> selon la norme NFX 43-018 par la technique de chimiluminescence ;
- les PM<sub>10</sub> à l'aide du système TEOM-FDMS ;
- le SO<sub>2</sub> selon la norme NFX43-019 par la technique de fluorescence UV ;
- l'ozone (O<sub>3</sub>) selon la norme NF ISO 13964 par la technique d'absorption UV ;
- le monoxyde de carbone (CO) selon la norme NFX43-044 par la technique d'absorption infrarouge.

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

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

### localisation du laboratoire mobile

Le camion laboratoire a été installé à la ferme de la Ranjonnière, comme en 2002 et 2009 lors des campagnes réalisées par Air Pays de la Loire et en 2008 par le CETE. Ce site se situe à environ 500 mètres de l'extrémité de la piste et 600 mètres du périphérique.



Carte 2 : localisation du camion laboratoire

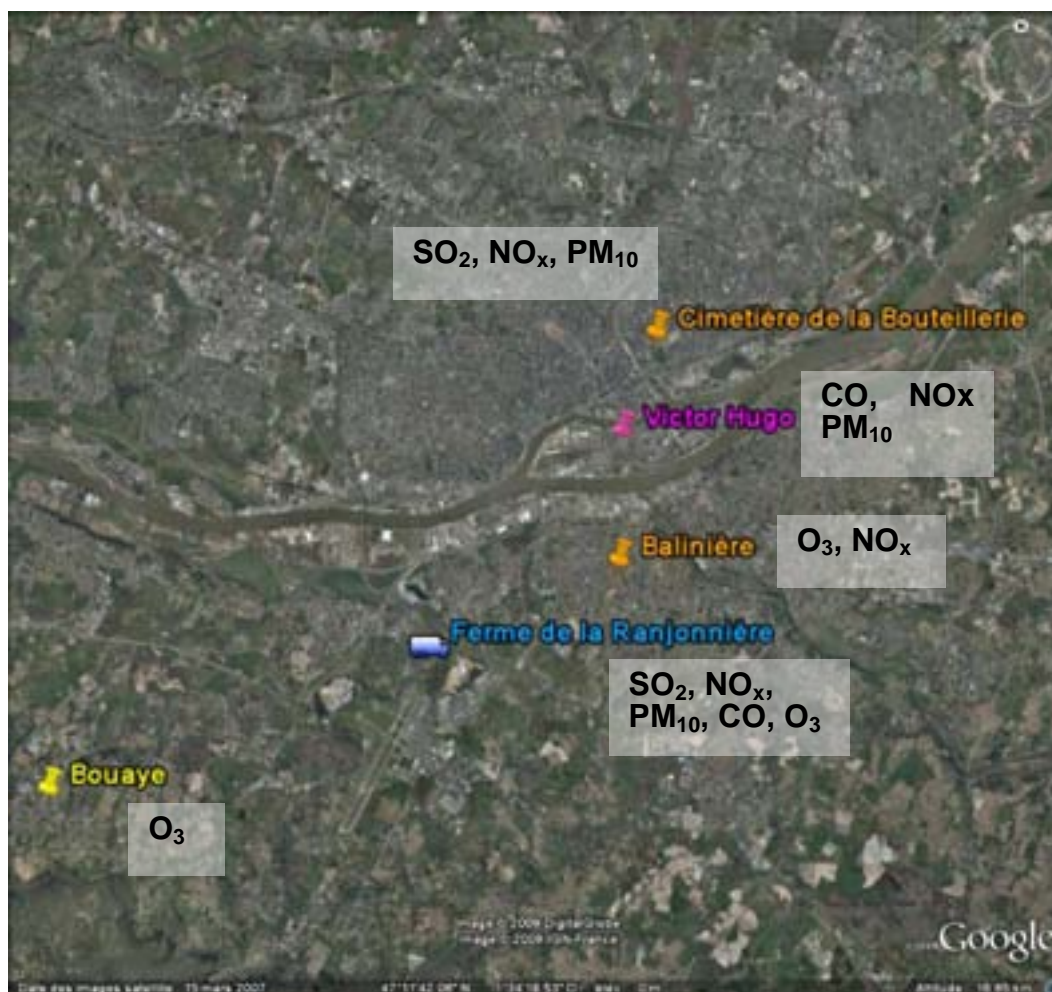
Par ailleurs, dans le cadre de sa mission de surveillance de la qualité de l'air, Air Pays de la Loire dispose de sites permanents sur l'ensemble des agglomérations de plus de 50 000 habitants.

Ainsi 4 sites dans l'agglomération nantaise ont été choisis comme points de comparaison :

nom du site	typologie	adresse	site
Victor Hugo	trafic	14 boulevard Victor 44000 Nantes	
Bouteillerie	urbain	8 rue Gambetta 44000 Nantes	
Rezé	urbain	rue Balinière 44400 Rezé	
Bouaye	périurbain	rue des Epinettes 44830 Bouaye	

Cette comparaison est réalisée dans le but de situer les niveaux de concentrations mesurés dans l'environnement de l'aéroport par rapport à d'autres stations de l'agglomération nantaise non influencées par l'aéroport.

La carte ci-dessous situe les différents sites de mesure et précise la typologie des 4 sites de comparaison.



Carte 3 : localisation des stations d'Air Pays de la Loire en 2010

site urbain site périurbain site de trafic

## mesure des polluants par tubes passifs

Le dioxyde d'azote, les BTEX ainsi que les aldéhydes ont été mesurés par des tubes à diffusion passive. La méthode de mesure par tubes à diffusion passive est basée sur le transport par diffusion moléculaire du polluant de l'air extérieur vers une zone de piégeage (cartouche adsorbante) constituée d'un adsorbant spécifique. Le polluant est ainsi retenu et s'accumule sur cette cartouche.

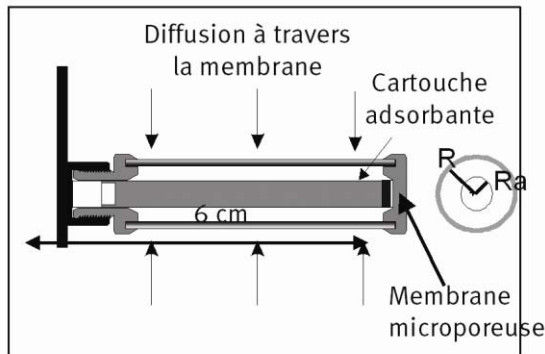


Figure 1 : principe du tube à diffusion passive



Photo 1 : tubes installés pour la collecte

Après exposition dans l'air ambiant, le tube est envoyé en laboratoire pour analyse. L'analyse de ces substrats de collecte a été sous-traitée au laboratoire d'analyse physico-chimique d'Atmo Picardie. Ce laboratoire est accrédité COFRAC (accréditation n°1-1476) selon le périmètre « Prélèvements et analyses des polluants atmosphériques à l'émission et dans l'air ambiant » pour le benzène, le toluène et l'ortho-xylène.

Ces mesures ont été effectuées à la fois au sein et aux abords de la plate-forme aéroportuaire (NO<sub>2</sub> et BTEX) durant 2 périodes d'exposition consécutives de 14 jours et à l'intérieur de l'aérogare (NO<sub>2</sub>, BTEX et aldéhydes) durant 3 périodes d'exposition de 7 jours.

Les tubes utilisés sont de type Perkin Elmer pour les BTEX et Radiello pour les aldéhydes et le dioxyde d'azote.

## localisation des sites de mesure

La localisation des sites de mesure a été proposée par Air Pays de la Loire et validée par la Chambre de Commerce et de l'Industrie de Nantes. Seize sites ont été positionnés afin d'évaluer la qualité de l'air et de réaliser une cartographie des niveaux de qualité de l'air : 10 sites localisés dans les communes environnantes, appelés sites de fond dans la suite du rapport (en jaune dans la carte ci-dessous) et 6 sites localisés au sein de la plate-forme (en rouge dans la carte ci-dessous).

La carte ci-dessous représente la localisation de ces sites.



Carte 4 : localisation des tubes passifs

Les détails concernant ces sites sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

N° de sites	Localisation	Caractéristique
1	rue de la Musse -chemin des Belians	Commune environnante (Bouguenais)
2	Impasse Louis Rossel	Commune environnante (Bouguenais)
3	Intersection du Chemin des parachutistes et du chemin du Bel endroit	Commune environnante (Bouguenais)
4	En face du 13 route des Ecobuts	Commune environnante (Saint-Aignan-Grandlieu)
5	Entrée de l'écurie du grand lac	Commune environnante (Saint-Aignan-Grandlieu)
6	Intersection de la route du champ de Foire et de la route des Bauches	Commune environnante (Saint-Aignan-Grandlieu)
7	hameau au croisement de la route des Douze Traits et de la route du Pinier	Commune environnante (Saint-Aignan-Grandlieu)
8	hameau route de Bel Air de Gauchoux	Commune environnante (Saint-Aignan-Grandlieu)
9	fin chemin de la Cendrie	Commune environnante (Bouguenais)
10	ferme de la Ranjonnière	Commune environnante
11	Bout de piste QFU 03	Abords des pistes
12	Zone d'avitaillement en kérozène	Avitaillement en kérozène
13	Zone stationnement avions face au hall 3	Zone de stationnement des avions
14	Zone stationnement avions face au hall 4	Zone de stationnement des avions
15	Bout de piste QFU 21	Abords des pistes
16	Parking voiture n° 1, rangée 3	Au sein du parking de voitures extérieur

Tableau 1 : localisation des sites de mesure en air extérieur

### localisation des sites de mesure dans l'aérogare

Quatre sites de mesure ont été positionnés à l'intérieur de l'aérogare afin d'évaluer la qualité de l'air intérieur.

Le tableau ci-dessous récapitule la localisation de ces sites. Les plans de l'aérogare et la position des tubes passifs sont en annexe 1.

Nom du site	Localisation
A	Accueil hall 1
B	Salle d'embarquement hall 3
C	Accueil hall 4
D	Bar altitude

Tableau 2 : localisation des tubes passifs à l'intérieur de l'aérogare



## périodes de mesure

La campagne de mesure s'est déroulée du 4 février au 18 mars 2010.

Les deux tableaux suivants récapitulent la durée des périodes de mesure selon le type de mesures effectuées.

### mesures par analyseurs automatiques

	Polluants	Début	Fin
<b>Air extérieur</b>	NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>	04/02/2010	04/03/2010

Tableau 3 : période de mesure par analyseurs automatiques

### mesures par tubes à diffusion passive

	Polluants	Période 1	Période 2	Période 3	Nbre de sites
<b>Air extérieur</b>	NO <sub>2</sub>	11/02-25/02/2010	25/02-11/03/2010	-	16
	BTX				16
<b>Air intérieur</b>	NO <sub>2</sub>	11/02-18/02/2010	18/02-25/02/2010	11/03-18/03/2010	4
	BTX				4
	Aldéhydes				4

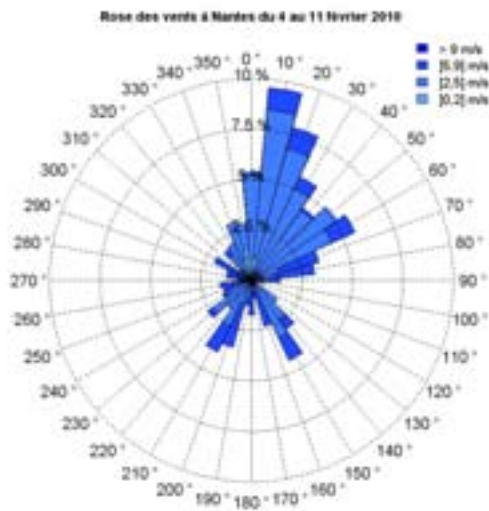
Tableau 4 : périodes de mesure par tubes passifs

# les résultats

## représentativité de la période de mesure

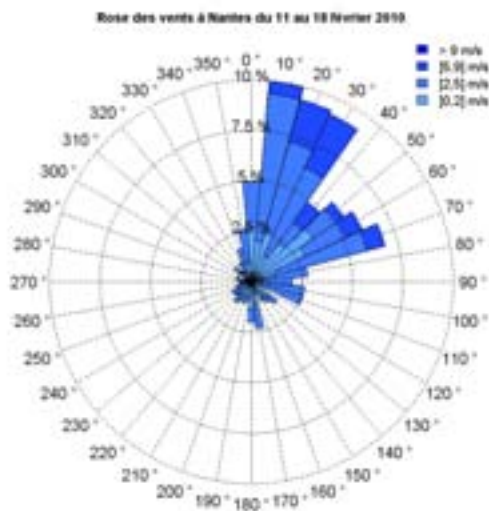
### représentativité de la situation météorologique

Les données météorologiques présentées ci-dessous ont été obtenues à partir des informations fournies par la station Météo France de Nantes-Atlantique.



Température moyenne : 4,9°C

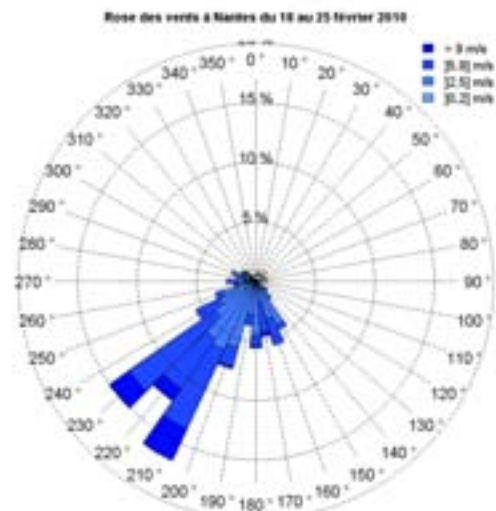
**04/02/10-11/02/10**



1<sup>ère</sup> série : 11/02/10-25/02/10

Température moyenne : -0,1°C

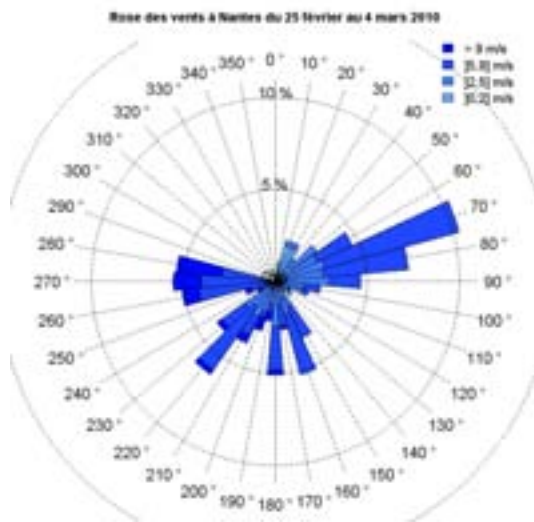
**11/02/10-18/02/10**



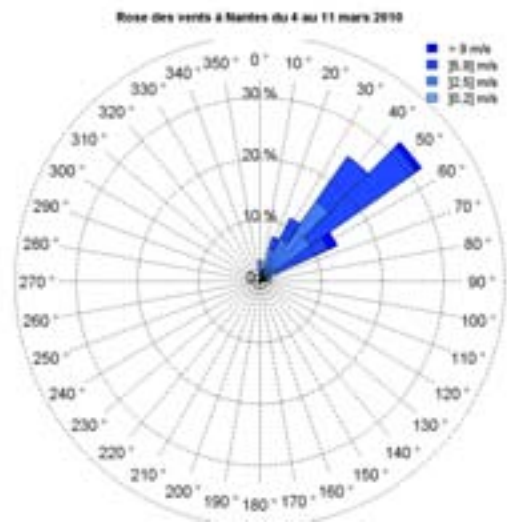
Température moyenne : 7,5°C

**18/02/10-25/02/10**

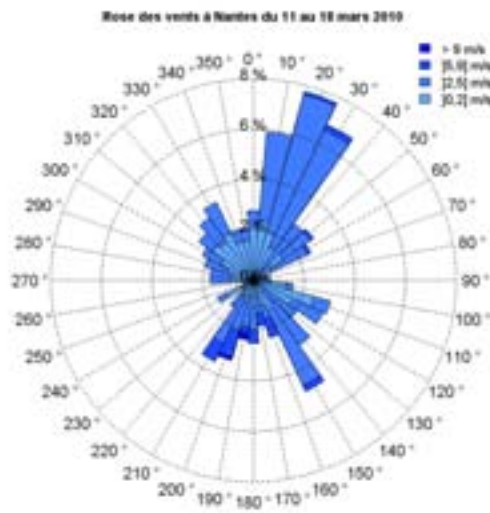
2<sup>ème</sup> série : 25/02/10-11/03/10



Température moyenne : 8,1°C  
25/02/10-04/03/10



Température moyenne : 3,2°C  
04/03/10-11/03/10



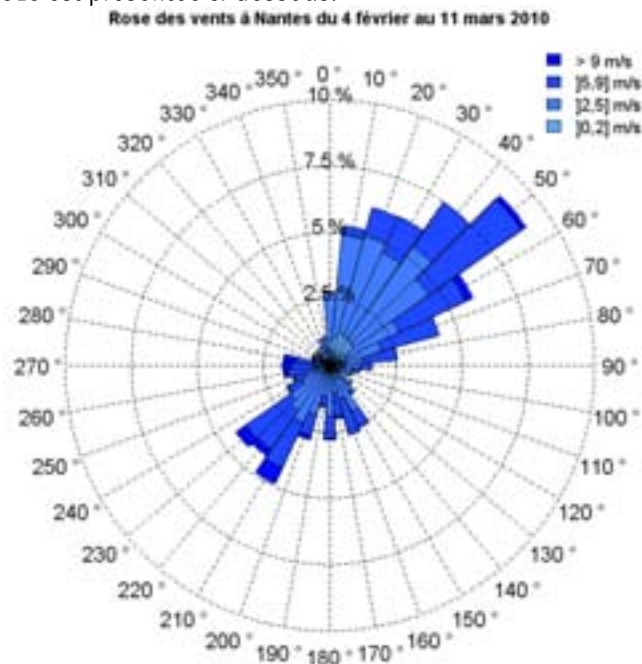
Température moyenne : 6,9°C  
11/03/10-18/03/10

Graphique 1 : roses des vents et températures moyennes hebdomadaires durant la campagne de mesure en air extérieur

Globalement, le froid est revenu à la fin de la première décade de février avant le retour à un temps plus doux après le 20 février, impliquant des températures inférieures aux normales : -0,1°C en moyenne du 11 au 18 février.

Les vents de nord-est ont prédominé durant la campagne de mesure. La dernière semaine de février a vu défiler plusieurs tempêtes significatives. Lors du dernier épisode venteux, du 27 au 28 février, le vent a soufflé en tempête de secteur ouest - sud ouest jusqu'à 16,3m/s.

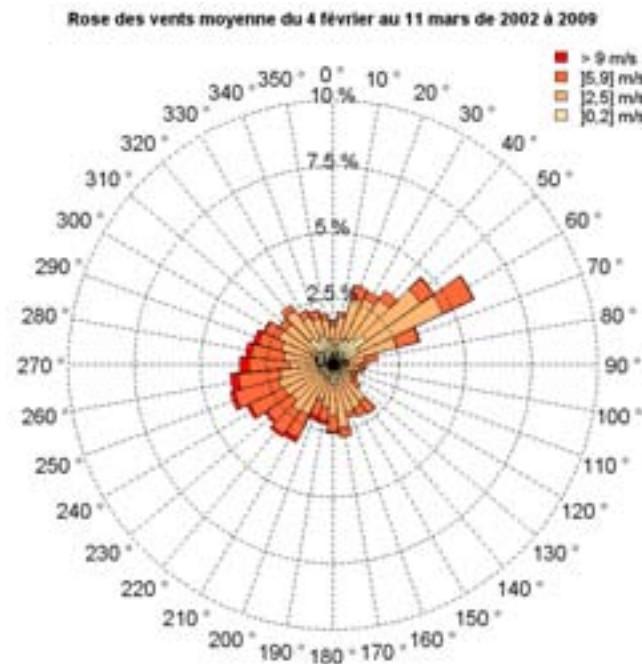
La rose des vents pour la totalité de la campagne de mesure en air extérieur du 4 février au 11 mars 2010 est présentée ci-dessous.



Graphique 2 : rose des vents du 4 février au 11 mars 2010

L'analyse de la direction des vents sur la totalité de la campagne montre une prédominance des vents de nord-est, comme en 2009. Le site de la ferme de la Ranjonnière était minoritairement sous l'influence des vents en provenance de l'aéroport.

Afin d'estimer la représentativité de la période de mesure par rapport aux années précédentes, une rose des vents a été réalisée pour la période de la campagne de mesure, du 4 février au 11 mars, de 2002 à 2009.



Graphique 3 : rose des vents moyenne sur la période du 4 février au 11 mars de 2002 à 2009

En comparant la rose des vents durant la campagne de mesure à la rose des vents moyenne de la période du 4 février au 11 mars de 2002 à 2009, un déficit des vents de secteur nord-ouest à ouest est constaté pour la campagne de mesure 2010. Les vents de secteur nord-est, bien que plus faibles, sont les plus fréquents.

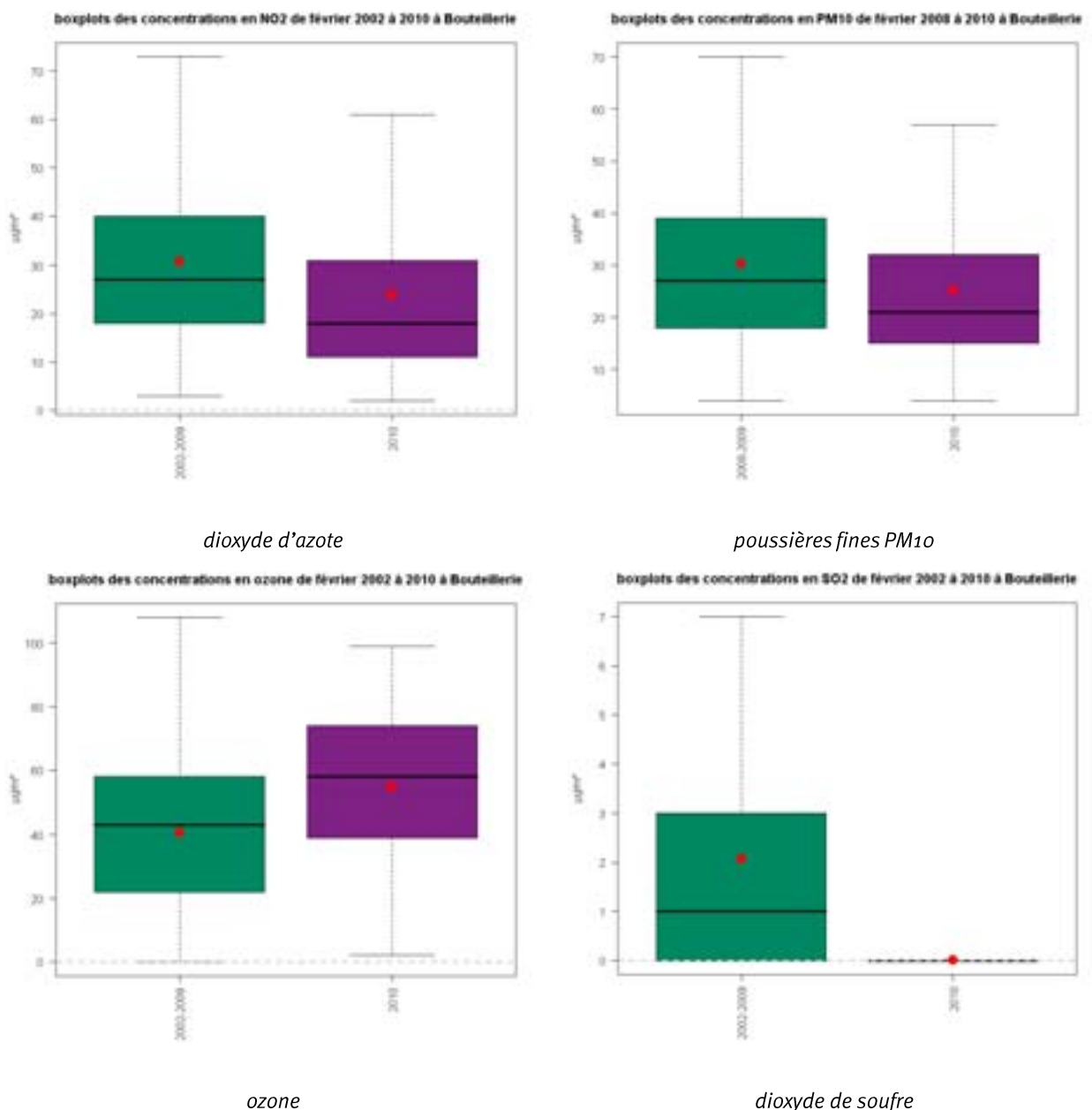
## représentativité des niveaux de pollution

La représentativité des niveaux de pollution lors de la campagne 2010 a été examinée par rapport aux années précédentes. Cet examen permet d'évaluer si les niveaux enregistrés lors de la campagne peuvent être comparés aux seuils réglementaires, souvent établis à l'échelle annuelle et si l'évolution des niveaux constatés lors de cette étude par rapport aux campagnes précédentes est liée à l'influence de l'aéroport ou à des conditions extérieures.

Le site du cimetière de la Bouteillerie, situé dans le centre de Nantes, sert de référence.

## représentativité des niveaux de pollution de la période de mesure

Les graphiques suivants, appelés boxplots (ou boîtes à moustache), représentent la distribution des concentrations mesurées au cours de la période des mois de février de 2002 à 2009 en comparaison avec le mois de février 2010 au cimetière de la Bouteillerie.



Graphique 4 : boxplots des concentrations des mois de février 2002 à 2010 au cimetière de la Bouteillerie à Nantes.

● moyenne - — médiane

	moyenne février 2002-2009 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	moyenne février 2010 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	$\Delta$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	$\Delta\%$
<b>NO<sub>2</sub></b>	30.8	23.9	-6.9	-22.40%
<b>PM<sub>10</sub></b>	30.4	25	-5.4	-17.76%
<b>O<sub>3</sub></b>	40.8	54.9	14.1	34.56%
<b>SO<sub>2</sub></b>	2.1	0.0	-2.09	-99.52%

Tableau 5 : écarts relatifs entre les concentrations moyennes des mois de février 2002 à 2009 et février 2010 au cimetière de la Bouteillerie à Nantes.

Par rapport aux mois de février précédents, seuls les niveaux moyens enregistrés en ozone lors du mois de février 2010 sont supérieurs avec respectivement  $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le mois de février moyen et  $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le mois de février 2010. Cet écart est lié à l'excédent d'heures d'insolation par rapport à la normale enregistrée en février 2010 avec une deuxième décennie particulièrement ensoleillée.

La concentration moyenne en dioxyde d'azote est plus faible en février 2010 ( $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  contre  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le mois de février moyen), soit un écart de 22%.

Pour le dioxyde de soufre, la différence est significative (100%) mais les niveaux étant très faibles ( $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le mois de février moyen et inférieurs à  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le mois de février 2010), les concentrations sont considérées comme étant égales.

Enfin concernant les poussières fines PM<sub>10</sub>, la comparaison a été restreinte à la moyenne des mois de février 2008 et 2009 du fait de la mise en place récente d'une nouvelle méthode de mesure (système FDMS). La concentration moyenne sur les mois de février 2008 et 2009 est de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  contre  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  lors du mois de février 2010, soit une baisse de 35%.

Les concentrations en dioxyde d'azote et poussières fines PM<sub>10</sub> étant inférieures aux normales, la pollution mesurée à l'aéroport durant cette étude est probablement sous estimée.

## résultats : air ambiant

Les résultats issus des deux séries de mesures par tubes passifs ont été répartis en deux catégories. Les résultats sont présentés :

pour les sites qui se trouvent au sein de la plate-forme aéroportuaire : sites n° 11 à 16 ;

pour les sites situés à l'extérieur de la plate-forme : sites n° 1 à 10.

Le détail des résultats se trouve en annexe 2.

### le dioxyde d'azote

#### résultats 2010

#### mesures par tubes à diffusion passive

Les résultats sont regroupés dans le tableau ci-dessous et sont exprimés en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ :

		au sein de la plate-forme aéroportuaire (sites n°11 à 16)	fond (sites n°1 à 10)
1 <sup>ère</sup> série	Moyenne	27,4	18,7
	Min	11,3 (site 11)	11,3 (site 3)
	Max	45,2 (site 13)	25,4 (site 9)
2 <sup>ème</sup> série	Moyenne	35,4	21,0
	Min	23,2 (site 11)	13,6 (site 5)
	Max	38,1 (site 13)	30,0 (site 3)
campagne	moyenne	<b>30,6</b>	<b>19,9</b>
	Min	17,2 (site 11)	14,6 (site 5)
	Max	41,6 (site 13)	26,4 (site 2)

Tableau 6 : résultats de la campagne de mesure pour le dioxyde d'azote

Sur l'ensemble de la campagne, les niveaux moyens en dioxyde d'azote enregistrés dans les communes environnantes de la plate-forme aéroportuaire sont plus faibles que les niveaux enregistrés dans l'agglomération nantaise durant la même période ( $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  relevés au cimetière de la Bouteillerie et à Rezé).

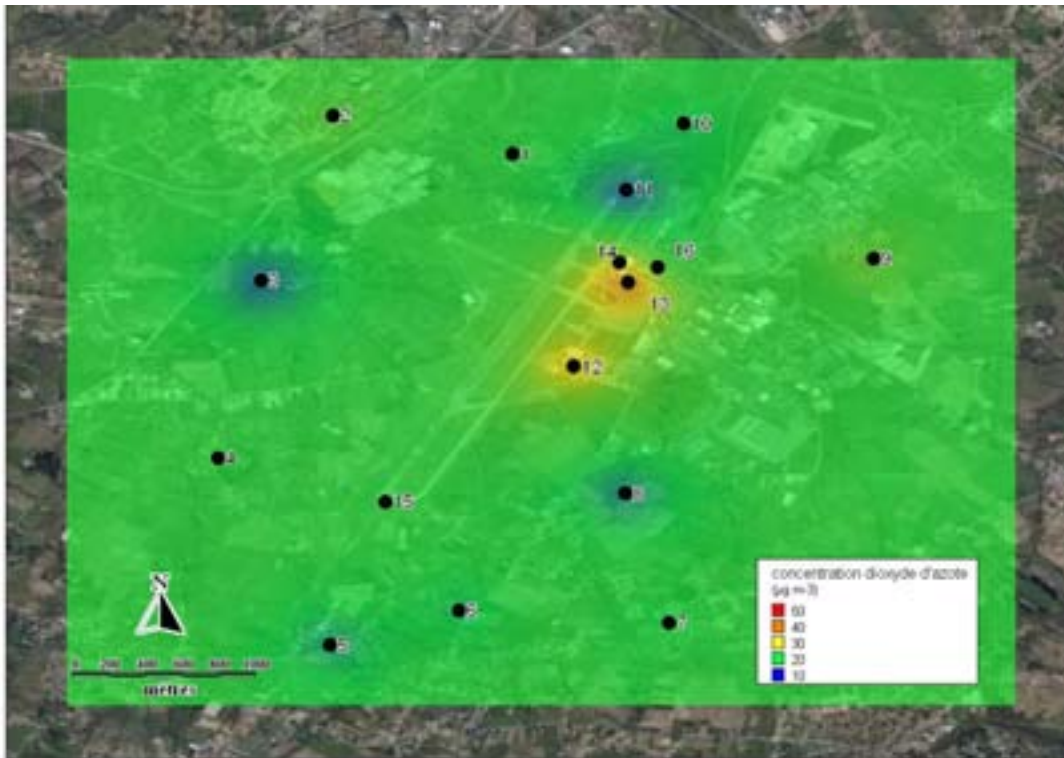
Au sein de la plate-forme aéroportuaire, les concentrations moyennes en dioxyde d'azote sur l'ensemble de la campagne varient de  $11,3$  à  $45,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et sont globalement supérieures à celles enregistrées dans les communes environnantes, en raison principalement :

- aux abords des parkings avions, des activités des engins véhiculant les bagages ou ravitaillant l'avion en kérosène avant son décollage ( $41,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne sur la campagne de mesure au niveau de la zone de stationnement avions face au hall 3) ;
- des émissions des voitures de particuliers influençant les concentrations au niveau du parking extérieur ( $36,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  lors de la 2<sup>ème</sup> série de mesure au niveau du parking voiture n°1) ;
- aux abords de la zone d'avitaillement, probablement de l'activité des engins s'approvisionnant en carburant.

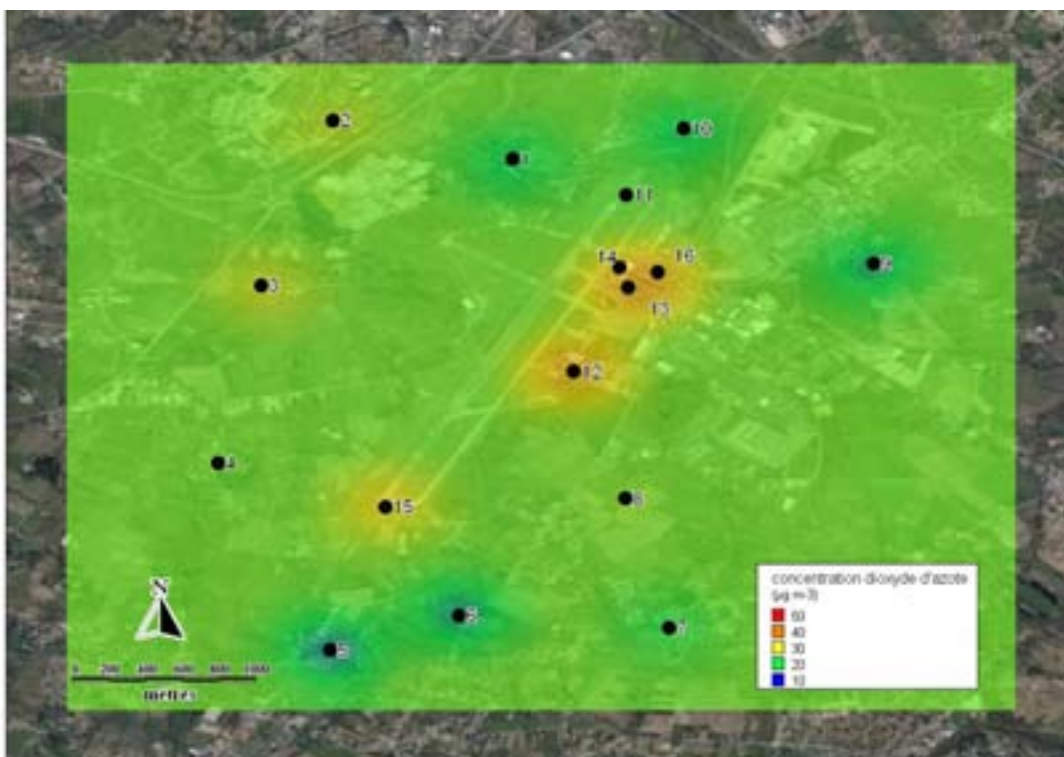
Les concentrations les plus faibles ont été relevées au niveau du bout de piste QFU03. Au niveau des sites situés autour de la plate-forme aéroportuaire, les concentrations moyennes varient de  $11,3$  à  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Les niveaux les plus élevés ont été enregistrés en fin de chemin de la Cendrie et au niveau de l'intersection du chemin des parachutistes et du chemin du bel endroit. Globalement, les niveaux moyens les plus faibles ont été enregistrés à l'entrée de l'écurie du grand Lac, site le plus méridional.

En conclusion, en moyenne, les concentrations sur les sites situés au sein de l'aéroport sont plus élevées de 55% par rapport à celles relevées sur les sites de fond. Ceci suggère que les activités de l'aéroport ont un impact sur les niveaux en dioxyde d'azote mais cet impact est limité au sein de la plate-forme aéroportuaire.

Les deux cartes suivantes illustrent cette répartition spatiale lors des deux séries de mesures. En 2010, la valeur limite applicable au dioxyde d'azote a atteint l'objectif de qualité, soit  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ces seuils sont représentés sur l'échelle de concentration par la couleur orange. Toutes les concentrations leur sont inférieures exceptée la moyenne mesurée durant la première quinzaine de prélèvement au niveau de la zone de stationnement avions face au hall 3 ( $45,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Les points de mesure présentant les concentrations les plus faibles apparaissent dans les zones en bleu.



Carte 5 : cartographie des niveaux en dioxyde d'azote lors de la 1<sup>ère</sup> série de mesures

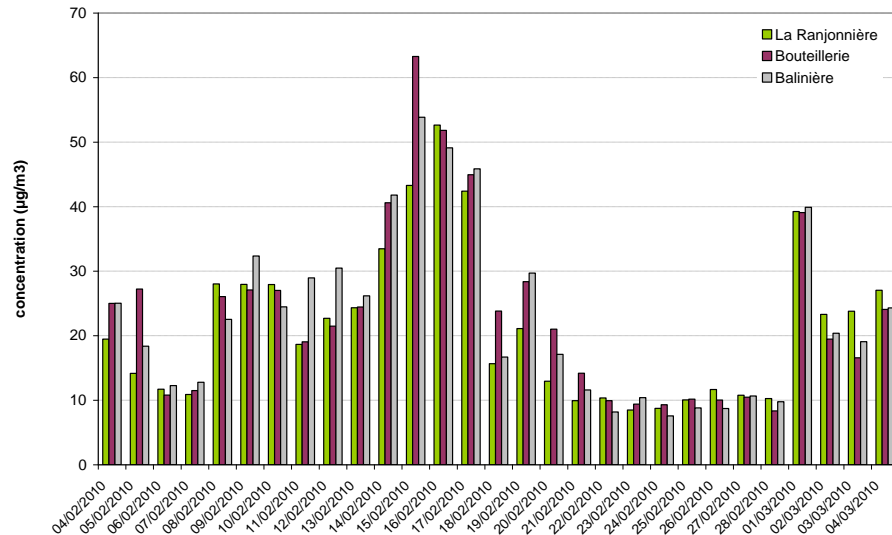


Carte 6 : cartographie des niveaux en dioxyde d'azote lors de la 2<sup>ème</sup> série de mesures



### mesures automatiques

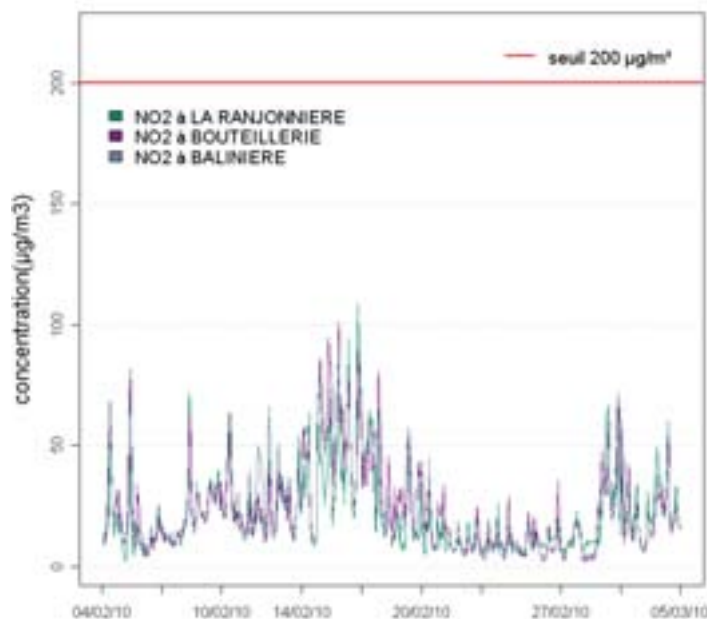
Le graphique suivant présente l'évolution temporelle des moyennes journalières en NO<sub>2</sub>. Ces niveaux sont comparés avec ceux enregistrés sur les sites urbains du cimetière de la Bouteillerie (centre-ville de Nantes) et de Balinière (commune de Rezé).



Graphique 5 : moyennes journalières en NO<sub>2</sub> à la ferme de la Ranjonnière, au cimetière de la Bouteillerie et à Balinière du 4 février au 4 mars 2010

Les concentrations enregistrées sur ces trois sites sont comparables avec un niveau moyen journalier de 23 µg/m<sup>3</sup> au cimetière de la Bouteillerie et à Balinière et de 21 µg/m<sup>3</sup> à la ferme de la Ranjonnière, ce qui suggère une homogénéité des concentrations en dioxyde d'azote dans l'agglomération nantaise. La ferme de la Ranjonnière enregistre une moyenne journalière maximale de 53 µg/m<sup>3</sup> le 16 février, similaire à celle relevée à Balinière la veille. La moyenne journalière maximale enregistrée à la Bouteillerie a été atteinte ce même jour avec 63 µg/m<sup>3</sup>.

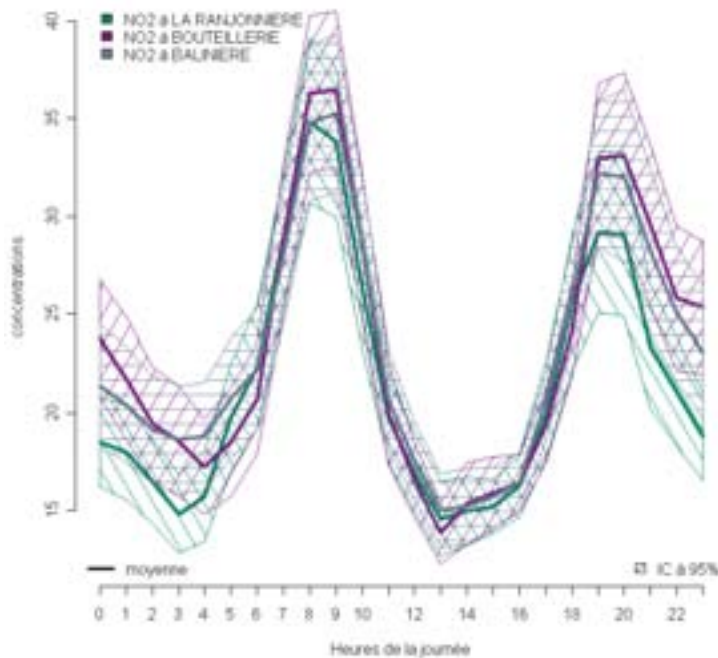
Le graphique suivant présente l'évolution temporelle des moyennes horaires en NO<sub>2</sub>. Ces niveaux sont comparés avec ceux enregistrés sur les sites urbains du cimetière de la Bouteillerie et de Balinière.



Graphique 6 : moyennes horaires en dioxyde d'azote à la ferme de la Ranjonnière, au cimetière de la Bouteillerie et à Balinière. Les moyennes horaires les plus élevées sont de 108, 93 et 101 µg/m<sup>3</sup> respectivement à la ferme de la Ranjonnière, à Balinière et au cimetière de la Bouteillerie.

Ce maximum horaire atteint à la ferme de la Ranjonnière le 16 février à 20h est inférieur de 46% au seuil d'information et de recommandation fixé à 200 µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire.

Le graphique suivant représente l'évolution moyenne des niveaux en dioxyde d'azote mesuré au cours d'une journée. Ce profil journalier moyen est affiché sous forme d'enveloppes de dispersion avec les moyennes journalières et l'intervalle de confiance de 5 % sur la moyenne. L'intervalle de confiance correspond à un intervalle dans lequel on retrouve, avec une probabilité de 95%, la vraie moyenne de l'échantillon.



Graphique 7 : profil journalier en NO<sub>2</sub>

Une hausse des niveaux en dioxyde d'azote est observée le matin à mettre en relation avec la pointe du trafic routier due aux déplacements domicile-travail. Une hausse est également enregistrée en fin d'après-midi, elle est aussi liée au trafic routier. Rappelons que le site de la Ranjonnière est à environ 600 mètres du périphérique et a été influencé en raison de l'origine des vents (nord-est).

La pointe, plus importante le matin, est à mettre en relation avec la faible épaisseur de la couche limite atmosphérique à cette période de la journée, ce qui concentre les polluants dans un volume restreint, il y a donc accumulation de NO<sub>2</sub> d'où des niveaux plus élevés.

Les niveaux apparaissent plus élevés le matin et plus faibles le soir à la ferme de la Ranjonnière par rapport aux deux autres sites.

### suivi de la réglementation

Ni le seuil d'information et de recommandation ni le seuil d'alerte n'ont été dépassés au cours de la campagne de mesure. En effet, le maximum horaire atteint à la ferme de la Ranjonnière, de 108 µg/m<sup>3</sup>, ne représente que 54 % du seuil fixé à 200 µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire.

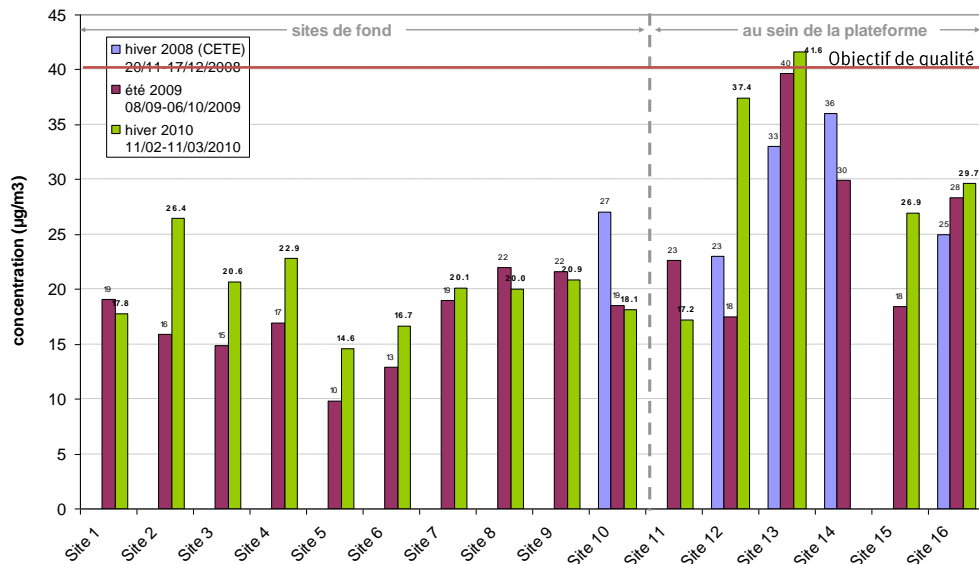
A titre indicatif, l'objectif de qualité et la valeur limite (40 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle) applicables au dioxyde d'azote en 2010 sont respectés sur l'ensemble des sites de mesure en moyenne sur la durée de la campagne. ( [14,6 – 37,4 µg/m<sup>3</sup>] ) excepté au niveau de la zone de stationnement avions face au hall 3 où 41,6 µg/m<sup>3</sup> ont été mesurés. Un dépassement de ces seuils réglementaires n'est donc pas à exclure au niveau du site 13, d'autant plus que le tableau 5 fait apparaître des niveaux moyens mensuels en dioxyde d'azote plus faibles en février 2010 que sur les 8 années précédentes. Toutefois, la pollution en dioxyde d'azote étant habituellement plus importante en période hivernale, les niveaux élevés mesurés en période froide peuvent se trouver compensés par les niveaux moindres mesurés en période estivale. Ainsi, en moyenne sur les campagnes de l'été 2009 et la présente étude hivernale, les niveaux en dioxyde d'azote varient entre 12,2 et 30,0 µg/m<sup>3</sup> sur l'ensemble des sites de mesure, excepté au niveau de la zone de stationnement avions face au hall 3 où la moyenne dépasse l'objectif de qualité, avec 40,7 µg/m<sup>3</sup> (en moyenne sur les deux campagnes).

### comparaison aux études passées mesures par tubes à diffusion passive

Le CETE Nord Picardie a mesuré le dioxyde d'azote lors de sa campagne de mesure hivernale du 20 novembre au 17 décembre 2008 [9].

Air Pays de la Loire a par la suite menée une campagne de mesure durant l'été 2009, du 8 septembre au 6 octobre 2009 [17].

Le graphique ci-dessous représente les concentrations moyennes en dioxyde d'azote mesurées par tubes à diffusion passive lors de l'hiver 2008, de l'été 2009 et de l'hiver 2010.



Graphique 8 : concentrations moyennes en dioxyde d'azote durant les campagnes de mesure de l'hiver 2008, l'été 2009 et l'hiver 2010

Distinguons les sites de fond dans les communes environnantes des sites situés au sein de la plateforme, a priori influencés.

A la Ranjonnière, le niveau moyen en dioxyde d'azote relevé lors de l'hiver 2008 est nettement supérieur à ceux enregistrés dans le cadre des deux dernières études. Ces résultats se trouvent confirmés, dans une moindre mesure, par les mesures automatiques (cf graphe 9) mais également par les niveaux relevés sur le réseau de surveillance d'Air Pays de la Loire : au cimetière de la Bouteillerie dans le centre ville de Nantes, durant les campagnes de mesure hiver 2008, été 2009 et hiver 2010, les niveaux moyens étaient respectivement de 30, 18 et 23 µg/m³. Rappelons qu'en période hivernale, les émissions du trafic routier et du secteur résidentiel et tertiaire (chauffage) sont plus importantes qu'en été. Les concentrations moyennes relevées dans le cadre de cette étude sur les sites de fond reflètent cette élévation de la pollution en hiver, notamment à l'ouest et au sud de la plate-forme aéroportuaire.

Au sein de la plate-forme aéroportuaire, les niveaux les plus faibles sont mesurés en bouts de piste QFU03 et QFU21 et approchent les niveaux de fond.

La pollution moyenne enregistrée sur le parking voitures est systématiquement plus élevée que les niveaux de fond et varient peu d'une période de mesure à l'autre. Deux phénomènes semblent se compenser : l'hiver, les émissions liées au trafic routier sont plus importantes alors que le trafic augmente durant l'été en lien avec l'activité de la zone aéroportuaire.

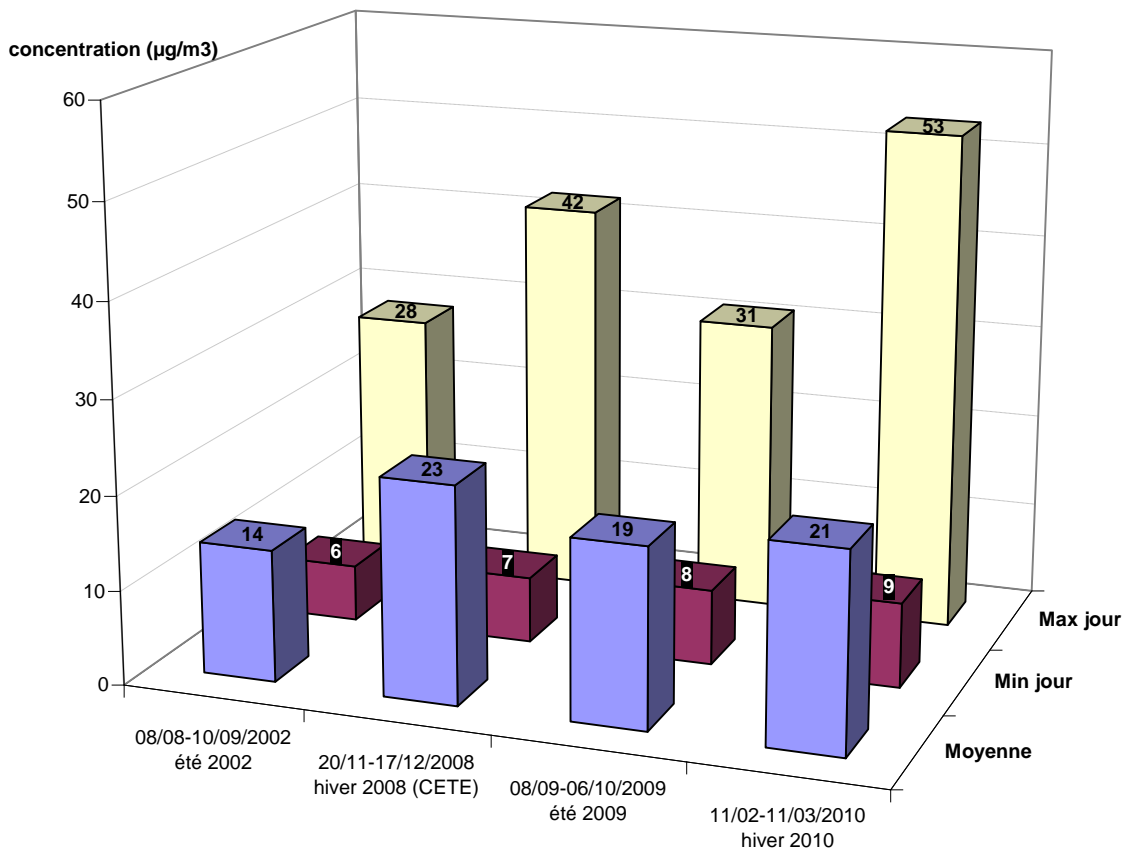
La concentration moyenne enregistrée dans le cadre de cette étude au niveau de la zone d'avitaillement en kérosène se distingue des concentrations précédemment mesurées puisqu'elle a doublé par rapport à la campagne de l'été 2009. Sont mis en cause, le démarrage à froid des moteurs des véhicules d'avitaillement et des conditions météorologiques moins dispersives.

Enfin, les concentrations moyennes les plus élevées ont été mesurées au niveau des zones de stationnement avions, notamment celle située face au hall 3. En effet, la configuration du site (site extérieur couvert) est peu favorable à la dispersion des polluants et les émissions y sont augmentées par le trafic des bus transportant les passagers, les voitures de services et de transport aéroportuaires ainsi que les groupes électrogènes.

**mesures automatiques**

Air Pays de la Loire a également réalisé une campagne de mesure dans l'environnement de Nantes-Atlantique du 8 août au 10 septembre 2002 [10]. Le camion laboratoire avait été disposé à la ferme de la Ranjonnière.

Le graphique ci-dessous illustre les concentrations journalières moyennes, minimales et maximales en dioxyde d'azote mesuré par analyseur automatique au niveau de la ferme de la Ranjonnière durant l'été 2002, l'hiver 2008, l'été 2009 et l'hiver 2010.

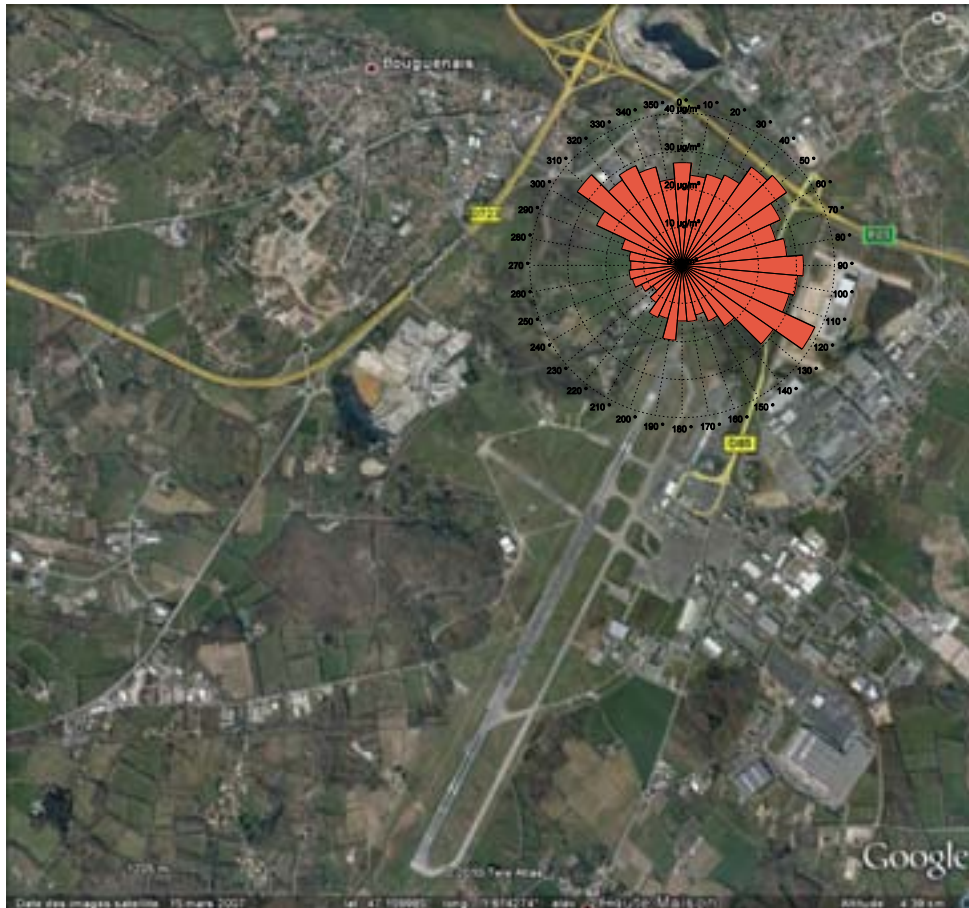


Graphique 9 : concentrations journalières moyennes, minimales et maximales en dioxyde d'azote mesurées par analyseur automatique

Globalement, les moyennes journalières et les maxima journaliers hivernaux sont plus élevés que les valeurs correspondantes mesurées durant les périodes estivales. Ces résultats sont directement liés aux émissions du trafic routier et du secteur résidentiel et tertiaire (chauffage) plus importantes, ainsi qu'aux conditions de dispersion moins favorables, en période froide.

### étude d'impact des activités de l'aéroport

L'analyse de l'impact de l'aéroport est étudiée pour le dioxyde d'azote à partir de l'étude de la rose de pollution qui indique l'intensité de la pollution observée en fonction de la direction des vents. Cette représentation permet d'identifier les secteurs de vent dans lesquels les sources de pollution sont présentes.



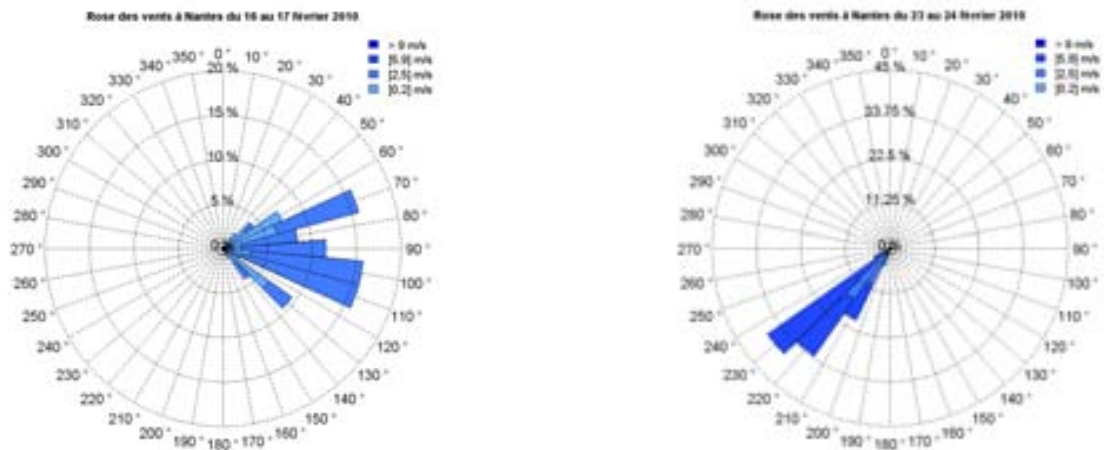
Graphique 10 : rose de pollution en dioxyde d'azote sur l'ensemble de la campagne de mesure

Les résultats de l'étude d'impact de la campagne été 2009 se trouvent confirmés.

Pour des directions de vent comprises entre 180 et 220°, les niveaux en dioxyde d'azote n'ont pas augmenté sous les vents de l'aéroport. Ceci suggère que les émissions de l'aéroport n'ont pas d'impact détectable sur les teneurs atmosphériques en dioxyde d'azote mesurées à proximité.

Les élévations s'observent principalement par vent de nord-nord-ouest et par vent d'est sous l'influence de l'agglomération nantaise et du périurbain.

L'analyse s'est également portée sur une ou deux journées où les concentrations ont été extrêmes.



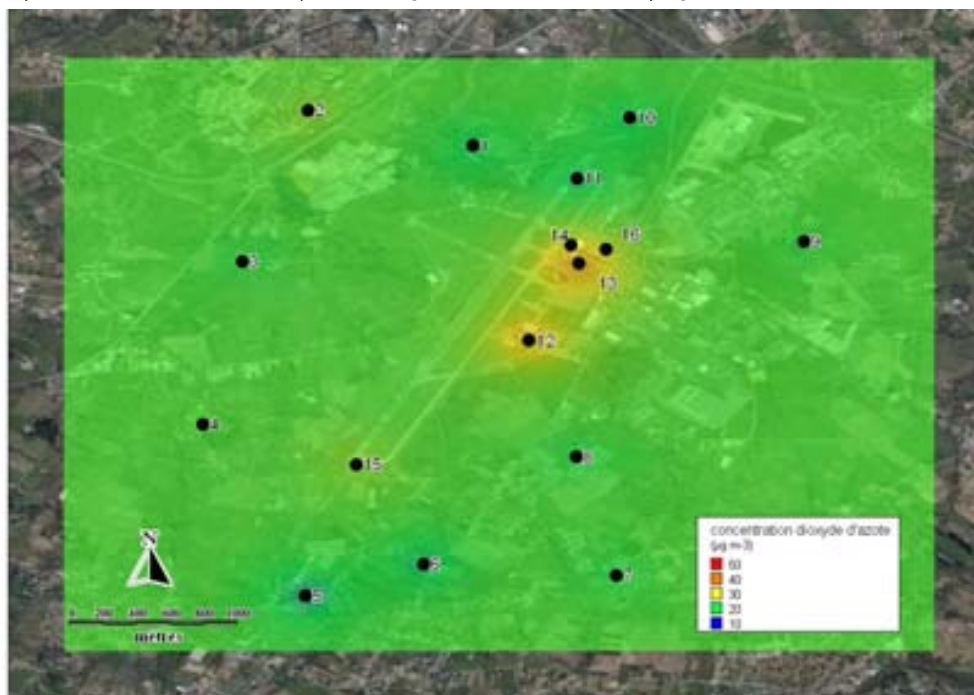
Graphique 11 : roses des vents du 16 au 17 février (à gauche) et du 23 au 24 février (à droite)

La 1<sup>ère</sup> rose des vents correspond à la période du 16 au 17 février où les niveaux journaliers en dioxyde d'azote ont été les plus élevés. Ces élévations se sont observées par vents d'est, c'est-à-dire sous l'influence du boulevard périphérique.

La 2<sup>ème</sup> rose correspond à la période du 23 au 24 février où les niveaux journaliers en dioxyde d'azote ont été parmi les plus faibles. Ces niveaux se sont observés principalement par vent de sud-ouest, c'est-à-dire sous l'influence de l'aéroport.

Ceci confirme les constats des précédentes études : alors que les émissions de l'aéroport ne semblent pas avoir d'impact détectable sur les niveaux en dioxyde d'azote, l'agglomération nantaise et le boulevard périphérique les influencent nettement.

Concernant l'impact de l'activité au sein de la plate-forme aéroportuaire, la carte ci-dessous représente les niveaux moyens enregistrés lors de la campagne de mesure.



Carte 7 : cartographie des niveaux moyens en dioxyde d'azote enregistrés lors de la campagne de mesure

Il apparaît que les zones les plus impactées se situent autour de l'aérogare avec les zones de stationnement avions, face au hall 3 notamment, au niveau de la zone d'avitaillement en kérosène ainsi que sur le parking voitures.

Comme indiqué précédemment, cette situation est à mettre en relation avec les activités des engins véhiculant les bagages ou ravitaillant les avions en kérosène, l'utilisation de groupes électrogènes alimentant les avions et les émissions des voitures de particuliers influençant les concentrations au niveau du parking voitures.

## les BTEX

### résultats tubes passifs 2010

Le benzène étant le seul élément des BTEX soumis à la réglementation, l'analyse est axée sur ce polluant. L'ensemble des résultats, pour le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes est répertorié en annexe 2.

#### le benzène

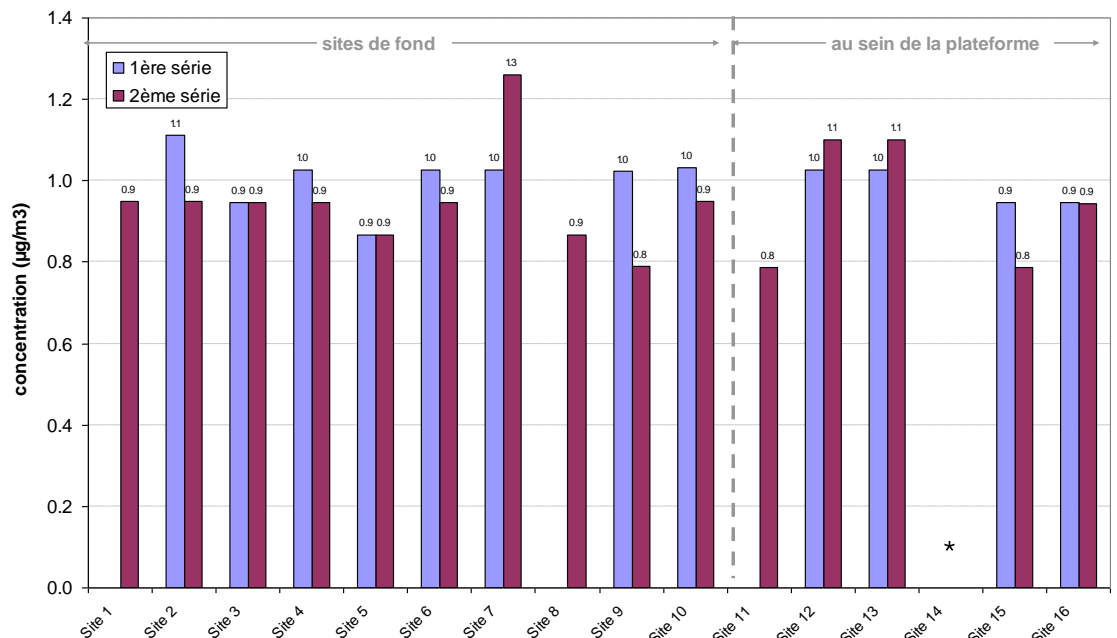
Les résultats sont regroupés dans le tableau ci-dessous et sont exprimés en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ :

		au sein de la plate-forme aéroportuaire (sites 11 à 16)	fond (sites 1 à 10)
1 <sup>ère</sup> série	Moyenne	1.0	1.0
	Min	0.9 (sites 15,16)	0.9(sites 3,5)
	Max	1.0 (sites 12,13)	1.1(sites 4,6,7)
2 <sup>ème</sup> série	Moyenne	0.9	0.9
	Min	0.8 (sites 11,15)	0.8 (site 9)
	Max	1.1 (sites 12,13)	1.3 (site 7)
campagne	moyenne	1.0	1.0
	Min	0.8 (site 11)	0.9
	Max	1.1(sites 12,13)	1.1(site 7)

Tableau 7 : résultats de la campagne de mesure pour le benzène

Les niveaux relevés au sein de la plate-forme aéroportuaire et dans les communes environnantes sont très similaires et homogènes et avoisinent l'unité en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Sur l'ensemble de la campagne, les niveaux moyens en benzène enregistrés au sein de la plate-forme aéroportuaire et autour de celle-ci sont du même ordre de grandeur que les niveaux enregistrés dans l'agglomération nantaise. En effet, du 8 février au 1<sup>er</sup> mars 2010, la station du cimetière de la Bouteillerie dans le centre-ville de Nantes a enregistré une concentration moyenne de  $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



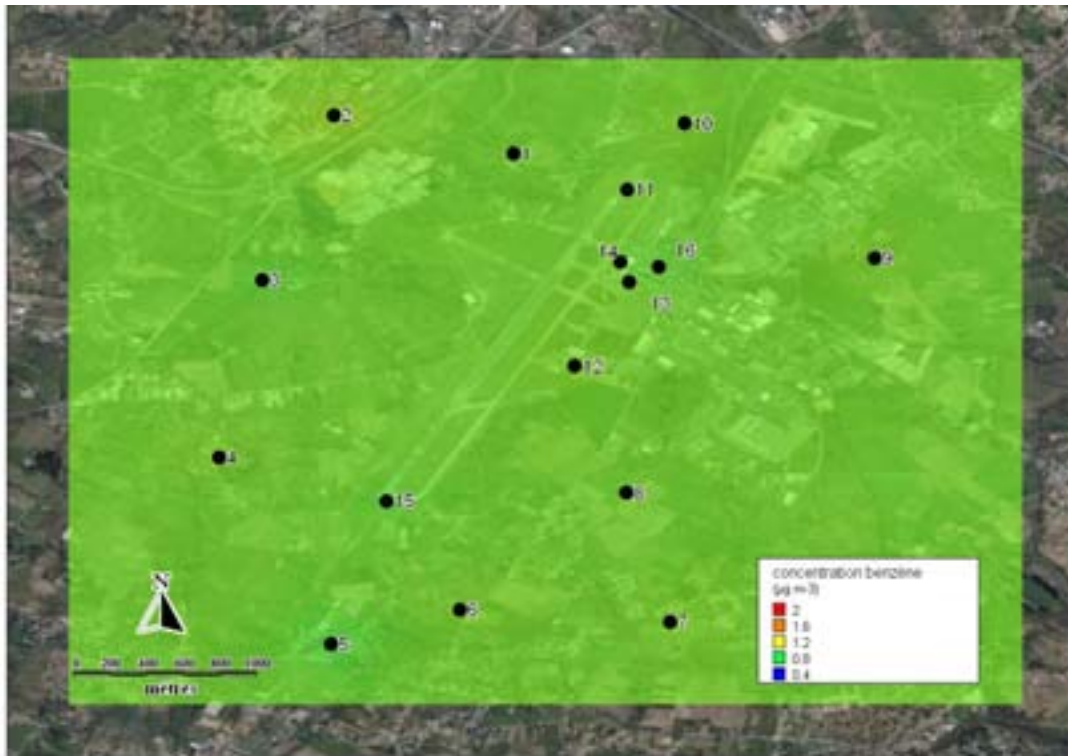
Graphique 12 : concentrations en benzène mesurées par tubes à diffusion passive durant les deux périodes d'exposition de la campagne de mesure<sup>1</sup>

Au sein de la plate-forme aéroportuaire, les concentrations moyennes en benzène varient de  $0,8$  à  $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Cette concentration moyenne maximale a été enregistrée au niveau de la zone de stationnement avions face au hall 3 ainsi que de la zone d'avitaillement en kérosène. Les concentrations les plus faibles ont été relevées, comme pour le dioxyde d'azote, au niveau des bouts de piste QFU03 et QFU21. Toutefois, compte tenu de l'incertitude sur la mesure, ces résultats restent très comparables.

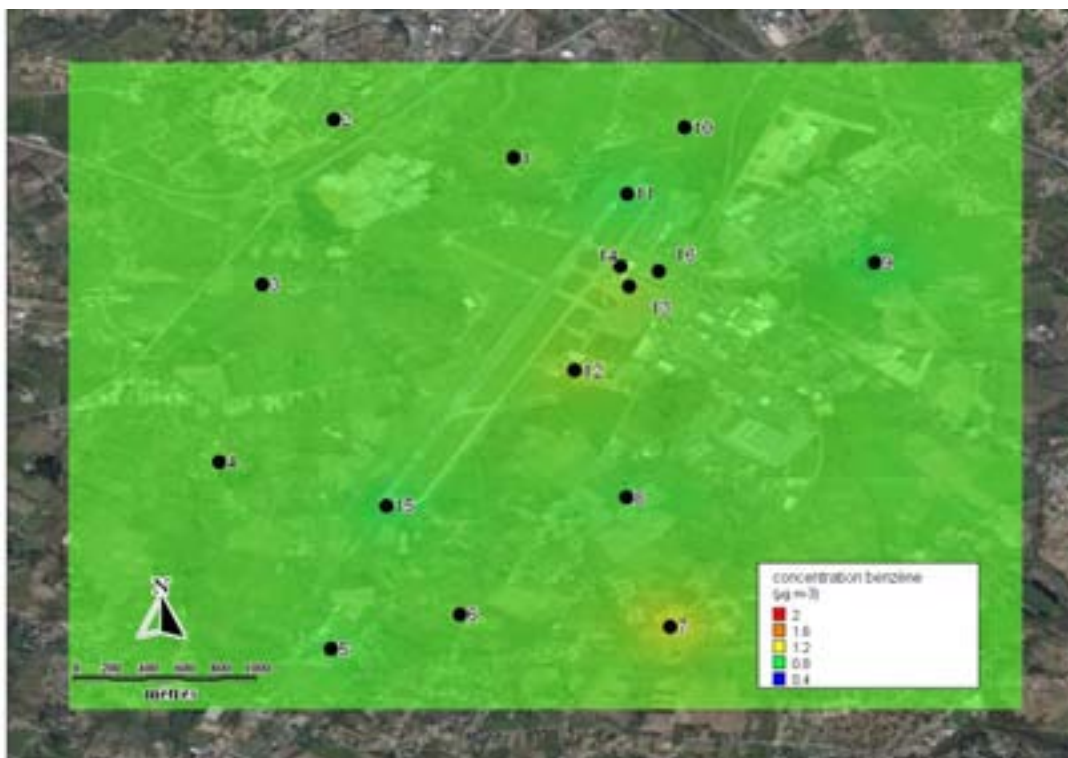
\* site 14 vandalisé

Les deux cartes suivantes illustrent la répartition spatiale de la pollution en benzène lors des deux séries de mesure.

L'objectif de qualité ( $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) est représenté sur l'échelle de concentration par la couleur rouge. Toutes les concentrations sont inférieures à l'objectif de qualité et donc bien en deçà de la valeur limite pour l'année 2010 fixée à  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Carte 8 : carte des concentrations en benzène lors de la 1<sup>ère</sup> série



Carte 9 : carte des concentrations en benzène lors de la 2<sup>ème</sup> série

La concentration moyenne enregistrée sur les sites situés au sein de la plate-forme aéroportuaire est comparable à celle relevée sur les sites autour de l'aéroport. Ceci suggère qu'il n'y a pas d'impact de l'aéroport sur les niveaux en benzène enregistrés autour de l'aéroport.



### suivi de la réglementation

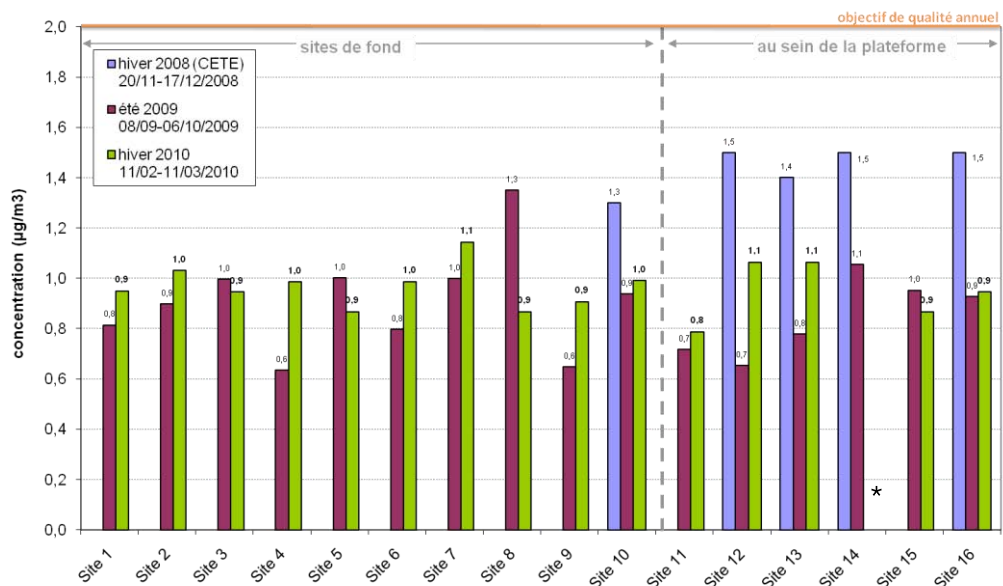
Le benzène est le seul élément des BTEX soumis à la réglementation. Les concentrations étant mesurées uniquement sur une période de 28 jours, elles ne peuvent être comparées strictement à l'objectif de qualité ( $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ni à la valeur limite ( $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) qui sont des seuils à l'échelle annuelle. Cependant, sur la base des valeurs obtenues dans cette étude et de la connaissance de la variation des niveaux de pollution, ces seuils devraient probablement être respectés.

### comparaison aux études passées

Le CETE Nord Picardie a mesuré les BTEX lors de sa campagne de mesure hivernale de la qualité de l'air du 20 novembre au 17 décembre 2008 [9].

Air Pays de la Loire a par la suite menée une campagne de mesure durant l'été 2009, du 8 septembre au 6 octobre [17].

Le graphique ci-dessous représente les concentrations moyennes en benzène mesurées par tubes à diffusion passive lors de l'hiver 2008, de l'été 2009 et de l'hiver 2010.



Graphique 13 : concentrations moyennes en benzène durant les campagnes de mesure de l'hiver 2008, l'été 2009 et l'hiver 2010\*

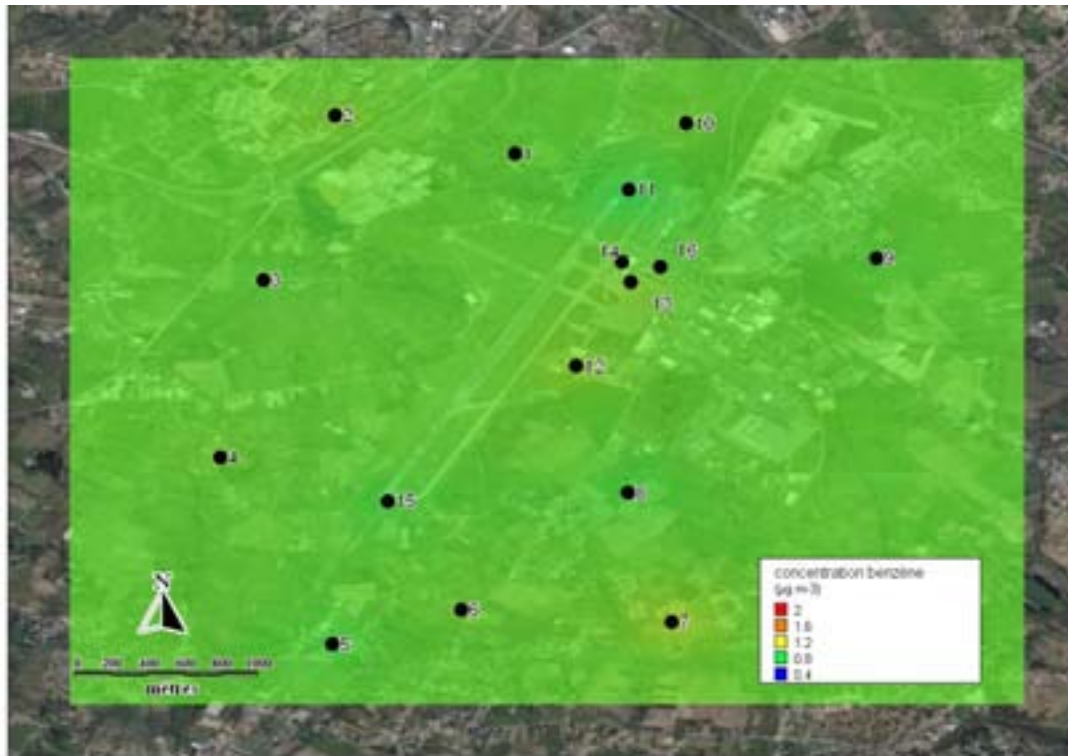
Les concentrations moyennes en benzène relevées lors de la campagne du CETE Nord Picardie sont supérieures à celles enregistrées dans le cadre des deux dernières études. Rappelons d'une part, que la campagne réalisée par le CETE Nord Picardie a eu lieu en période hivernale, période où les émissions sont plus importantes (émission à froid et chauffage), et d'autre part que la méthode de prélèvement utilisée par le CETE Nord Picardie (échantillonneur ORSA5) diffère de celle mise en œuvre par Air Pays de la Loire (tube Perkin Elmer).

Les concentrations moyennes sont relativement homogènes sur l'ensemble des sites investigués pour les trois campagnes de mesure. Les niveaux relevés sur les sites de fond dans les communes environnantes n'apparaissent pas plus faibles que ceux mesurés sur les sites localisés au sein de la plate-forme aéroportuaire, l'aéroport ne semble pas influencer les niveaux dans son environnement.

\* site 14 vandalisé

**étude d'impact au sein de la plate-forme des activités de l'aéroport**

Concernant l'impact de l'activité au sein de la plate-forme aéroportuaire, la carte ci-dessous représente les niveaux moyens enregistrés lors de la campagne de mesure.

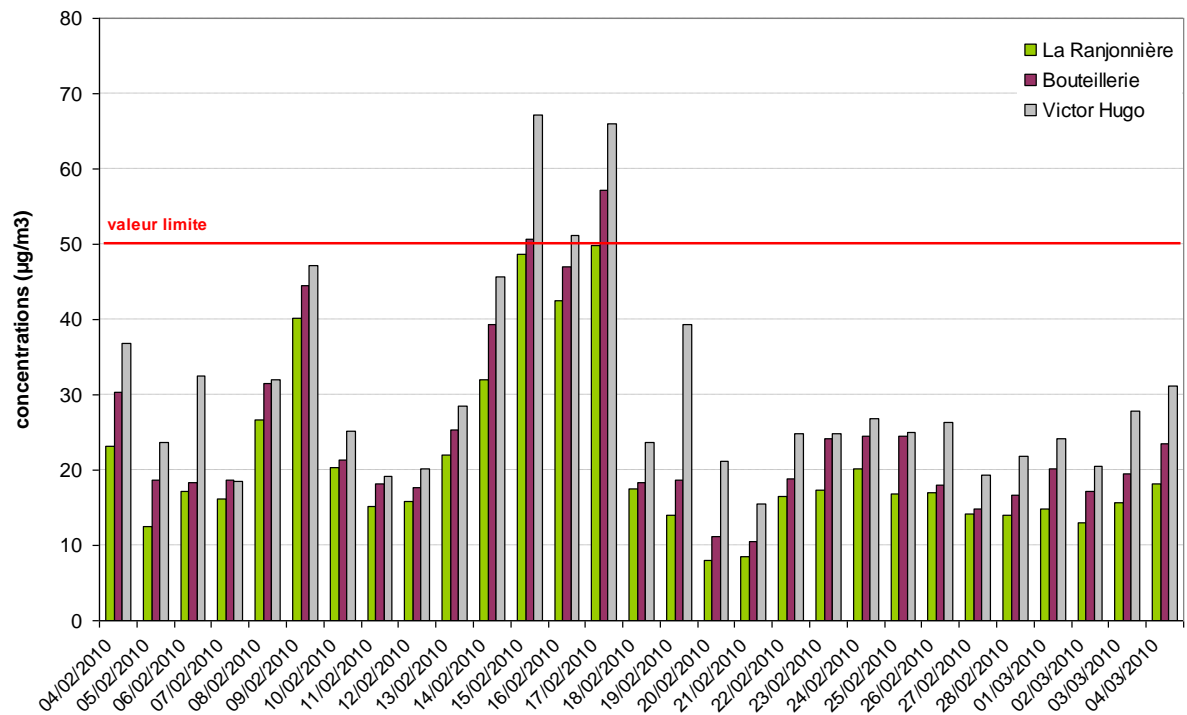


Carte 10 : cartographie des niveaux moyens en benzène enregistrés lors de la campagne de mesure

Alors que des concentrations en benzène plus élevées pouvaient a priori être attendues au niveau de la zone d'avitaillement notamment, l'ensemble des valeurs relevées à la fois au sein et dans l'environnement de la plate-forme aéroportuaire est faible, proche de  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , et caractéristique d'une pollution urbaine de fond influencée par le trafic automobile, comme en 2009.

## les poussières fines PM10 résultats 2010

Le graphique suivant présente l'évolution temporelle des moyennes journalières en poussières fines PM<sub>10</sub>. Ces niveaux sont comparés avec ceux enregistrés sur le site urbain du cimetière de la Bouteillerie et le site de trafic du boulevard Victor Hugo.



Graphique 14 : moyennes journalières en poussières fines PM<sub>10</sub> à la ferme de la Ranjonnière, au cimetière de la Bouteillerie et sur le boulevard Victor Hugo

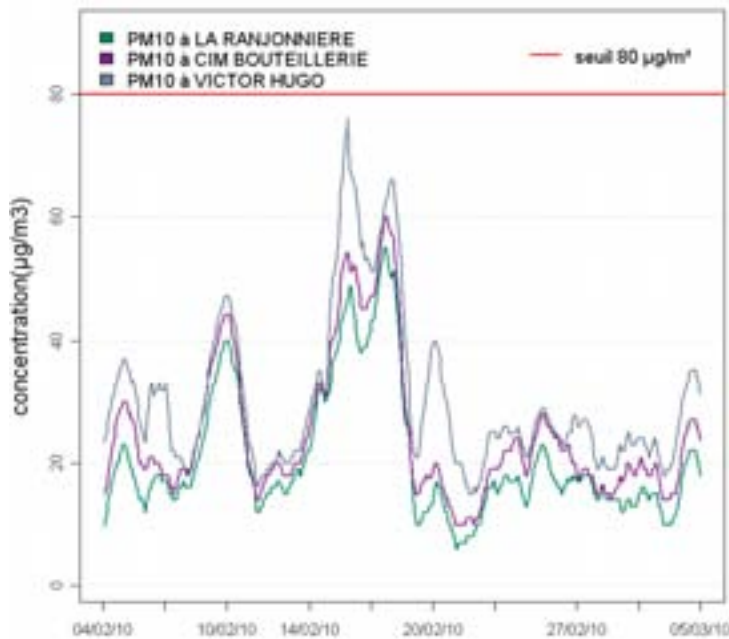
Durant la campagne de mesure, les moyennes journalières en poussières fines PM<sub>10</sub> ont toujours été plus faibles à la ferme de la Ranjonnière que sur les sites de mesure de l'agglomération nantaise. Cet écart s'élève à 19% en moyenne par rapport au site urbain du cimetière de la Bouteillerie et à 43% en moyenne par rapport au site de trafic du boulevard Victor Hugo à Nantes.

Le 17 février, les sites de la ferme de la Ranjonnière et du cimetière de la Bouteillerie enregistrent leur moyenne journalière maximale, 50 et 57 µg/m<sub>3</sub>, respectivement. La moyenne journalière maximale relevée à Victor-Hugo est de 67 µg/m<sup>3</sup> le 15 février.

Les niveaux plus élevés relevés sur le site de Victor-Hugo s'expliquent par la situation de ce dernier. Rappelons que Victor-Hugo est un site de trafic et est donc situé à proximité immédiate d'un axe routier. Or le trafic automobile est à l'origine d'émissions de poussières fines PM<sub>10</sub>, impliquant des niveaux plus élevés.

La valeur limite 50 µg/m<sup>3</sup> (valeur à ne pas dépasser plus de 35 jours par an) en moyenne journalière a été atteinte une fois à la ferme de la Ranjonnière durant la campagne de mesure et dépassée respectivement à 2 et 3 reprises au niveau du cimetière de la Bouteillerie et du boulevard Victor Hugo. Toutefois, ces niveaux sont liés à des phénomènes de pollution par les particules à grande échelle qui affectent des zones géographiques de quelques centaines de kilomètres et ne sont pas imputables à l'activité de l'aéroport.

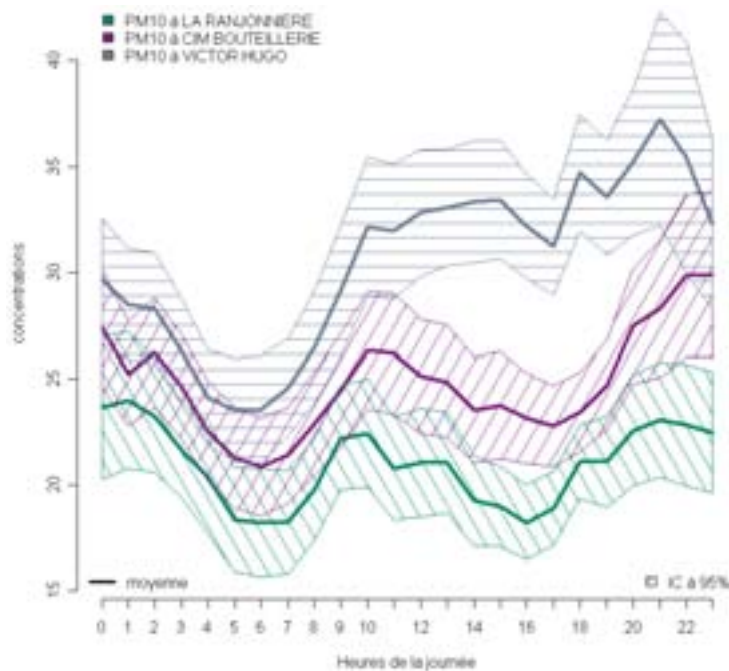
Le graphique suivant présente l'évolution temporelle des moyennes 24-horaires en  $PM_{10}$ . Ces niveaux sont comparés à ceux enregistrés sur le site urbain du cimetière de la Bouteillerie et sur le site de trafic du boulevard Victor-Hugo.



Graphique 15 : moyennes 24-horaires en poussières fines  $PM_{10}$  à la ferme de la Ranjonnière, au cimetière de la Bouteillerie et à Victor-Hugo

Le seuil d'information et de recommandation fixé à  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne 24-horaires est respecté puisque le maximum atteint  $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$  le 17 février. Ces maxima atteignent  $60$  et  $76 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivement au cimetière de la Bouteillerie et à Victor-Hugo.

Le graphique suivant représente l'évolution moyenne durant la campagne de mesure des niveaux des poussières fines  $PM_{10}$  mesurées au cours d'une journée.



Graphique 16 : profils journaliers en poussières fines  $PM_{10}$  à la ferme de la Ranjonnière, au cimetière de la Bouteillerie et à Victor-Hugo

De même que pour le dioxyde d'azote, deux hausses des niveaux en poussières fines  $PM_{10}$  sont observées le matin et le soir, principalement attribuables aux pointes de trafic routier dues aux déplacements domicile-travail. Ces hausses sont donc naturellement plus marquées sur le site de trafic du boulevard Victor-Hugo.

### suivi de la réglementation

Le graphique 15 met en évidence le respect du seuil d'information et de recommandation, et a fortiori du seuil d'alerte, puisque le maximum atteint 55 µg/m<sup>3</sup> et ne représente que deux tiers du seuil d'information fixé à 80 µg/m<sup>3</sup> en moyenne 24-horaire.

La valeur limite 50 µg/m<sup>3</sup> (valeur à ne pas dépasser plus de 35 jours par an) en moyenne journalière a été atteinte une fois à la ferme de la Ranjonnière durant la campagne de mesure (figure 29).

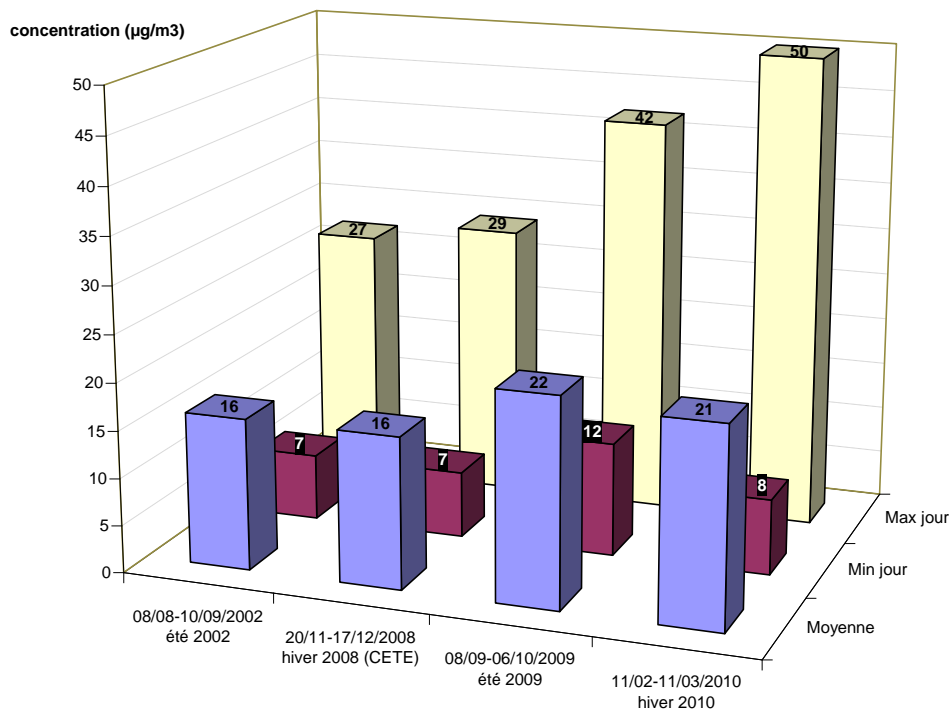
Les niveaux de pollution moyens n'étant pas représentatifs des niveaux annuels, la comparaison aux seuils se basant sur l'année n'est pas réalisée.

### comparaison aux études passées

Cette étude s'inscrit dans le prolongement d'une succession d'études initiée en 2002 par Air Pays de la Loire (du 08/08 au 10/09/2002), poursuivie par le CETE Nord Picardie en 2008 (du 20/11 au 17/12/2008), puis par Air Pays de la Loire en 2009 (du 08/09 au 06/10/2009).

Dans tous les cas, la mesure des particules fines PM<sub>10</sub> à l'extérieur de l'aéroport a été réalisée en continu par des analyseurs automatiques à la ferme de la Ranjonnière.

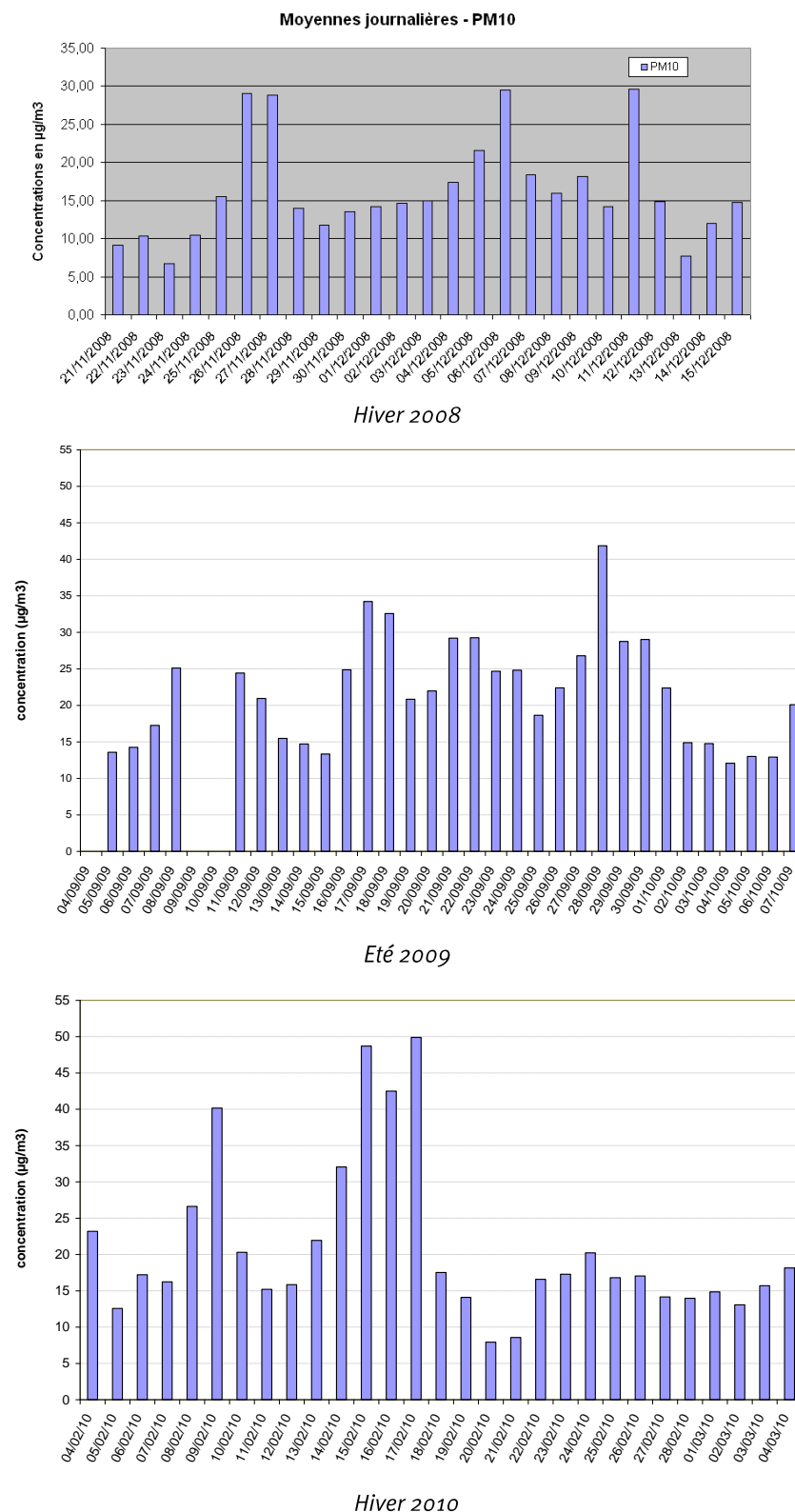
Les résultats issus de ces campagnes de mesure sont comparés sur le graphique suivant :



Graphique 17 : concentrations journalières moyennes, minimales et maximales en particules PM<sub>10</sub>

Les concentrations journalières relevées lors des deux premières campagnes sont très comparables, alors qu'une hausse est constatée à partir de 2009. Ces résultats sont à rapprocher de la mise en œuvre d'une nouvelle technologie (à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2007 par Air Pays de la Loire) améliorant la mesure des poussières fines PM<sub>10</sub> par la prise en compte des poussières volatiles. La contribution de cette fraction volatile pouvant devenir majoritaire, notamment lors d'épisodes de pollution par les poussières fines, cette nouvelle technologie a pour effet d'augmenter les concentrations moyennes mais également les niveaux maxima.

Les graphiques suivants représentent les moyennes journalières mesurées lors des campagnes hiver 2008, été 2009 et hiver 2010.



Graphique 18 : moyennes journalières en poussières fines PM10

La pollution de fond en poussières fines PM10 est globalement plus faible durant la campagne hivernale 2010 que lors de la campagne de l'été 2009. Toutefois, les maxima mesurés étant plus élevés lors de cette étude, jusqu'à 50 µg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière, la moyenne sur la campagne (21 µg/m<sup>3</sup>) se rapproche de la moyenne mesurée sur l'ensemble de la campagne de l'été 2010 (22 µg/m<sup>3</sup>).

Les résultats issus de la mesure réalisée par le CETE Nord Picardie lors de l'hiver 2008 sont probablement sous estimés par rapport aux mesures de poussières fines PM10 de 2009 et 2010, la fraction volatile n'ayant pas été intégrée.

### étude d'impact des activités de l'aéroport

L'analyse de l'impact de l'aéroport est étudiée pour les poussières fines PM<sub>10</sub> à partir de l'étude de la rose de pollution.

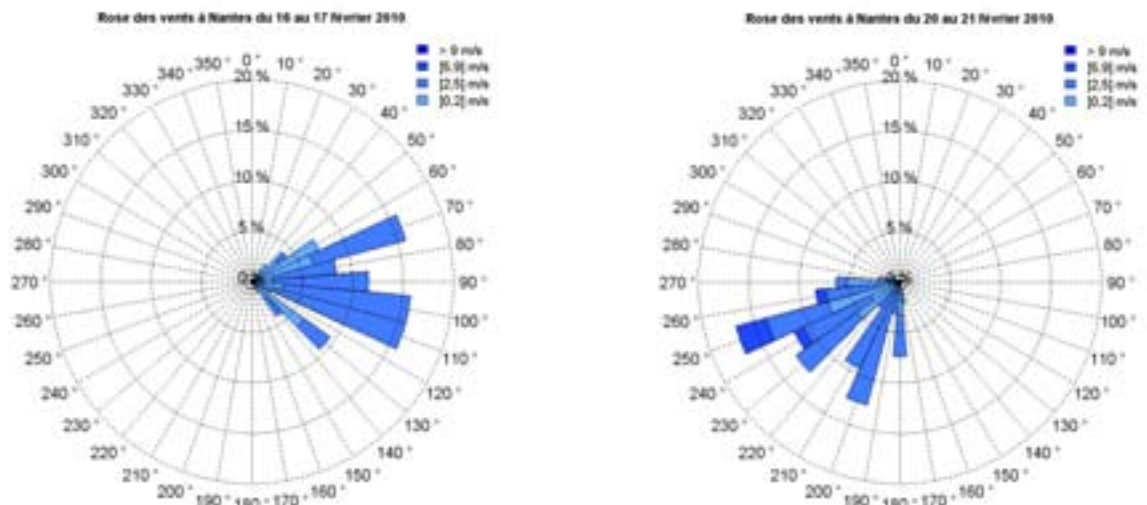


Graphique 19 : rose de pollution en PM<sub>10</sub> sur l'ensemble de la campagne de mesures

Pour des directions de vent comprises entre 180° et 220°, les niveaux en poussières fines PM<sub>10</sub> ne sont pas augmentés sous les vents de l'aéroport. Ceci suggère que les émissions de l'aéroport n'ont pas d'impact détectable sur les teneurs atmosphériques en poussières fines PM<sub>10</sub> mesurées à proximité.

Les élévations s'observent principalement par des vents en provenance de l'agglomération nantaise et du périphérique.

L'analyse s'est également portée sur une ou deux journées où les concentrations ont atteint leurs extrêmes.



Graphique 20 : roses des vents du 16 au 17 février (à gauche) et du 20 au 21 février (à droite)

La 1<sup>ère</sup> rose des vents correspond à la période du 16 au 17 février où le niveau journalier en poussières fines PM<sub>10</sub> a été le plus élevé. Ces élévations se sont observées par vents de secteur est, c'est-à-dire sous l'influence du boulevard périphérique.

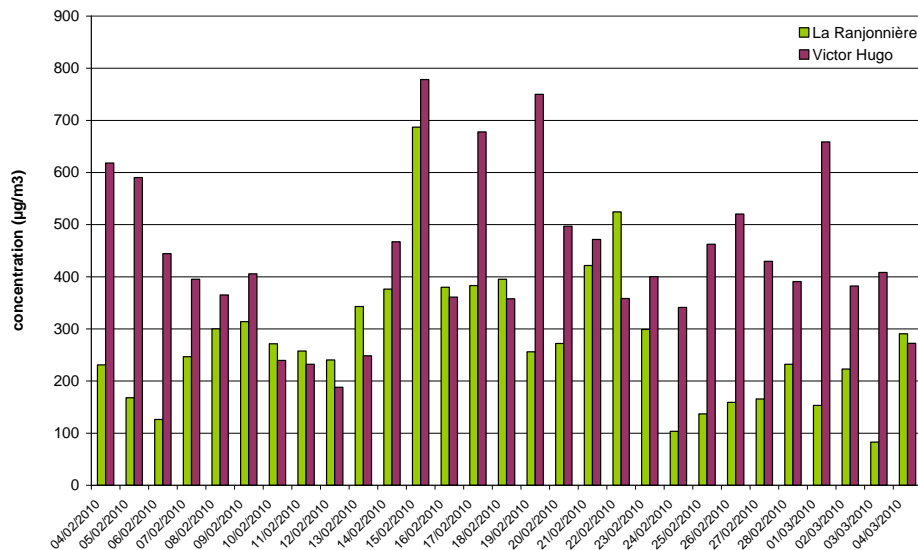
La 2<sup>ème</sup> rose correspond à la période du 20 au 21 février où le niveau journalier en poussières fines PM<sub>10</sub> a été parmi les plus faibles. Ces niveaux se sont observés principalement par vent de sud-ouest, en provenance de l'aéroport.

Ceci suggère que les émissions de l'aéroport n'ont pas d'impact détectable sur les niveaux en poussières fines PM<sub>10</sub> et que l'agglomération nantaise et le boulevard périphérique ont une influence sur ces derniers.



## le monoxyde de carbone résultats 2010

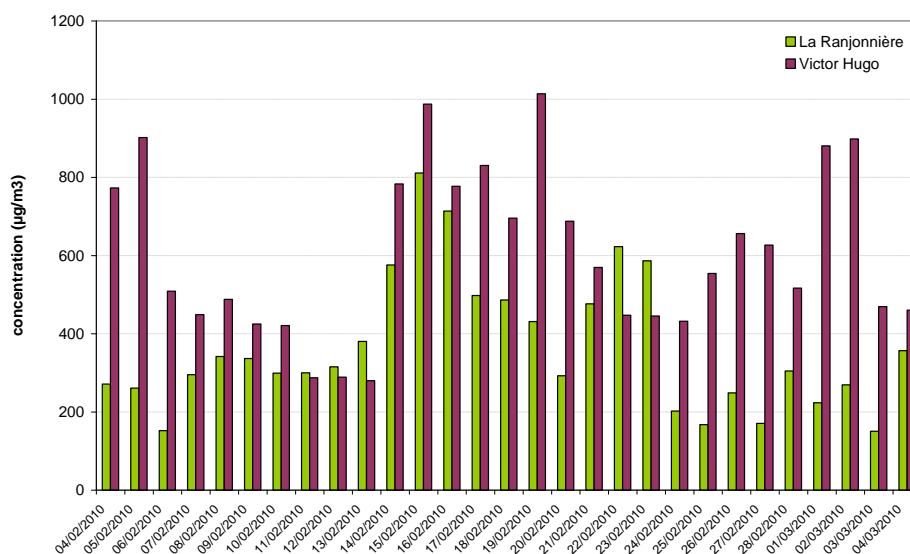
Le graphique suivant présente l'évolution temporelle des moyennes journalières en monoxyde de carbone. Ces niveaux sont comparés à ceux enregistrés sur le site de trafic du boulevard Victor-Hugo à Nantes.



Graphique 21 : moyennes journalières en monoxyde de carbone à la ferme de la Ranjonnière et au niveau du boulevard Victor-Hugo à Nantes

Les concentrations enregistrées à la ferme de la Ranjonnière sont faibles avec un niveau moyen journalier de 277 µg/m<sup>3</sup>. Il en est de même pour les niveaux mesurés sur le site du boulevard Victor Hugo, la concentration moyenne journalière représentant toutefois plus du double de celle de la ferme de la Ranjonnière, en raison de la proximité d'une voie urbaine à fort trafic. Les moyennes journalières maximales à la ferme de la Ranjonnière et boulevard Victor Hugo ont été enregistrées le 15 février avec respectivement 687 µg/m<sup>3</sup> et 778 µg/m<sup>3</sup>.

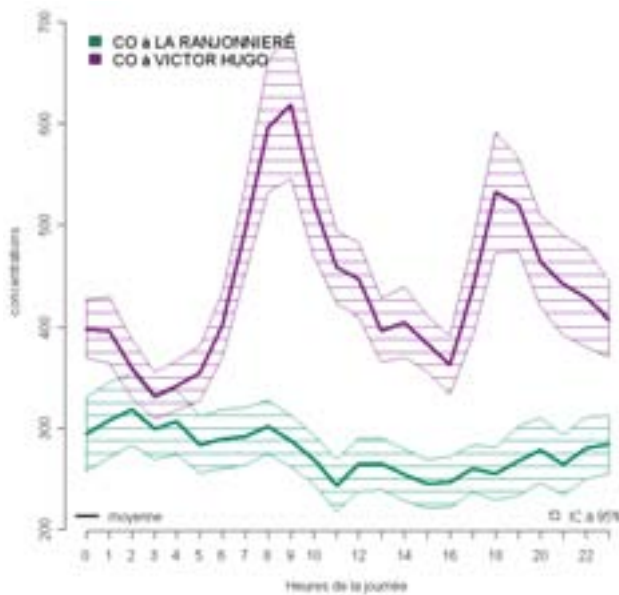
Le graphique suivant présente l'évolution temporelle des moyennes 8-horaires maximales en monoxyde de carbone. Ces niveaux sont comparés à ceux enregistrés sur le site de trafic du boulevard Victor-Hugo à Nantes.



Graphique 22 : moyennes 8-horaires maximales en monoxyde de carbone à la ferme de la Ranjonnière et au niveau du boulevard Victor-Hugo à Nantes

Les niveaux de monoxyde de carbone enregistrés durant la campagne de mesure restent très inférieurs à la valeur limite 8-horaire. Les niveaux de pointe enregistrés à la ferme de la Ranjonnière et au niveau du boulevard Victor-Hugo, respectivement 811 et 1014 µg/m<sup>3</sup>, atteignent au maximum seulement 8 et 10 % de la valeur limite fixée à 10 000 µg/m<sup>3</sup>.

Le graphique suivant représente l'évolution moyenne des niveaux de monoxyde de carbone mesurés au cours d'une journée à la ferme de la Ranjonnière et au niveau du boulevard Victor Hugo à Nantes.



Graphique 23 : profil journalier en monoxyde de carbone à la ferme de la Ranjonnière et au niveau du boulevard Victor-Hugo à Nantes

Ces profils journaliers confirment que les niveaux enregistrés au niveau du boulevard Victor-Hugo sont plus élevés qu'à la ferme de la Ranjonnière. Les deux augmentations des niveaux en monoxyde de carbone (matin et soir), dues aux pointes du trafic automobile, ne sont visibles que sur le site de trafic du boulevard Victor-Hugo. Ceci confirme l'origine automobile des émissions de monoxyde de carbone.

### **suivi de la réglementation**

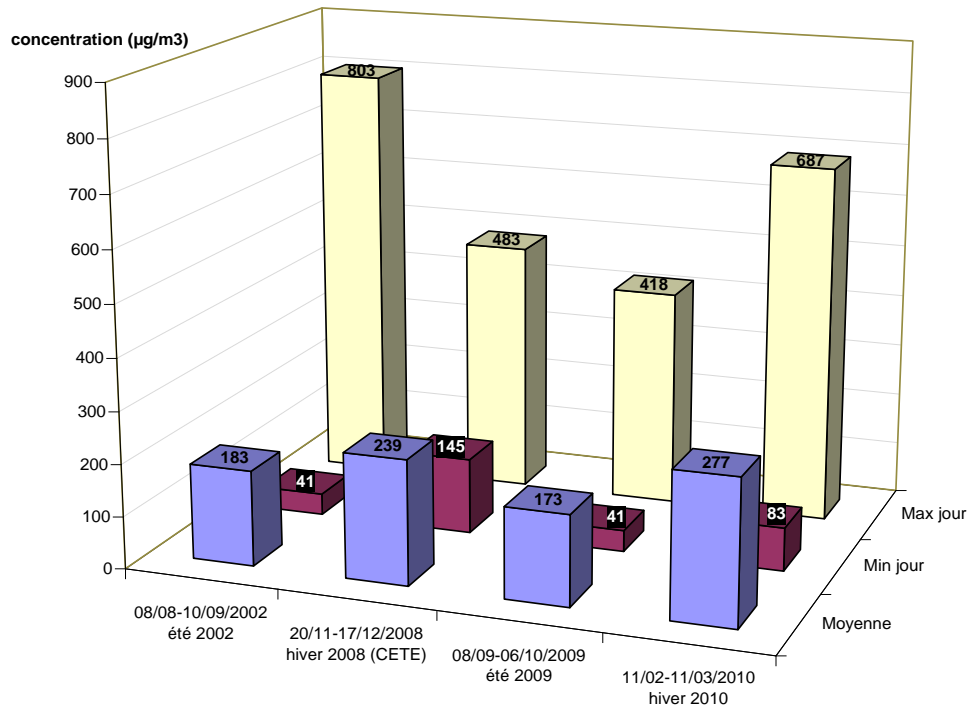
D'après la graphique 22 représentant les moyennes 8-horaires maximales journalières sur la période de mesure, il est mis en évidence que la valeur limite fixée à 10 000 µg/m<sup>3</sup> est respectée puisque le maximum de 811 µg/m<sup>3</sup> relevé à la ferme de la Ranjonnière n'atteint que 8% de la valeur limite.

### comparaison aux études passées

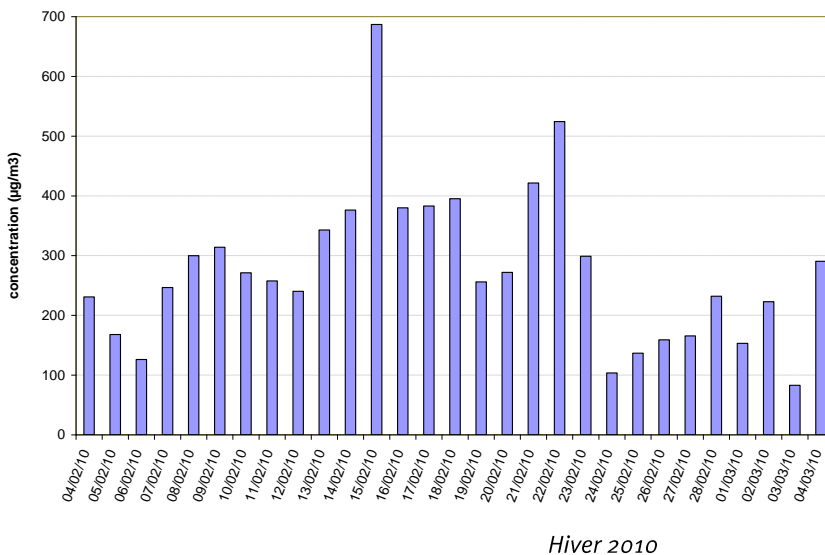
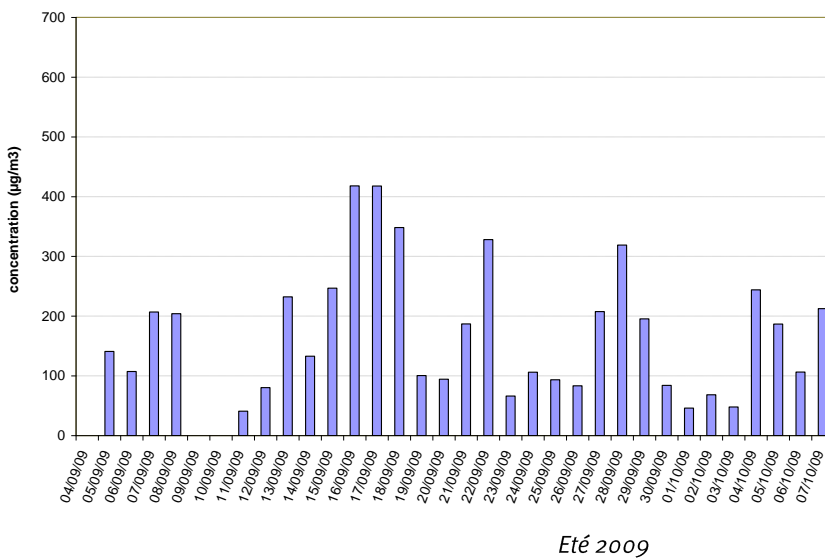
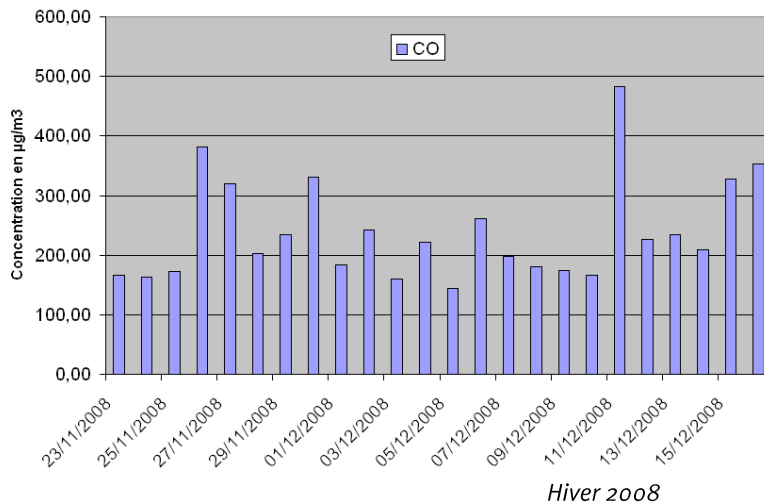
Cette étude s'inscrit dans le prolongement d'une succession d'études initiée en 2002 par Air Pays de la Loire (du 08/08 au 10/09/2002), poursuivie par le CETE Nord Picardie en 2008 (du 20/11 au 17/12/2008), puis par Air Pays de la Loire en 2009 (du 08/09 au 06/10/2009).

Dans tous les cas, la mesure du monoxyde de carbone a été réalisée en continu par des analyseurs automatiques à la ferme de la Ranjonnière.

Les résultats issus de ces campagnes de mesure sont comparés sur les graphiques suivants :



Graphique 24 : concentrations journalières moyennes, minimales et maximales en monoxyde de carbone

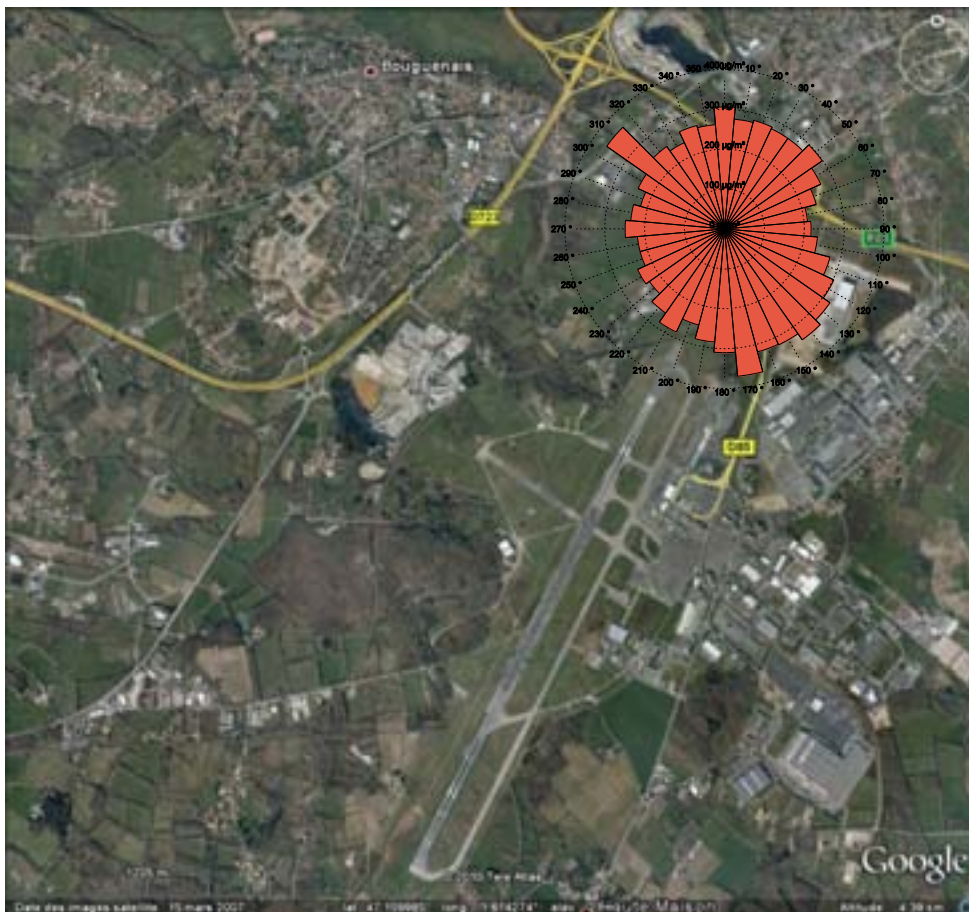


Graphique 25 : moyennes journalières en CO

Bien que les niveaux en monoxyde de carbone apparaissent relativement faibles, les concentrations moyennes hivernales sont plus élevées que les concentrations moyennes estivales. Cette différence est de l'ordre de 40% entre cette étude et la précédente et s'explique par des conditions météorologiques moins favorables à la dispersion des polluants et à une hausse des émissions (démarrage à froid des moteurs...) en hiver.

### étude d'impact des activités de l'aéroport

L'analyse de l'impact de l'aéroport est étudiée pour le monoxyde de carbone à partir de l'étude de la rose de pollution.

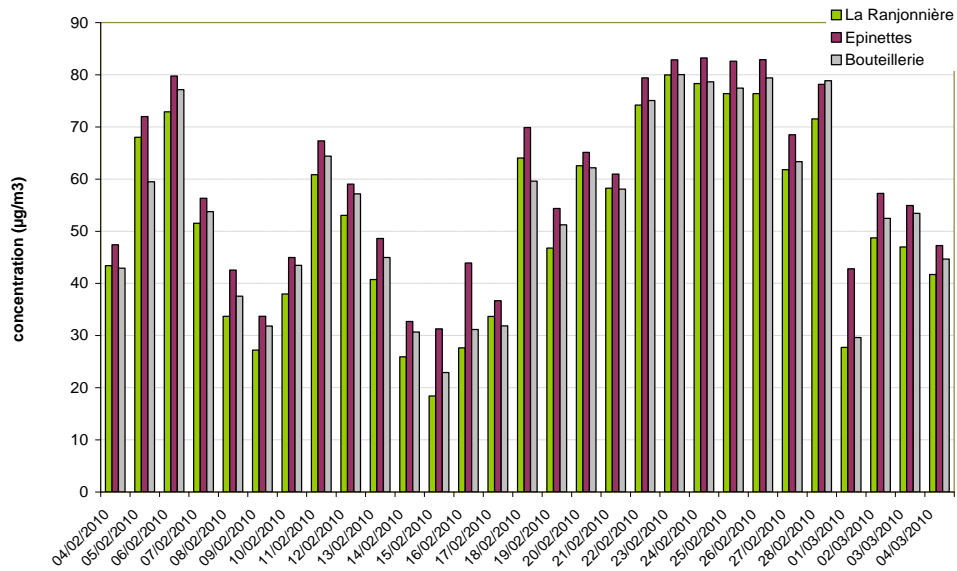


Graphique 26 : rose de pollution en monoxyde de carbone sur l'ensemble de la campagne de mesure

Pour des directions de vent de secteur sud-ouest en provenance de l'aéroport, les niveaux en monoxyde de carbone n'ayant pas subi d'augmentation particulière, les émissions liées à la plateforme aéroportuaire ne semblent pas impacter les teneurs atmosphériques mesurées à proximité.

## l'ozone résultats 2010

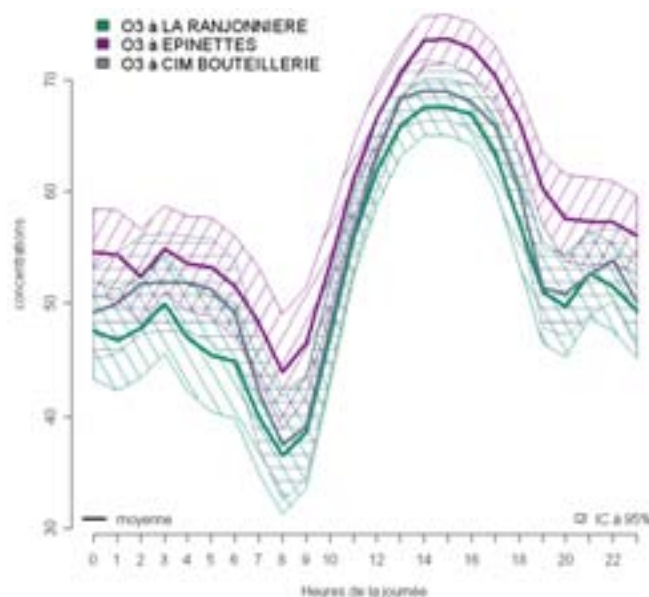
Le graphique suivant présente l'évolution temporelle des moyennes journalières en ozone. Ces niveaux sont comparés à ceux enregistrés sur le site urbain du cimetière de la Bouteillerie et le site périurbain d'Epinettes.



Graphique 27 : moyennes journalières en ozone à la ferme de la Ranjonnière, à Epinettes et au cimetière de la Bouteillerie

Les concentrations enregistrées à la ferme de la Ranjonnière, à Epinettes et au cimetière de la Bouteillerie sont comparables, avec un niveau moyen journalier sur la campagne de mesure respectivement de 52, 59 et 54  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Cette situation est liée au phénomène à grande échelle de la pollution par l'ozone. Ces trois sites enregistrent une moyenne journalière maximale comparable de 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à la ferme de la Ranjonnière et au cimetière de la Bouteillerie le 23 février et de 83  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à Epinettes le 24 février.

Le graphique suivant représente l'évolution moyenne sur la campagne de mesure des niveaux d'ozone mesurés au cours d'une journée.



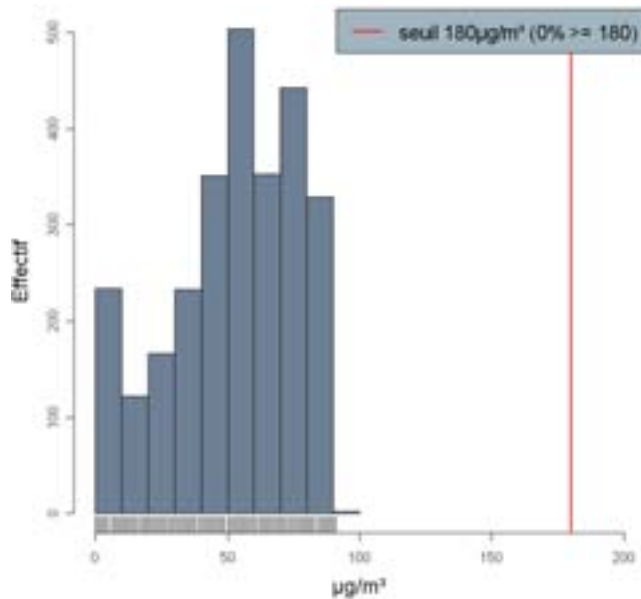
Graphique 28 : profil journalier en ozone

Ces profils journaliers confirment que les niveaux enregistrés à la ferme de la Ranjonnière, à Epinettes et au cimetière de la Bouteillerie sont comparables.

Ce type de profil met en évidence une diminution des concentrations le matin et une augmentation de ces dernières l'après-midi, en lien avec l'intensité de l'ensoleillement.

### suivi de la réglementation

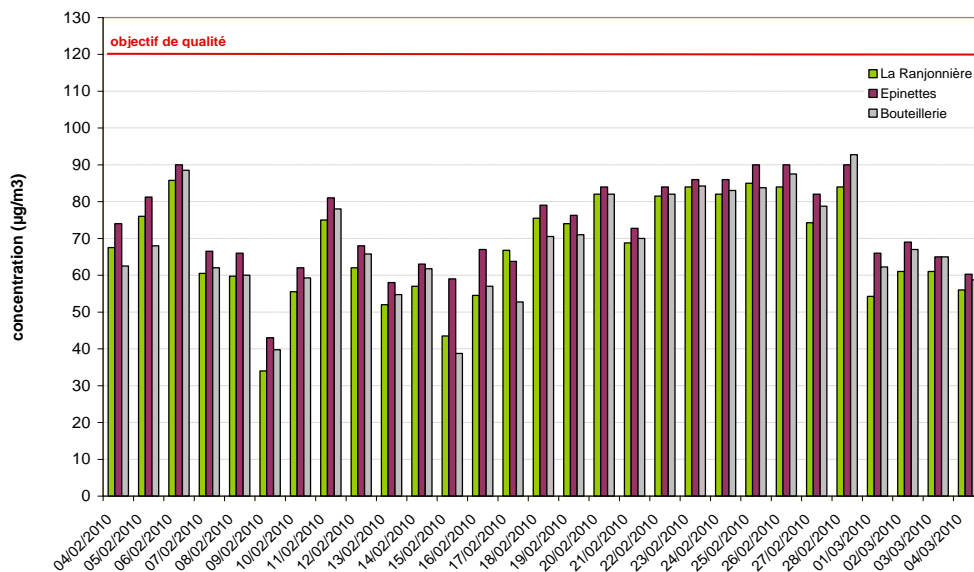
Le graphique suivant représente la distribution des moyennes horaires glissantes par pas de un quart d'heure en ozone par rapport au seuil de recommandation et d'information fixé à 180 µg/m<sup>3</sup> mesurées à la Ranjonnière durant la campagne de mesure.



Graphique 29 : distribution des moyennes horaires glissantes par pas de un quart d'heure en ozone à la Ranjonnière

Les seuils d'alerte, d'information et de recommandation ont été respectés durant la campagne de mesure. La moyenne horaire maximale, 91 µg/m<sup>3</sup> le 28 février, est deux fois plus faible que le seuil fixé à 180 µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire glissante.

Le graphique 30 présente l'évolution temporelle des moyennes 8-horaires maximales en ozone. Ces niveaux sont comparés à ceux enregistrés sur le site urbain du cimetière de la Bouteillerie et le site périurbain d'Epinettes.



Graphique 30 : moyennes 8-horaires maximales en ozone à la ferme de la Ranjonnière, à Epinettes et au cimetière de la Bouteillerie

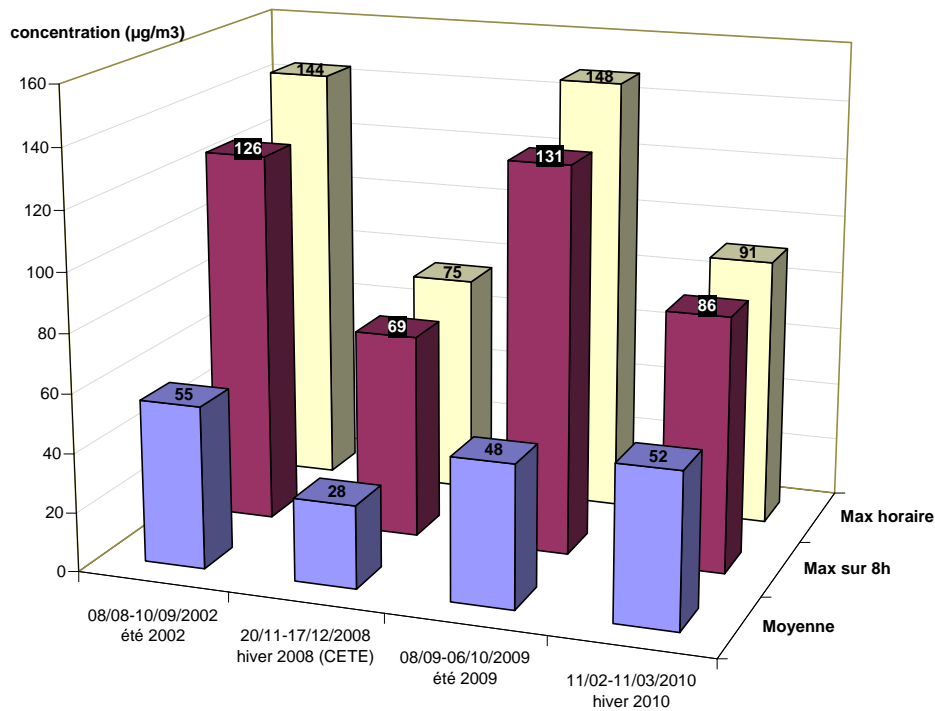
L'objectif de qualité fixé à 120 µg/m<sup>3</sup> en moyenne 8-horaire maximale du jour n'a pas été dépassé durant la campagne de mesure. Les niveaux de pointe enregistrés à la ferme de la Ranjonnière, à Epinettes et au cimetière de la Bouteillerie sont respectivement de 86,90 et 93 µg/m<sup>3</sup>.

### comparaison aux études passées

Cette étude s'inscrit dans le prolongement d'une succession d'études initiée en 2002 par Air Pays de la Loire (du 08/08 au 10/09/2002) [10], poursuivie par le CETE Nord Picardie en 2008 (du 20/11 au 17/12/2008) [9], puis par Air Pays de la Loire en 2009 (du 08/09 au 06/10/2009) [17].

Dans tous les cas, la mesure de l'ozone a été réalisée en continu par des analyseurs automatiques à la ferme de la Ranjonnière.

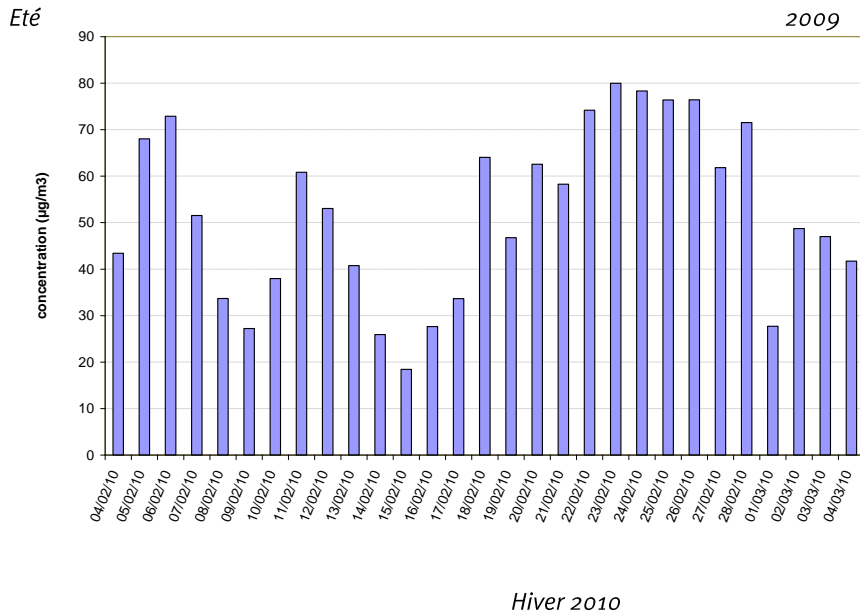
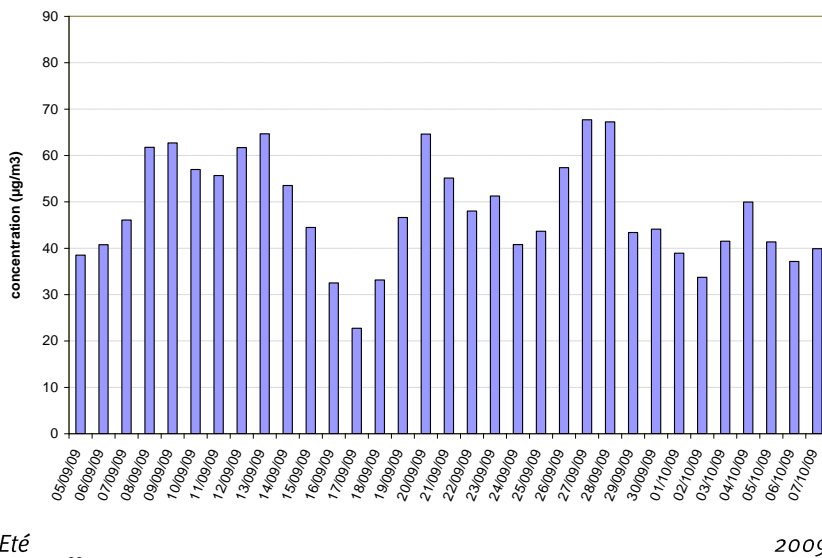
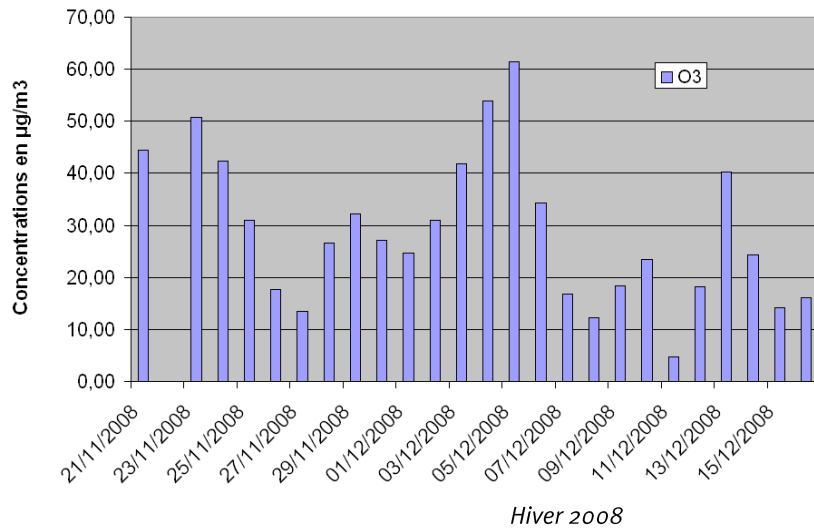
Les résultats issus de ces campagnes de mesure sont comparés sur les graphiques suivant :



Graphique 31 : concentrations moyennes, maximales horaires et 8-horaires pour l'ozone

La concentration moyenne sur la campagne 2010 est du même ordre de grandeur que celles enregistrées lors des campagnes estivales. Cette situation s'explique par le caractère secondaire de ce polluant. En effet, les polluants primaires conduisent à la formation d'ozone sous l'action du rayonnement ultraviolet du soleil. La formation de l'ozone est donc favorisée par l'ensoleillement. La campagne hiver 2010 ayant connu un excédent d'insolation, les niveaux moyens sont comparables à ceux enregistrés lors de l'été. Toutefois, les concentrations maximales restent à des niveaux plus modérés qu'en périodes chaudes et ensoleillées.

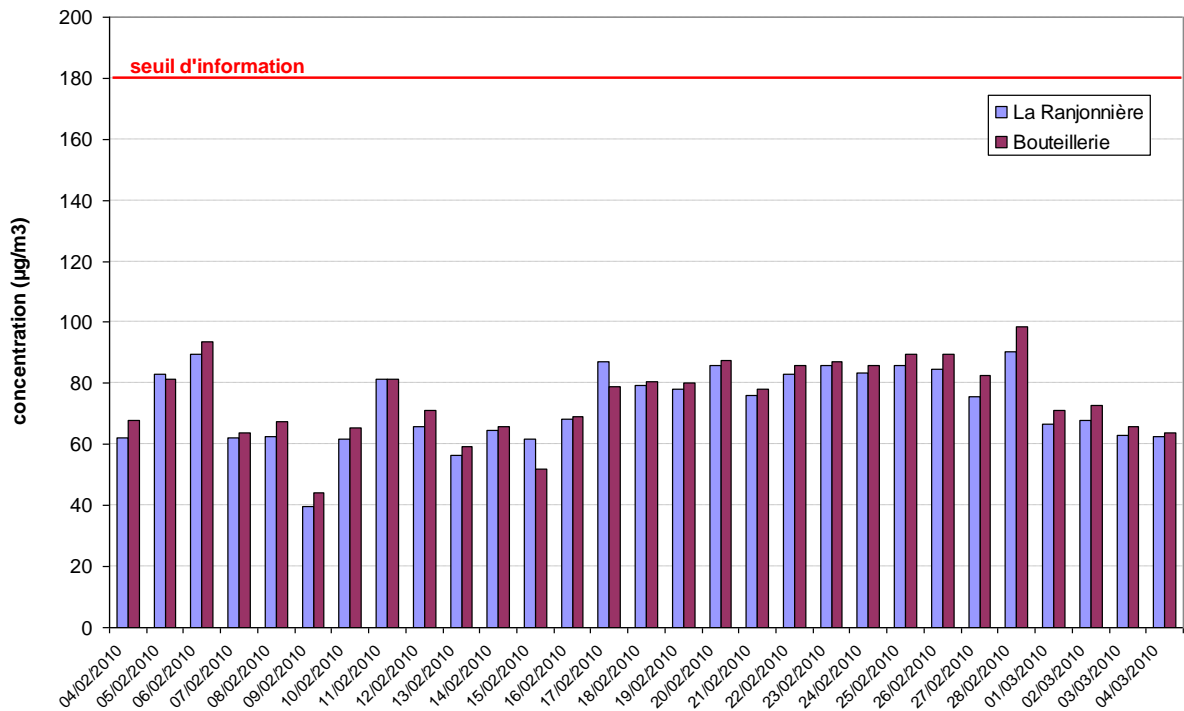




Graphique 32 : moyennes journalières en ozone

D'après le graphique 32, les moyennes journalières en ozone apparaissent globalement comparables à celles de la campagne 2009. Les niveaux journaliers ont varié de 18 à 80 µg/m³ lors de l'hiver 2010 et de 23 à 68 µg/m³ lors de la campagne 2009.

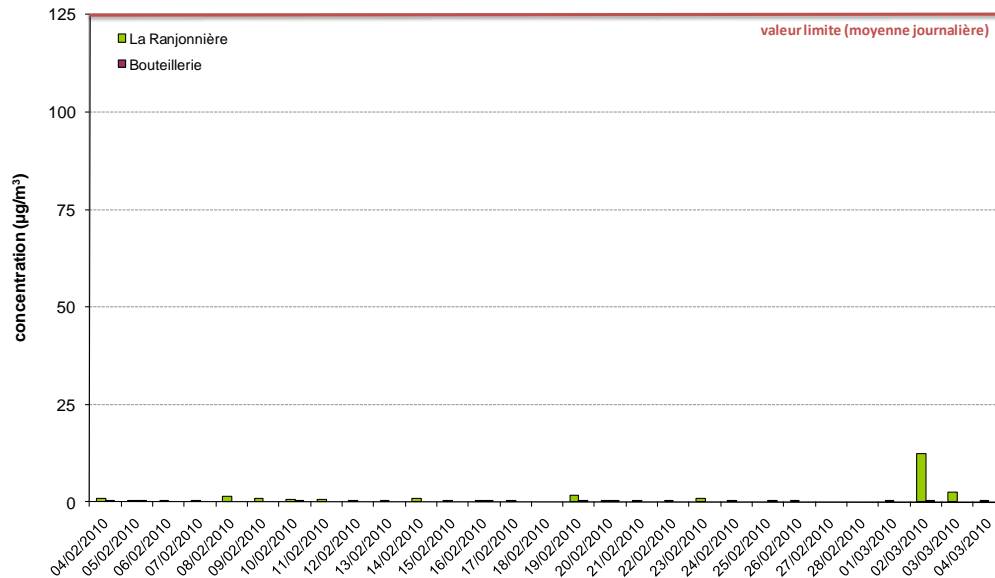
Air Pays de la Loire a précédemment réalisé une campagne de mesure dans l'environnement de Nantes-Atlantique du 8 août au 10 septembre 2002. Le camion laboratoire avait également été installé à la ferme de la Ranjonnière, ce qui permet la comparaison des résultats : les maxima horaires ont respectivement varié entre 32 et 144  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 34 et 148  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , et 40 et 91  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (graphique 33) lors des campagnes de 2002, 2009 et 2010, soient des niveaux très inférieurs au seuil de recommandation et d'information fixé à 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Les maxima estivaux sont supérieurs au maximum hivernal, en lien avec le caractère secondaire de l'ozone dont la formation se trouve favorisée par l'ensoleillement.



Graphique 33 : maxima horaires glissants en ozone durant la campagne de l'hiver 2010

## le dioxyde de soufre résultats 2010

Le graphique suivant présente l'évolution temporelle des moyennes journalières en dioxyde de soufre. Ces niveaux sont comparés avec ceux enregistrés sur le site urbain du cimetière de la Bouteillerie.

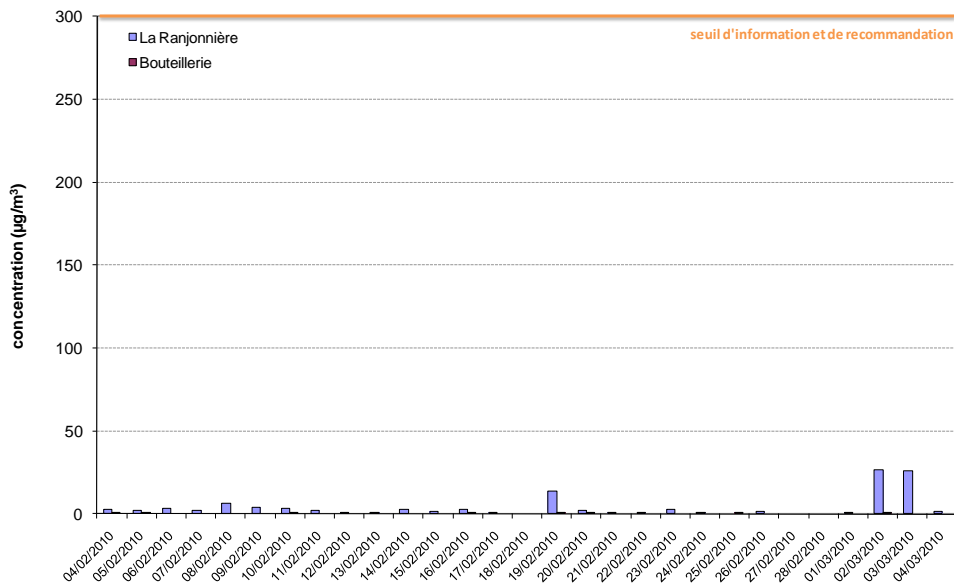


Graphique 34 : moyennes journalières en dioxyde de soufre à la ferme de la Ranjonnière et au cimetière de la Bouteillerie

Les concentrations enregistrées à la ferme de la Ranjonnière et au cimetière de la Bouteillerie sont proches et très faibles, tout au long de la campagne de mesure, avec un niveau moyen journalier inférieur à  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . La ferme de la Ranjonnière enregistre une moyenne journalière maximale de  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  le 10 mars, les moyennes journalières enregistrées au cimetière de la Bouteillerie sont en totalité inférieures à  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Ces niveaux sont donc très inférieurs par rapport à la valeur limite fixée à  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne journalière puisque la moyenne journalière maximale atteinte à la ferme de la Ranjonnière ne représente que 10% de cette valeur.

Le graphique suivant présente l'évolution temporelle des maxima horaires en SO<sub>2</sub>. Ces niveaux sont comparés avec ceux enregistrés sur le site urbain du cimetière de la Bouteillerie.



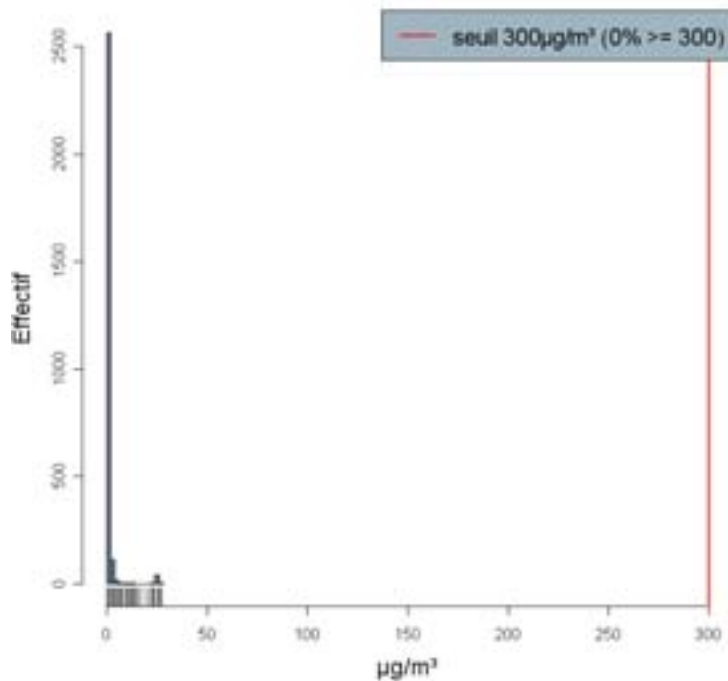
Graphique 35 : maxima horaires en SO<sub>2</sub> à la ferme de la Ranjonnière et au cimetière de la Bouteillerie

Les maxima horaires les plus élevés sont de 27 µg/m<sup>3</sup> et de 0,5 µg/m<sup>3</sup> respectivement à la ferme de la Ranjonnière et au cimetière de la Bouteillerie.

Ce maximum horaire atteint à la ferme de la Ranjonnière ne représente que 10% du seuil d'information et de recommandation fixé à 300 µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire.

### suivi de la réglementation

Le graphique suivant représente la distribution des moyennes horaires glissantes en dioxyde de soufre par rapport au seuil de recommandation et d'information fixé à 300 µg/m<sup>3</sup> mesuré à la ferme de la Ranjonnière durant la campagne de mesure.



Graphique 36 : distribution des moyennes horaires glissantes en dioxyde de soufre

Le seuil d'information et de recommandation a été respecté durant la campagne de mesure puisque la moyenne horaire maximale n'a atteint que 27 µg/m<sup>3</sup> le 2 mars, soit à peine 10 % du seuil d'information. A fortiori, la valeur limite fixée à 350 µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire glissante n'a pas été dépassée, et il en est de même pour le seuil d'alerte fixé à 500 µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire.

D'après la partie « représentativité des niveaux de pollution », les niveaux de pollution moyens sont globalement représentatifs des niveaux annuels. Par conséquent, la concentration moyenne en dioxyde de soufre, inférieure à 1 µg/m<sup>3</sup>, relevée à la ferme de la Ranjonnière, sur la période de mesure, devrait respecter l'objectif de qualité ainsi que la valeur limite respectivement fixés à 50 et 20 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle.

### comparaison aux études passées

La pollution en dioxyde de soufre a été faible lors des quatre campagnes réalisées dans l'environnement de l'aéroport.

Lors de la campagne de mesure réalisée par Air Pays de la Loire en 2002 [10], le maximum horaire journalier atteint (52 µg/m<sup>3</sup>) a été inférieur d'un facteur 6 par rapport au seuil d'information (300 µg/m<sup>3</sup> en moyenne horaire), et ce par vents d'ouest. Rappelons que les niveaux en dioxyde de soufre sont en baisse depuis plusieurs années.

Le CETE Nord Picardie [9] a montré que les valeurs enregistrées pour un profil journalier moyen sont très faibles et inférieures à 2,5 µg/m<sup>3</sup>. Durant l'été 2009 [17], les niveaux n'ont pas dépassé 2 µg/m<sup>3</sup> et lors de cette étude, 27 µg/m<sup>3</sup>.

### étude d'impact des activités de l'aéroport

L'analyse de l'impact de l'aéroport est étudiée pour le dioxyde de soufre à partir de l'étude de la rose de pollution.



Graphique 37 : rose de pollution en SO<sub>2</sub> sur l'ensemble de la campagne de mesure

Pour des directions de vent comprises entre 180 et 220°, les niveaux en dioxyde de soufre ne sont pas augmentés sous les vents de l'aéroport. Ceci suggère que les émissions de l'aéroport n'ont pas d'impact détectable sur les teneurs atmosphériques en dioxyde de soufre mesurées à proximité.

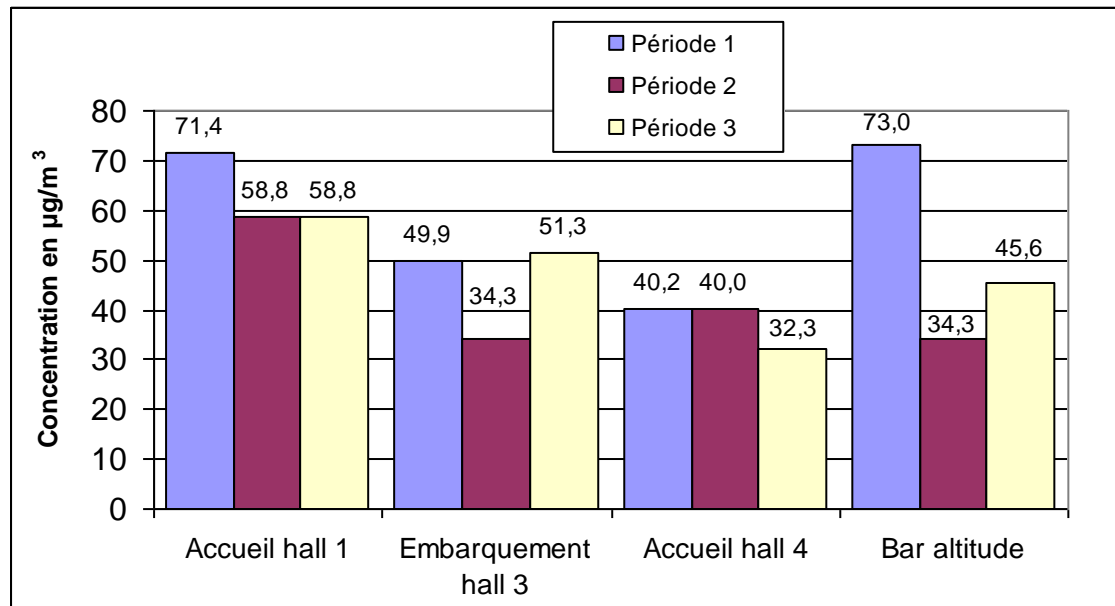
Les élévations s'observent principalement par des vents de secteurs nord-est, sud-est et nord-ouest. Les hausses des niveaux de dioxyde de soufre constatées sous les vents de secteurs nord-ouest sont à mettre en relation avec les émissions de la zone industrielle située au bord de la Loire à l'Ouest de Nantes.

## air intérieur

Quatre sites de mesure ont été positionnés au sein de l'aérogare afin d'évaluer la qualité de l'air intérieur. Les polluants mesurés sont le dioxyde d'azote, 9 aldéhydes et 5 BTEX.

### le dioxyde d'azote résultats 2010

Le graphique ci-dessus précise l'évolution des mesures en dioxyde d'azote au cours des 3 périodes de mesure sur les quatre sites de l'aérogare (annexe 1).



Graphique 38 : Concentrations en dioxyde d'azote dans les 4 sites investigués

La concentration moyenne de dioxyde d'azote dans l'accueil de l'aéroport au sein du hall 1 (63,0 µg/m³) est supérieure à la valeur annuelle « air extérieur » (40 µg/m³). Ce hall correspond à l'entrée principale des voyageurs qui se rendent aux guichets d'accueil, ainsi qu'aux différentes salles d'embarquement.

Cette valeur peut être expliquée par la situation et l'orientation des ouvrants extérieurs qui favorisent un transfert de la pollution extérieure vers l'intérieur des bâtiments. Ces portes automatiques sont en effet majoritairement ouvertes et ont un accès direct sur le parking extérieur, ainsi qu'au « dépose minute ». Ce qui implique un trafic important avec une circulation lente voire à l'arrêt avec moteur allumé des véhicules.

Les paramètres météorologiques ont une influence significative sur la dispersion des polluants, en plus de celle de l'intensité du trafic. Les résultats suivants seront commentés en lien avec ces paramètres.

Période de mesure campagne 2010	1	2	3
Période	11/02-18/02/2010	18/02-25/02/2010	11/03-18/03/2010
Nombre de série	(1 série)	(1 série)	(1 série)
Température (en °C)	0,6	7,5	6,8
Humidité relative (en %)	75,4	84,2	69,0
Vitesse du vent (en m/s)	2,3	4,8	2,4
Origine du vent	Nord / Nord est	Sud Ouest	Instabilité des vents Majoritairement nord/nord est

Tableau 8: tableau des données météorologiques des trois séries de mesure en 2010

D'une manière générale, les résultats varient en fonction des émissions anthropiques provenant principalement de la combustion (trafic routier et aérien), mais également en fonction des conditions météorologiques (Cf. tableau 8).

Les mesures de dioxyde d'azote effectuées en période 1 et 3 sont plus élevées qu'en période 2. En effet, le temps pluvieux et les températures douces en deuxième période (84,2 % d'humidité relative et 7,5 °C) sont favorables à la dispersion des polluants. Alors qu'en première et troisième période, des températures plus froides ont été défavorables à la dispersion des polluants extérieurs qui se sont donc retrouvés en plus grande quantité dans le hall 1.

A cela s'ajoute un élément important : la direction du vent pendant ces deux périodes. Etant donné la configuration du bâtiment et notamment l'orientation Nord/est de l'entrée principale du hall 1, un vent d'origine nord/est est donc particulièrement propice à l'entrée des polluants venant du fort trafic routier des parkings principaux de l'aéroport. Rappelons que le transport routier est le premier secteur émetteur de NOx puisqu'il représente en 2007, 53 % des émissions de la France (cf. annexe 6).

L'origine sud-ouest du vent en période 2, quant à lui, a permis d'éviter ce phénomène et par conséquent de diminuer la concentration en dioxyde d'azote au sein du bâtiment.

Par ailleurs, la position et l'orientation de la prise d'air pour le renouvellement d'air de la salle d'embarquement 3 et du « bar altitude », pourraient expliquer les niveaux de ce polluant atteints pour ces deux périodes (1 et 3).

En effet, la prise d'air en terrasse de l'aérogare se situe dans un rayon de 2 mètres :

- d'une tourelle évacuant les gaz de combustion de la hotte aspirante du restaurant. La production en dioxyde d'azote en cuisine est de deux à huit fois plus élevée qu'en extérieur [18].
- d'un conduit de cheminée évacuant des gaz de combustion de la chaudière située en sous-sol.

Le peu d'ouvrant présent dans ces deux sites (hall 3 et « bar altitude ») accentue le confinement.

Seule la concentration en dioxyde d'azote mesurée au sein du hall 4 en troisième période est moins élevée que les 2 périodes précédentes. Cela peut s'expliquer par :

- l'orientation différente du bâtiment avec ses portes à ouverture automatique sud sud/est orienté vers le parking,
- l'effet barrière du bâtiment principal de l'aérogare diminuant la diffusion des polluants venant du trafic aérien en période 2.

Le tableau suivant regroupe les concentrations moyennes mesurées en air extérieur et en air intérieur.

	Sites au sein de la plate-forme aéroportuaire (6 sites)	Sites de fond (10 sites)	Air intérieur (4 sites)
<b>Moyenne</b>	30,6 (17,2-41,6)	19,9 (14,6-26,4)	49,2 (37,5-63,0)

Tableau 9 : concentrations moyennes en dioxyde d'azote durant la campagne de mesure 2010

Les concentrations moyennes mesurées à l'intérieur de l'aérogare sont supérieures de 38 % par rapport à celles mesurées en air extérieur au sein de la plate-forme aéroportuaire et de 60 % par rapport à celles relevées au niveau des communes environnantes. Ceci renforce l'hypothèse de l'existence d'un transfert de la pollution extérieure vers l'intérieur de l'aérogare provoquant une élévation des niveaux accentués par le confinement.

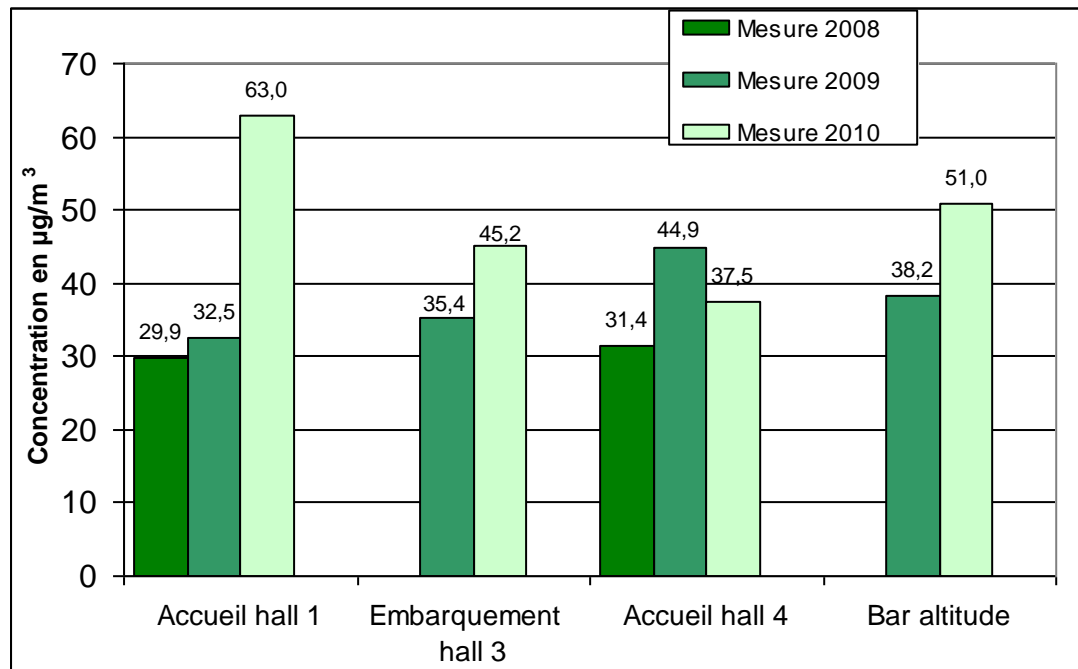


### suivi de la réglementation

Il n'existe pas à ce jour de valeur guide en air intérieur pour le dioxyde d'azote. Cependant il pourra être noté à titre informatif que pour les 4 sites localisés à l'intérieur de l'aérogare la moyenne des concentrations de l'été 2009 et de l'hiver 2010 des sites dépasse légèrement la valeur limite en vigueur 2010 en air extérieur (40 µg/m<sup>3</sup> en valeur annuelle).

### comparaison aux études passées

Les concentrations en dioxyde d'azote pour l'ensemble des périodes de mesure sont indiquées en annexe 2.



Graphique 39 : comparaison des concentrations moyennes en dioxyde d'azote dans les 4 sites investigués à Nantes-Atlantique sur 3 ans.

Le graphique montre l'évolution des concentrations moyennes en dioxyde d'azote pendant les trois campagnes de mesure au sein de l'aéroport. En 2008, seuls deux sites (Accueil hall 1 et Accueil hall 4) ont été étudiés.

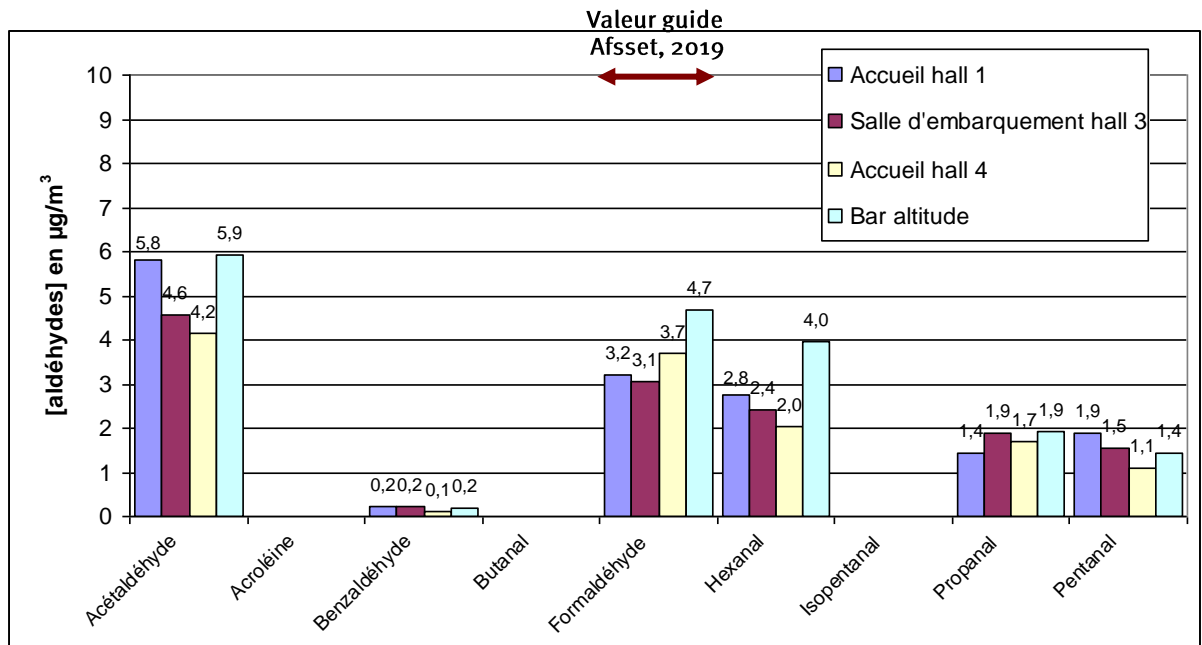
Les périodes de mesures ont été effectuées lors de saisons différentes :

Campagne de mesure	1	2	3
Saison	Hiver 2008	Eté 2009	Hiver 2010
Période	20/11-17/12/2008	08/09-22/09/2009	11/02-18/03/2010
Nombre de série	(1 série)	(2 séries)	(3 séries)
Température	5,0	17,6	5,1
Humidité relative	89,1	73,2	73,2
Vitesse du vent	2,8	3,5	4,0
Direction du vent	Est/ Sud est	Sud / Sud ouest	Instabilité des vents

La plupart des concentrations en NO<sub>2</sub> lors de cette étude est en nette augmentation par rapport aux campagnes précédentes, excepté à l'accueil du hall 4, où sa concentration a diminué (37,5 µg/m<sup>3</sup>) par rapport à l'année précédente (44,9 µg/m<sup>3</sup>). Rappelons qu'en période hivernale, les émissions du trafic routier et du secteur résidentiel et tertiaire (chauffage) sont plus importantes qu'en été.

## les aldéhydes résultats 2010

Le graphique suivant représente les concentrations moyennes en aldéhydes sur les 3 périodes enregistrées au sein des 4 sites de l'aérogare. Les résultats sont indiqués en annexe 2.



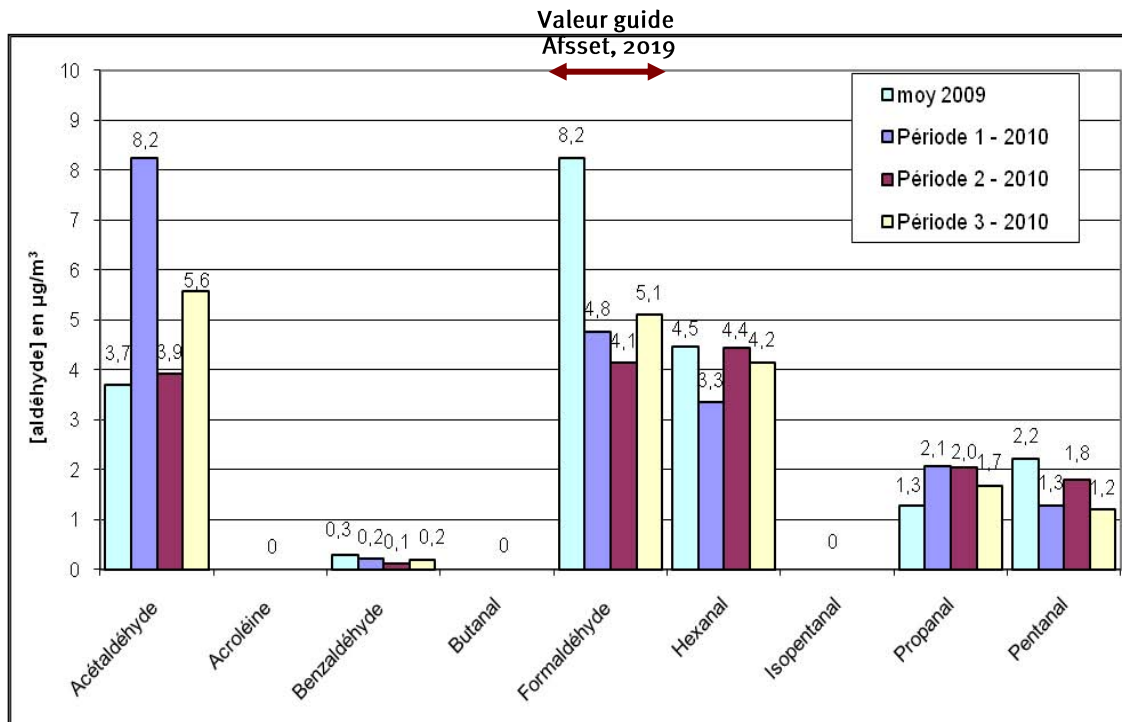
Graphique 40 : concentrations moyennes en aldéhydes sur les 3 périodes enregistrées au sein des 4 sites.

Comme en 2009, le formaldéhyde, l'acétaldéhyde et l'hexaldéhyde sont les trois composés retrouvés en plus grande concentration et ce sur 4 sites de l'aéroport. Les autres aldéhydes ont des concentrations moyennes inférieures à 2 µg/m³.

Les niveaux enregistrés en formaldéhyde sur les 4 sites de l'aéroport correspondent à la moitié (bar altitude), voire au tiers (trois autres sites) de la valeur guide pour l'air intérieur (10 µg/m³).

Le hall 1 et en particulier le bar altitude correspond aux deux sites où les concentrations en aldéhydes sont les plus élevées, toutes périodes confondues.

La zone réservée à l'embarquement, au niveau du « bar altitude », concentre majoritairement les aldéhydes analysés. L'accès à cette zone est réservé aux passagers prêts à l'embarquement. De nombreux services leur sont proposés : bar, restauration rapide, parfumerie et boutique de produits cosmétiques (source de formaldéhyde), espace presse (sources d'hexanal). Pour un esprit plus convivial, le volume de cet espace est plus réduit que les autres sites investigués. Par ailleurs, il s'avère que l'extraction de l'air du bar altitude est moins élevée (5360 m³.h⁻¹) que la salle d'embarquement du hall 3 (6500 m³.h⁻¹), ce qui ne facilite pas la dispersion des polluants spécifiques en ce site. Une augmentation du débit d'extraction d'air permettrait donc une meilleure dispersion des polluants.



Graphique 41 : concentration en aldéhyde dans le « bar altitude »

Il est à noter le réaménagement récent (moins de 2 ans) au niveau du « bar altitude » : la pose d'un revêtement textile, et l'application de peinture ont influencé en particulier les résultats en formaldéhyde au cours de la campagne 2009.

Cinq mois après, les concentrations en aldéhydes ont diminué mais restent toujours supérieures aux résultats retrouvés dans les 3 autres sites (Cf. graphique 40). L'émission de nouveaux matériaux peut durer des mois, voire des années. Les températures hivernales lors des mesures en 2010 ont également participé à la diminution de facteur 2 de ce composé volatil en raison de la variation saisonnière des concentrations en aldéhydes (phénomène d'évaporation des COV accentué en période hivernale).

Du fait de la présence de revêtement textile dans le bar altitude et dans la salle d'embarquement du hall 3, la société de nettoyage utilise quotidiennement des produits correspondant à ce type de sol. Après une lecture des fiches de données de sécurité de ces produits ménagers, il s'avère qu'ils contiennent des composants, tels que des solvants hydroxylés (dont font partie des éthers de glycol), ainsi que des parfums allergisants (limonène).

**comparaison à la valeur guide air intérieur du formaldéhyde pour une exposition long terme**

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a proposé en 2000 une valeur guide de la concentration en formaldéhyde dans l'air ambiant de 100 µg/m³ sur une durée de 30 minutes. Elle correspond à la plus faible concentration associée à une irritation du nez et de la gorge chez l'homme en population générale identifiée dans la littérature.

L'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset), quant à elle, propose en juillet 2007 une valeur guide plus stricte à atteindre en 2019 de 10 µg/m³ pour tous les environnements intérieurs pour une exposition à long terme.

La concentration moyenne maximum atteint 5,1 µg/m³ dans le bar altitude en période 3.

## comparaison aux études passées

### Etudes réalisées en air intérieur dans des aéroports, écoles et logements

Des campagnes de mesure en air intérieur ont été réalisées par différentes AASQA et par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur. Quelques résultats sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

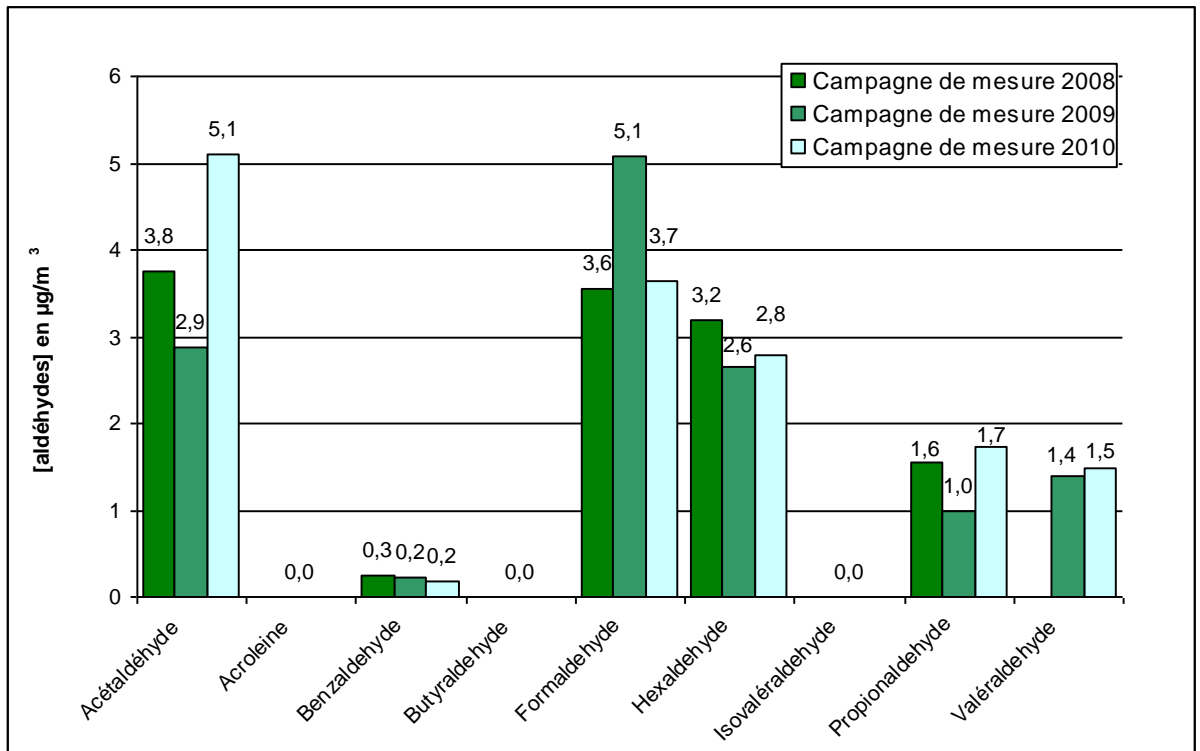
	Commentaires	Acé.	Acro.	Benzal.	Buty.	Formal.	Hexal.	Isoval.	Prop.	Valéral.
Nantes Atlantique 2010	4 sites – 11/02/10 au 18/03/10	5,1 (3,1-8,2)	0,0	0,2 (0,1-0,2)	0,0	3,7 (2,7-5,1)	2,8 (1,7-4,3)	0,0	1,7 (1,3-2,6)	1,5 (0,0-2,3)
Nantes Atlantique 2009	4 sites – 08/09/09 au 22/09/09	2,9 (2,1 – 3,8)	0,0	0,2 (0,0-0,3)	0,0	5,1 (2,8-8,8)	2,7 (1,7-4,5)	0,0	1,0 (0,8-1,3)	1,4 (0,0-2,6)
Aéroport de Bordeaux [11]	16 sites – 18/03/08 au 02/04/08	2,9 (1,8-4,9)	-	0,3 (0,2-0,3)	6,7 (5,2-9,4)	5,4 (2,6-14,8)	3,9 (2,0-7,1)	0,4 (0,2-0,7)	1,9 (1,2-3,1)	0,9 (0,3-2,1)
Aéroport de Bordeaux [11]	16 sites – 06/10/08 au 20/10/08	3,8 (2,4-7,7)	-	0,3 (0,2-0,5)	3,5 (2,2-6,7)	9,2 (3,8-30,3)	3,9 (1,7-6,6)	0,7 (0,2-1,3)	1,4 (0,9-2,4)	2,3 (1,3-3,5)
Ecole et lycée [12]	2 sites – septembre 2008 à juillet 2009	5,6	0,0	0,6	6,5	22,1	13,1	0,6	1,7	2,9
Ecole [13]	17/11 au 21/11/08	10,8	-	1,0	5,7	36,3	-	<0,5	2,6	2,3
Ecoles maternelles et crèches [14]	12-16 juin 06, 2-6 oct 06, 11-15 dec 06, 5-9 mars 07	7,2	-	-	-	21,6	-	-	-	-
Logements [15]	567 sites - Médiane des concentrations	11,6 (10,8-12,3)	1,1 (1,0-1,2)	-	-	19,6 (18,4-21,0)	13,6 (12,6-14,7)	-	-	-
Maison éco-performante au Herbiers*	2 pièces – 19/10/09 au 22/01/10	21,7 (10,8-35,7)	0,0	0,5 (0,4-0,7)	17,3 (12,9-17,9)	18,6 (15,4-24,1)	30,5 (20,3-40,2)	0,9 (0,5-1,7)	3,8 (2,4-5,9)	5,8 (3,9-8,1)

Tableau 10: concentrations en aldéhydes mesurées en air intérieur d'études passées

\* Concentration influencée par le facteur humain (tabagisme, utilisation fréquente d'un dépolluant)

Les concentrations en formaldéhyde dans l'aéroport Nantes-Atlantique sont systématiquement inférieures aux autres environnements répertoriés dans le tableau ci-dessus.

Le graphique ci-dessous représente les concentrations moyennes en aldéhydes enregistrées lors des 3 campagnes de mesure, dont une a été réalisée par la CETE Nord Picardie en 2008 et les deux autres par Air Pays de la Loire en 2009 et 2010.



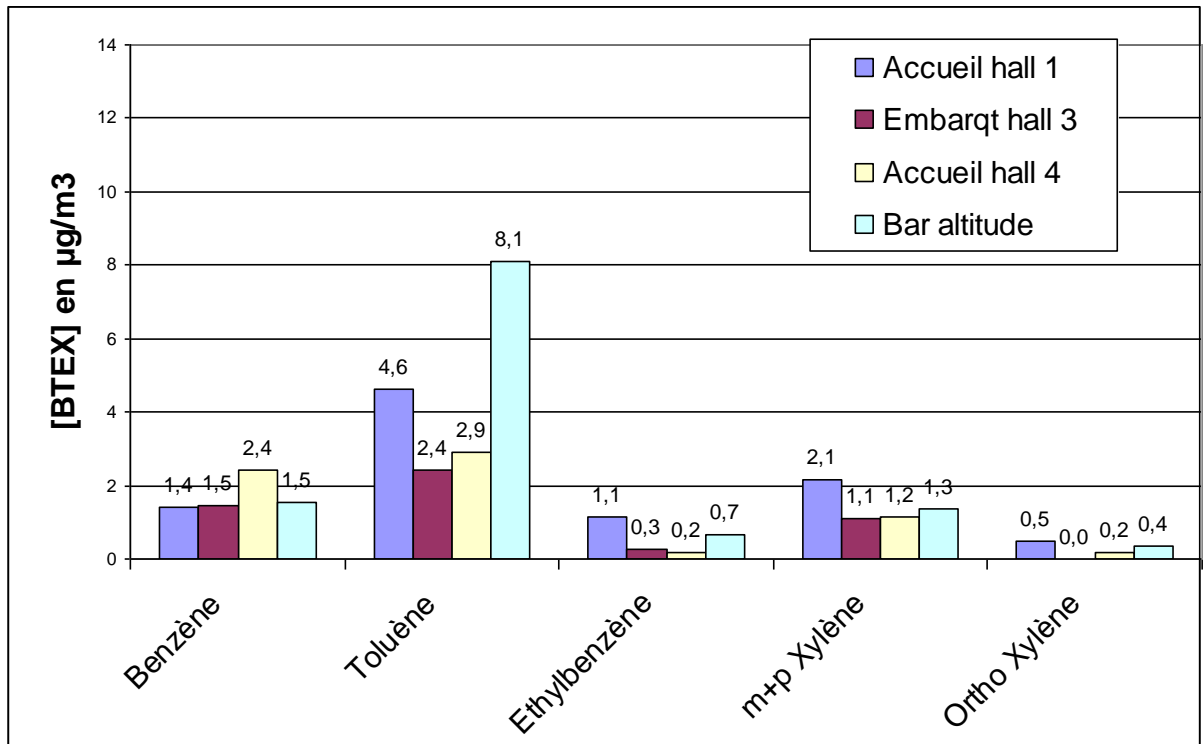
Graphique 42 : concentrations moyennes en aldéhydes enregistrées lors des campagnes de mesure de 2008, 2009 et 2010

La plupart des concentrations en aldéhydes mesurées en 2010 sont légèrement supérieures à celles mesurées en 2009, excepté pour le formaldéhyde et le benzaldéhyde. Les valeurs se situent dans les mêmes gammes que l'aérogare de Bordeaux.

Seul l'acétaldéhyde peut retenir notre attention lors de la première période de mesure (8,2 µg/m³). Son niveau est deux fois plus élevé que celui de 2009. Cette valeur reste faible au vu des niveaux relevés dans les écoles (médiane de 21,7 µg/m³) et dans la campagne nationale logement (médiane de 11,6 µg/m³). Les logements sont en effet des espaces moins importants en volume et plus confinés dont le renouvellement d'air est moindre.

## les BTEX résultats 2010

Les graphiques représentent les concentrations moyennes en BTEX mesurées durant trois séries de mesures sur les 4 sites étudiés pour l'air intérieur. Les résultats sont indiqués en annexes 2.



Graphique 43 : concentrations moyennes en BTEX mesurées en air intérieur dans les 4 sites de l'aérogare.

Seules les valeurs en toluène présentent une disparité selon les sites. Les 4 autres polluants analysés (benzène, l'éthylbenzène, les xylènes) ont des concentrations moyennes relativement faibles et homogènes ( $< 2,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Comme ceci a été observé pour les aldéhydes, il apparaît que la zone réservée à l'embarquement, au niveau du « bar altitude », concentre le plus le toluène. Sa moyenne est de  $8,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur les 3 périodes, avec un maximum de  $13,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  lors de la troisième période. Le hall 1 présente également un niveau deux fois plus élevé ( $4,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) que dans les autres sites de l'aérogare (hall 3 et 4). Cette différence de concentration au regard des autres sites est probablement due à l'émission du sol textile, ainsi que des peintures, émissifs notamment en toluène.

### comparaison à la valeur guide air intérieur

**Toluène :** Rappelons que l'OMS a fixé à  $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$  la valeur guide en toluène (moyenne sur une semaine). Nous pouvons constater que les concentrations relevées au sein du bar sont donc très en deçà de la valeur recommandée.

**Benzène :** la concentration en benzène est largement inférieure à la Valeur Guide Air Intérieur (VGA) de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , proposée par l'Afsset pour une exposition à long terme. Par ailleurs, elle est également inférieure à la valeur limite annuelle en 2010 pour l'air ambiant fixée à  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### comparaison aux études passées

Des campagnes de mesure en air intérieur ont été réalisées par différentes AASQA, dont Air pays de Loire et par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur. Quelques résultats sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

	Commentaires	Benzène	Toluène	Ethylbenzène	M+p xylène	o-xylène	styrène
Nantes Atlantique 2010	4 sites – 11/02/10 au 18/03/10	1,7 (0,8-3,9)	4,5 (1,4-13,3)	0,6 (0,0-1,6)	1,4 (0,7-2,1)	0,3 (0,0-0,7)	-
Nantes Atlantique 2009	4 sites – 08/09/09 au 22/09/09	0,8 (0,5-1,1)	4,2 (2,0-8,7)	1,6 (1,0-2,3)	1,6 (1,2-2,2)	0,5 (0,4-0,7)	1,7 (1,0-2,1)
Aéroport de Bordeaux [11]	16 sites – 18/03/08 au 02/04/08	0,7 (0,6-0,8)	3,7 (0,7-14,3)	0,5 (0,2-0,9)	1,0 (0,8-1,3)		0,7 (0,6-0,8)
Aéroport de Bordeaux [11]	16 sites – 06/10/08 au 20/10/08	0,7 (0,6-0,9)	6,2 (3,9-10,3)	0,8 (0,6-1,1)	2,3 (1,8-2,9)		0,7 (0,6-0,9)
Aéroport de Toulouse [16]	5 sites – été 2001	0,7 (0,5-0,9)	13,9 (6,3-25,5)	-	11,3 (7,2-16,3)		-
Aéroport de Toulouse [16]	5 sites – hiver 2002	0,7 (0,6-0,7)	22(14,9-31,3)	-	16,9 (14,4-18,1)		-
Ecole et lycée [12]	2 sites – septembre 2008 à juillet 2009	0,9	3,9	0,8	2,7	1,0	-
Logements [15]	567 sites - Médiane des concentrations	2,1 (1,9-2,2)	12,2 (11,4-13,7)	2,3 (2,1-2,5)	5,6 (5,1-6,0)	2,3 (2,1-2,5)	1,0 (0,9-1,0)
Maison éco-performante au Herbiers*	2 pièces – 19/10/09 au 22/01/10 Valeurs ci-après : présence des locataires	4,0 (3,1-5,2)	10,9 (8,8-13,3)	1,4 (1,0-1,7)	3,9 (3,1-4,8)	1,3 (1,0-1,5)	-

Tableau 11 : concentrations en BTEX mesurées en air intérieur d'études passées

\* Concentration influencée par le facteur humain (tabagisme, utilisation fréquente d'un dépoussiérant)

Concernant les concentrations en toluène les plus importantes parmi les BTEX mesurés, elles restent faibles au regard des concentrations retrouvées à l'aéroport de Toulouse en hiver 2002 (22 µg/m<sup>3</sup>).

Bien que la comparaison avec la campagne nationale logements 2003/2005 soit délicate du fait des volumes d'air analysés nettement plus restreints (la concentration moyenne en toluène étant de 12,2 µg/m<sup>3</sup>), nous pouvons conclure que le maximum relevé de 13,3 µg/m<sup>3</sup> en période 3 est loin d'être problématique pour la santé des nombreux passagers et personnels qui séjournent dans cet espace avant l'embarquement. Concernant les autres composés, les concentrations avec les autres études sont relativement similaires.

# conclusions et perspectives

## évaluation de la qualité de l'air ambiant

Comme en 2009, la comparaison des niveaux moyens mesurés durant cette étude dans les communes avoisinant l'aéroport Nantes-Atlantique aux données du réseau de surveillance de qualité de l'air d'Air Pays de la Loire révèle des niveaux très proches des niveaux mesurés dans le centre urbain de Nantes.

L'étude d'impact n'indique pas d'influence remarquable des émissions de la zone aéroportuaire sur les teneurs atmosphériques en dioxyde d'azote, poussières fines PM<sub>10</sub>, dioxyde de soufre et monoxyde de carbone mesurées à proximité.

Les vents dominants de secteur nord-est durant la campagne de mesure ont par ailleurs exposé la zone investiguée aux émissions en provenance de l'agglomération nantaise et de son boulevard périphérique.

Au sein de la plate-forme, les concentrations en dioxyde d'azote les plus élevées ont été mesurées au niveau de la zone de stationnement avions face au hall 3, du parking voitures et de la zone d'avitaillement. Ces deux premiers résultats confirment ceux obtenus lors des précédentes campagnes de mesure. Cette influence est limitée au sein de la plate-forme.

Les niveaux en benzène sont faibles et très homogènes quelque soit l'environnement du site de mesure.

Durant la présente étude, les seuils réglementaires ont été respectés au sein et dans l'environnement de la plate-forme aéroportuaire. Toutefois, la moyenne en dioxyde d'azote sur la durée des campagnes été 2009 et hiver 2010, mesurée sur l'un des 6 sites situés au sein de la plate-forme aéroportuaire (zone de stationnement avions face au hall 3), a dépassé la valeur limite en moyenne annuelle, et la valeur limite en moyenne journalière applicable aux poussières fines PM<sub>10</sub> a été atteinte une fois (pour 35 autorisés annuellement) à la ferme de la Ranjonnière. Cette comparaison n'est donnée qu'à titre indicatif, la durée de la campagne ne permettant pas de faire une évaluation stricte des concentrations par rapport aux seuils annuels.

Enfin, l'impact du trafic aérien sur la qualité de l'air n'est pas perceptible.

## évaluation de la qualité de l'air intérieur dans l'aérogare

Les niveaux enregistrés en dioxyde d'azote en air intérieur sont plus importants par rapport à l'air extérieur. Ceci suggère qu'il y a un transfert de la pollution extérieure vers l'intérieur provoquant une élévation des niveaux. Celle-ci est favorisée par la proximité des sites investigués au trafic routier extérieur ou intérieur à la plate-forme. Par ailleurs, des conditions météorologiques défavorables à la dispersion des polluants (mais observées régulièrement dans notre région) ont accentué l'entrée des gaz à combustion du parking extérieur au sein du bâtiment principal.

Le bar altitude a davantage concentré les aldéhydes et les BTEX. Par ailleurs, des travaux de rénovation (pose de moquette, application de peinture), ainsi que la présence de nombreuses boutiques (parfumerie, librairie, alimentation,...) peuvent être à l'origine de cette observation.

Les concentrations moyennes en aldéhyde et en BTEX sont plus faibles que celles relevées dans d'autres environnements (logements, écoles), et sont similaires à d'autres aérogares. Les valeurs en formaldéhyde et en benzène sont en deçà des valeurs guides de l'Afsset.



### **perspectives**

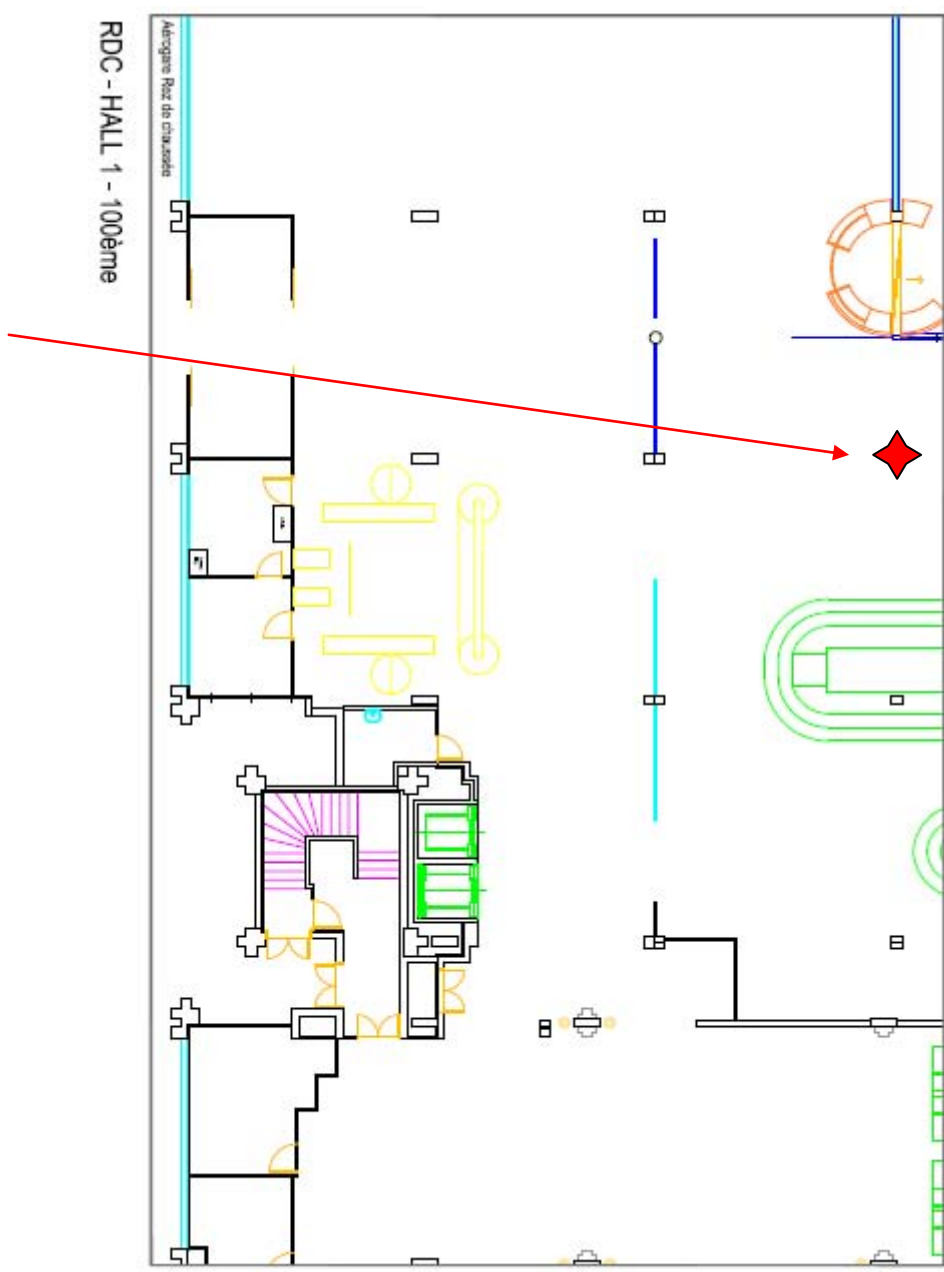
Air Pays de la Loire devrait procéder, à la demande de la CCI de Nantes et selon des modalités identiques à la présente étude à une campagne de mesure en période estivale en 2011. Des mesures automatiques des principaux polluants à l'entrée de l'aérogare permettraient d'appréhender l'exposition des piétons aux activités de la plate-forme aéroportuaire (trafic routier induit...) et de corrélérer les niveaux ambiants aux niveaux mesurés à l'intérieur de l'aérogare.

# annexes

- annexe 1 : localisation des sites de mesure à l'intérieur de l'aérogare
- annexe 2 : résultats des mesures par tubes passifs
- annexe 3 : Air Pays de la Loire
- annexe 4 : techniques d'évaluation
- annexe 5 : types des sites de mesure
- annexe 6 : les polluants mesurés
- annexe 7 : seuils de qualité de l'air 2010
- annexe 8 : valeurs de référence de l'air intérieur

## annexe 1 : localisation des sites de mesure à l'intérieur de l'aérogare

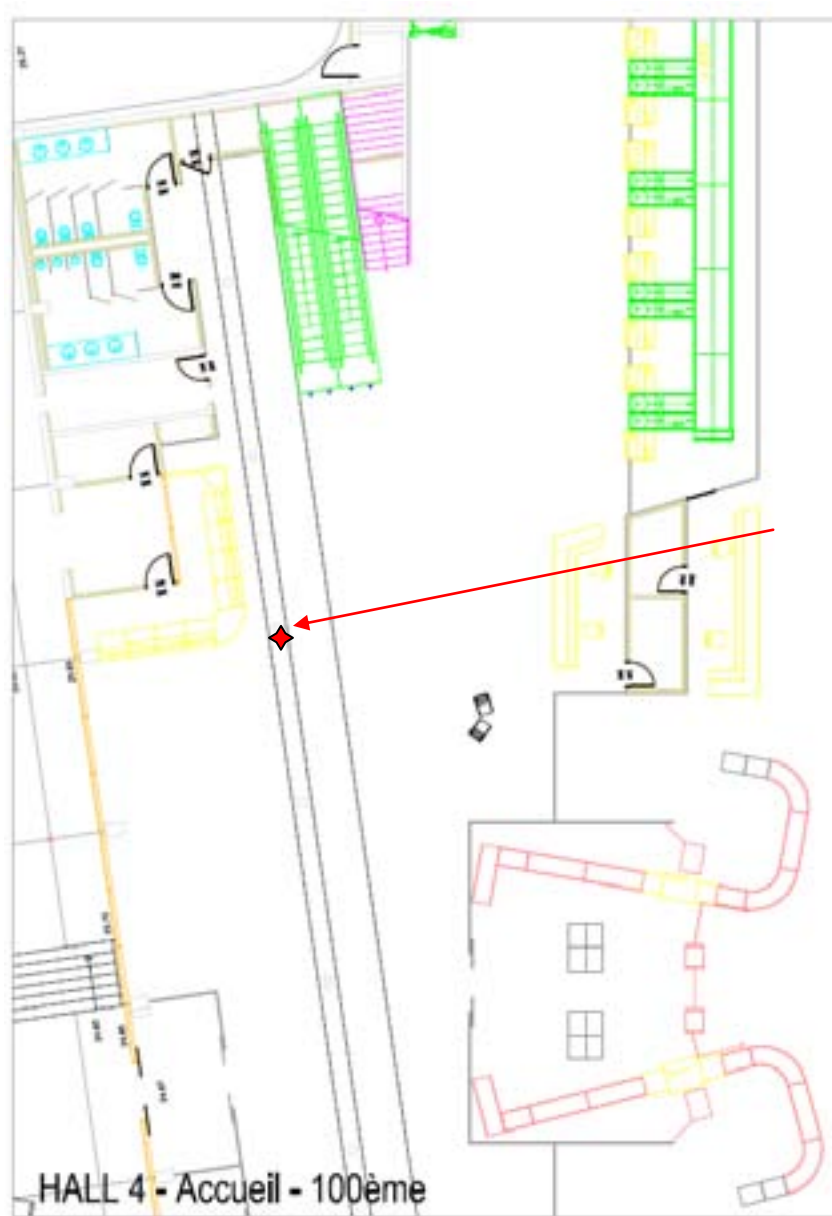
La localisation des sites de mesure est indiquée à l'aide du symbole rouge.



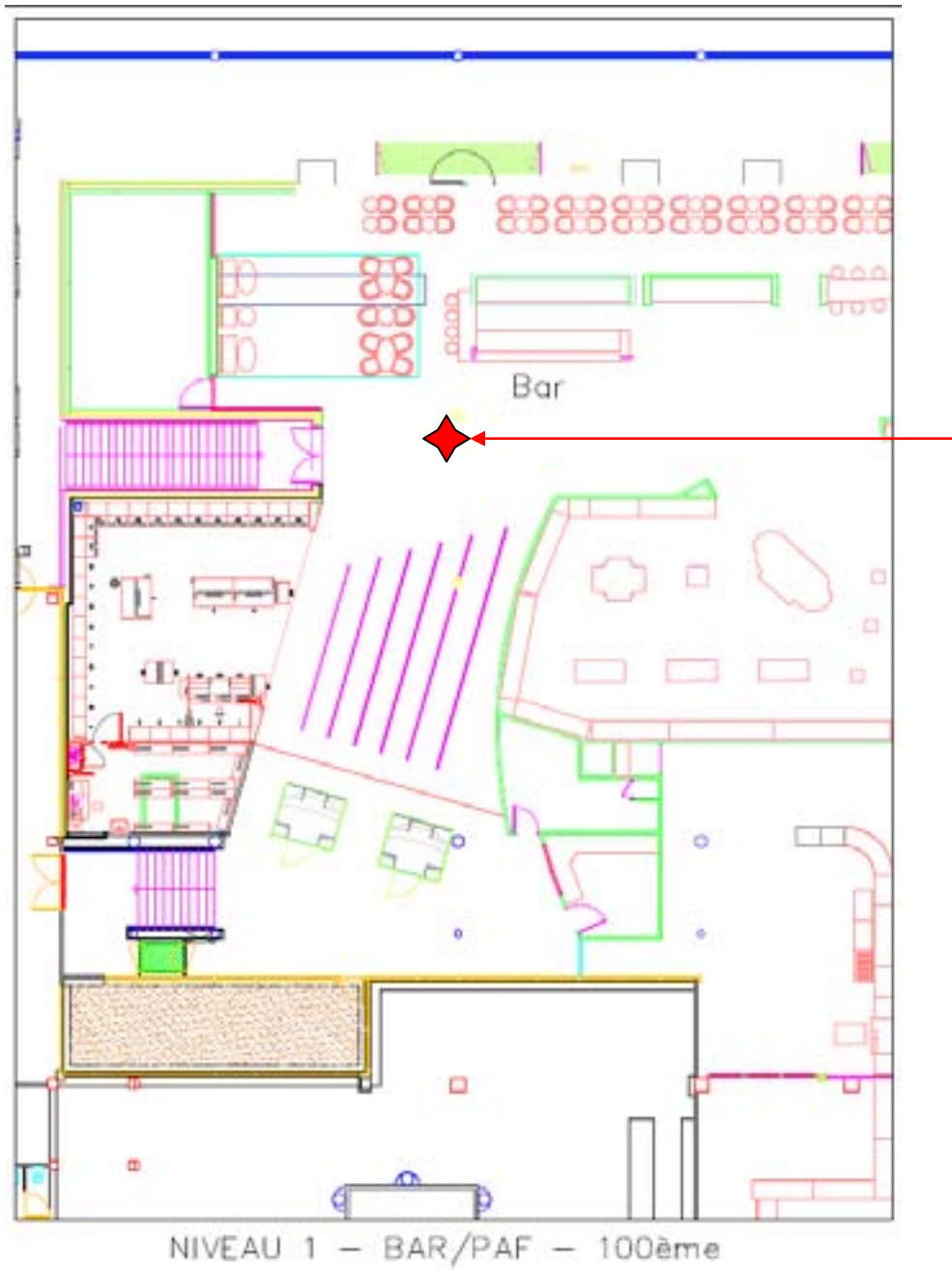
Localisation de l'accueil hall 1



Localisation de la salle d'embarquement hall 3



Localisation de l'accueil hall 4



Localisation du bar altitude

## annexe 2 : résultats des mesures par tubes à diffusion passive

### dioxyde d'azote : air extérieur

N° Site	Date début	Date fin	NO2 (µg/m3)
1			
2	11/02/2010 15:55	25/02/2010 13:15	24.1
3	11/02/2010 13:45	25/02/2010 13:30	11.3
4	11/02/2010 14:20	25/02/2010 13:40	21.2
5	11/02/2010 14:30	25/02/2010 14:00	15.5
6	11/02/2010 15:15	25/02/2010 14:40	18.3
7	11/02/2010 15:00	25/02/2010 14:15	19.8
8	11/02/2010 14:00	25/02/2010 14:25	14.1
9	11/02/2010 15:20	25/02/2010 15:00	25.4
10	11/02/2010 15:30	25/02/2010 12:45	18.5
11	11/02/2010 10:00	25/02/2010 09:35	11.3
12	11/02/2010 10:20	25/02/2010 09:40	36.7
13	11/02/2010 10:35	25/02/2010 09:45	45.2
14	11/02/2010 10:25	25/02/2010 09:50	21.2*
15	11/02/2010 10:15	25/02/2010 09:30	21.2
16	11/02/2010 11:45	25/02/2010 11:15	22.6
1	25/02/2010 13:00	11/03/2010 11:35	17.8
2	25/02/2010 13:15	11/03/2010 11:50	28.7
3	25/02/2010 13:30	11/03/2010 13:00	30.0
4	25/02/2010 13:40	11/03/2010 13:15	24.6
5	25/02/2010 14:00	11/03/2010 13:30	13.6
6	25/02/2010 14:40	11/03/2010 13:40	15.0
7	25/02/2010 14:15	11/03/2010 13:55	20.5
8	25/02/2010 14:25	11/03/2010 14:10	25.9
9	25/02/2010 15:00	11/03/2010 14:25	16.4
10	25/02/2010 12:45	11/03/2010 11:25	17.8
11	25/02/2010 09:30	11/03/2010 09:30	23.2
12	25/02/2010 09:40	11/03/2010 09:50	38.1
13	25/02/2010 09:50	11/03/2010 10:10	38.1
14	25/02/2010 09:45	11/03/2010 10:00	43.6*
15	25/02/2010 09:35	11/03/2010 09:40	32.7
16	25/02/2010 11:15	11/03/2010 11:15	36.8

### dioxyde d'azote : air intérieur

N° Site	Date début	Date fin	NO2 (µg/m3)
A	11/02/2010 11:30	18/02/2010 09:45	71.4
B	11/02/2010 10:50	18/02/2010 10:00	49.9
C	11/02/2010 10:45	18/02/2010 10:25	40.2
D	11/02/2010 11:15	18/02/2010 10:15	73.0
A	18/02/2010 09:45	25/02/2010 10:50	58.8
B	18/02/2010 10:00	25/02/2010 10:15	34.3
C	18/02/2010 10:25	25/02/2010 10:40	40.0
D	18/02/2010 10:15	25/02/2010 10:20	34.3
A	11/03/2010 11:00	18/03/2010 12:00	58.8
B	11/03/2010 10:30	18/03/2010 11:10	51.3
C	11/03/2010 10:50	18/03/2010 11:40	32.3
D	11/03/2010 10:40	18/03/2010 11:25	45.6

\* Conditions de diffusion modifiées durant le prélèvement

### BTEX : air extérieur

N° Site	Date début	Date fin	benzène (µg/m <sup>3</sup> )	Toluène (µg/m <sup>3</sup> )	Ethylbenzène (µg/m <sup>3</sup> )	m+p Xylène (µg/m <sup>3</sup> )	Ortho Xylène (µg/m <sup>3</sup> )
1							
2	11/02/2010 15:55	25/02/2010 13:15	1.1	1.6	0.3	1.2	0.2
3	11/02/2010 13:45	25/02/2010 13:30	0.9	1.4	0.2	0.8	0.0
4	11/02/2010 14:20	25/02/2010 13:40	1.0	1.3	0.0	0.6	0.0
5	11/02/2010 14:30	25/02/2010 14:00	0.9	1.2	0.0	0.7	0.0
6	11/02/2010 15:15	25/02/2010 14:40	1.0	1.8	0.3	1.2	0.3
7	11/02/2010 15:00	25/02/2010 14:15	1.0	1.6	0.2	1.0	0.2
8*	11/02/2010 14:00	25/02/2010 14:25	0.5	0.8	0.2	0.6	0.0
9	11/02/2010 15:20	25/02/2010 15:00	1.0	1.2	0.3	1.1	0.2
10	11/02/2010 15:30	25/02/2010 12:45	1.0	1.2	0.0	0.6	0.0
11*	11/02/2010 10:00	25/02/2010 09:35	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
12	11/02/2010 10:20	25/02/2010 09:40	1.0	3.6	0.4	2.0	0.5
13	11/02/2010 10:35	25/02/2010 09:45	1.0	1.3	0.0	0.8	0.0
14*	11/02/2010 10:25	25/02/2010 09:50	1.0	1.6	0.3	1.2	0.2
15	11/02/2010 10:15	25/02/2010 09:30	0.9	1.3	0.2	0.7	0.0
16	11/02/2010 11:45	25/02/2010 11:15	0.9	1.5	0.0	0.8	0.0
1	25/02/2010 13:00	11/03/2010 11:35	0.9	1.3	0.0	0.6	0.0
2	25/02/2010 13:15	11/03/2010 11:50	0.9	1.2	0.0	0.7	0.0
3	25/02/2010 13:30	11/03/2010 13:00	0.9	1.2	0.0	0.6	0.0
4	25/02/2010 13:40	11/03/2010 13:15	0.9	1.6	0.2	0.8	0.2
5	25/02/2010 14:00	11/03/2010 13:30	0.9	0.9	0.0	0.3	0.0
6	25/02/2010 14:40	11/03/2010 13:40	0.9	1.4	0.0	0.5	0.0
7	25/02/2010 14:15	11/03/2010 13:55	1.3	1.5	0.0	0.5	0.0
8	25/02/2010 14:25	11/03/2010 14:10	0.9	1.1	0.0	0.4	0.0
9	25/02/2010 15:00	11/03/2010 14:25	0.8	1.1	0.0	0.3	0.0
10	25/02/2010 12:45	11/03/2010 11:25	0.9	1.0	0.0	0.5	0.0
11	25/02/2010 09:30	11/03/2010 09:30	0.8	1.1	0.0	0.5	0.0
12	25/02/2010 09:40	11/03/2010 09:50	1.1	2.3	0.0	0.7	0.3
13	25/02/2010 09:50	11/03/2010 10:10	1.1	1.7	0.0	0.6	0.2
14*	25/02/2010 09:45	11/03/2010 10:00	1.0	1.6	0.0	0.6	0.2
15	25/02/2010 09:35	11/03/2010 09:40	0.8	1.1	0.0	0.5	0.0
16	25/02/2010 11:15	11/03/2010 11:15	0.9	1.8	0.2	0.7	0.2

### BTEX : air intérieur

N° Site	Date début	Date fin	benzène (µg/m <sup>3</sup> )	Toluène (µg/m <sup>3</sup> )	Ethylbenzène (µg/m <sup>3</sup> )	m+p Xylène (µg/m <sup>3</sup> )	Ortho Xylène (µg/m <sup>3</sup> )
A	11/02/2010 11:30	18/02/2010 09:45	1.6	4.7	1.2	2.8	0.7
B	11/02/2010 10:50	18/02/2010 10:00	1.4	2.6	0.4	1.5	0.0
C	11/02/2010 10:45	18/02/2010 10:25	2.1	3.1	0.0	1.5	0.0
D	11/02/2010 11:15	18/02/2010 10:15	1.7	5.6	0.4	1.5	0.4
A	18/02/2010 09:45	25/02/2010 10:50	1.1	2.4	0.6	1.8	0.0
B	18/02/2010 10:00	25/02/2010 10:15	0.8	1.7	0.0	0.7	0.0
C	18/02/2010 10:25	25/02/2010 10:40	1.3	1.4	0.0	0.7	0.0
D	18/02/2010 10:15	25/02/2010 10:20	1.1	5.4	0.0	1.1	0.0
A	11/03/2010 11:00	18/03/2010 12:00	1.6	6.7	1.6	1.8	0.7
B	11/03/2010 10:30	18/03/2010 11:10	2.2	2.9	0.4	1.1	0.0
C	11/03/2010 10:50	18/03/2010 11:40	3.9	4.2	0.6	1.3	0.5
D	11/03/2010 10:40	18/03/2010 11:25	1.7	13.3	1.6	1.5	0.7

\* Conditions de diffusion modifiées durant le prélèvement



### aldéhydes : air intérieur

Les résultats sont exprimés en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

sites	Date début	Date fin	Acétaldéhyde	Acroléine	Benzaldéhyde	Butanal	Formaldéhyde	Hexanal	Isopentanal	Propanal	Pentanal
A	11/02/2010 11:30	18/02/2010 09:45	6,4	0,0	0,2	0,0	3,1	1,7	0,0	1,3	1,6
B	11/02/2010 10:50	18/02/2010 10:00	6,8	0,0	0,2	0,0	3,0	2,2	0,0	2,6	1,3
C	11/02/2010 10:45	18/02/2010 10:25	5,6	0,0	0,1	0,0	3,5	1,7	0,0	1,5	1,3
D	11/02/2010 11:15	18/02/2010 10:15	8,2	0,0	0,2	0,0	4,8	3,3	0,0	2,1	1,3
A	18/02/2010 09:45	25/02/2010 10:50	4,8	0,0	0,2	0,0	3,1	3,9	0,0	1,8	2,3
B	18/02/2010 10:00	25/02/2010 10:15	3,1	0,0	0,2	0,0	2,7	2,8	0,0	1,5	2,0
C	18/02/2010 10:25	25/02/2010 10:40	3,1	0,0	0,1	0,0	3,5	2,8	0,0	2,3	2,0
D	18/02/2010 10:15	25/02/2010 10:20	3,9	0,0	0,1	0,0	4,1	4,4	0,0	2,0	1,8
A	11/03/2010 11:00	18/03/2010 12:00	6,3	0,0	0,2	0,0	3,4	2,8	0,0	1,3	1,8
B	11/03/2010 10:30	18/03/2010 11:10	3,8	0,0	0,2	0,0	3,4	2,2	0,0	1,5	1,3
C	11/03/2010 10:50	18/03/2010 11:40	3,8	0,0	0,1	0,0	4,0	1,7	0,0	1,3	0,0
D	11/03/2010 10:40	18/03/2010 11:25	5,6	0,0	0,2	0,0	5,1	4,2	0,0	1,7	1,2

## annexe 3 : Air Pays de la Loire

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

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

### surveiller pour savoir et comprendre



#### l'air de la région sous haute surveillance

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

#### mesurer où et quand c'est nécessaire

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

#### la fiabilité des mesures garantie

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



#### simuler et cartographier la pollution

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



#### prévoir la qualité de l'air

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

### informer pour prévenir



#### pics de pollution : une vigilance permanente

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

#### sur Internet : tous les résultats, tous les dossiers

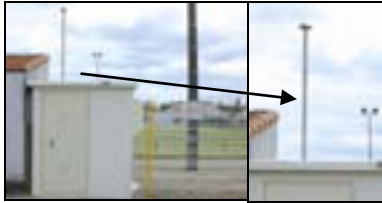
Le site Internet [www.airpl.org](http://www.airpl.org) donne accès à de très nombreuses informations sur la qualité de l'air des Pays de la Loire. Elles sont actualisées toutes les heures. On y trouve les cartes de pollution et de vigilance, les communiqués d'alerte, les indices de la qualité de l'air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

#### des publications largement diffusées

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

## annexe 4 : techniques d'évaluation

### mesures



#### les sites fixes

C'est le principal moyen de surveillance : il existe une cinquantaine de sites fixes dans les Pays de la Loire. Ils surveillent en continu la qualité de l'air des principales agglomérations de la région, des zones industrielles de Basse-Loire, et également dans un secteur rural dans l'est de la Vendée. Fonctionnant 24 heures sur 24, ils sont équipés d'analyseurs spécifiques des principaux indicateurs de pollution atmosphérique : dioxyde de soufre, oxydes d'azote, ozone, particules PM<sub>10</sub> ou PM<sub>2,5</sub>, monoxyde de carbone, BTX. Ces stations sont reliées au poste central d'Air Pays de la Loire où les données sont traitées et servent le cas échéant à activer les procédures d'information et d'alerte.



#### les laboratoires mobiles

La région des Pays de la Loire est dotée de deux laboratoires mobiles de surveillance de la qualité de l'air. Ces systèmes, équipés d'analyseurs spécifiques (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, CO) comme les sites fixes, permettent d'établir un diagnostic de la qualité de l'air dans des secteurs non couverts par le réseau permanent. Les applications sont diverses : impact industriel ou urbain, validation de futurs sites fixes, communication...



#### les tubes à diffusion passive

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

### modélisation



#### les systèmes d'interpolation

Ces techniques permettent de calculer la pollution entre les points de mesure dans le but de réaliser des cartographies. Air Pays de la Loire utilise deux systèmes d'interpolation de type géostatistique (Isatis et R) basés sur la variation des concentrations en fonction de la distance entre les sites de mesures. Ces systèmes peuvent également intégrer des données auxiliaires (émissions,...). Isatis et R peuvent être ainsi employés pour des approches hybrides combinant les données de mesure et de modélisation pour une représentation fidèle de la réalité comme cela est le cas au sein de la plateforme régionale IRIS;

## annexe 5 : types des sites de mesure

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



### sites urbains

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



### sites périurbains

Les sites périurbains sont localisés dans une zone peuplée en milieu périurbain, de façon à ne pas être soumis à une source déterminée de pollution et à caractériser la pollution moyenne de cette zone.



### sites de trafic

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



### sites ruraux

Les sites ruraux participent à la surveillance de l'exposition des écosystèmes et de la population à la pollution atmosphérique de fond (notamment photochimique).

## annexe 6 : les polluants mesurés

Les activités engendrées par les aéroports sont à l'origine d'émissions de polluants atmosphériques [1,2]. On distingue plusieurs types de sources d'émissions sur une zone aéroportuaire :

les sources liées aux mouvements des avions ;

les activités exclusivement terrestres qui comprennent des sources fixes et des sources mobiles.

### sources liées aux mouvements des avions

Les émissions des avions sont évaluées lors du mouvement des avions à basse altitude (jusqu'à 915 m d'altitude) selon les différentes phases du cycle standard atterrissage-décollage «LTO» (Landing and Take-Off) défini par l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale. Ce cycle décompose les opérations de l'avion en quatre phases auxquelles sont associées des réglages de poussées et de durées.

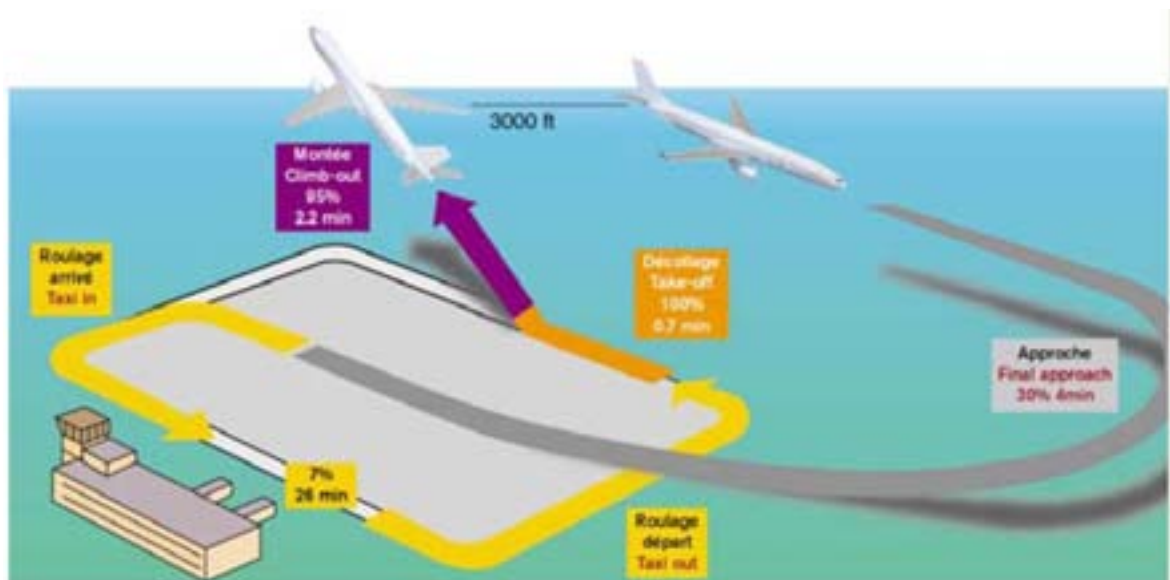


Figure 2 : cycle LTO [2]

Ces quatre phases sont :

une phase d'approche avant atterrissage (poussée minimale) ;

une phase de roulage : mouvement de l'avion au sol, depuis l'atterrissage jusqu'à la préparation du décollage (poussée réduite) ;

une phase de décollage : accélération sur piste et décollage proprement dit (poussée maximale) ;

une phase de montée (poussée assez forte).

### sources liées aux activités terrestres [2]

Les sources fixes proviennent exclusivement des activités terrestres. Ces sources comprennent les systèmes de production, de distribution ou d'utilisation de l'énergie (centrales thermiques), l'utilisation de solvants, les sources liées à l'entretien des espaces verts, les zones de stockage d'hydrocarbures ou encore les opérations d'antigivrage des avions. Les émissions des polluants provenant de ces activités dépendent donc notamment des caractéristiques des combustibles utilisés ou encore des produits stockés. Ces sources peuvent être ponctuelles ou diffuses.

Les sources mobiles regroupent les sources mobiles liées directement au fonctionnement opérationnel de la plate-forme (tracteurs/pousseurs des avions, tapis à bagages, groupes électrogènes thermiques, engins spéciaux utilisés pour l'entretien...) ainsi que les véhicules particuliers et les transports en commun servant à l'acheminement des personnes vers l'aérogare dans la zone publique de l'aérogare (il s'agit là du trafic routier induit par la plate-forme) ou au sein même de la plate-forme aéroportuaire (navettes de transfert de l'aérogare vers les avions...).

## part des émissions due au trafic aérien par rapport aux autres modes de transport

La part du transport aérien, à l'échelle de la France métropolitaine, dans les émissions dans l'air de différents polluants a été déterminée par le CITEPA [3]. En effet, un bilan a été établi par modes de transport en précisant quelles étaient les émissions en 2007 ainsi que leur évolution par rapport à l'année 1990.

Source CITEPA / CORALIE / format SECTEN mise à jour : 18 février 2009

	Secteur Transport_MT-d.06													
	Les transports			Routier			Ferroviaire		Maritime <sup>(*)</sup>		Aérien		Fluvial <sup>(**)</sup>	
	2007	% par rapport au total national	Δ%	2007	% par rapport au total transports	Δ%	2007	2007 / 90	2007	2007 / 90	2007	2007 / 90	2007	2007 / 90
NO <sub>x</sub> (kt)	13	3	-91	4	31	-87	0,0	-86	6,5	-36	0,9	36	1,7	-35
NOx (kt)	789	59	-38	712	90	-38	7,2	-47	21	-27	10	51	38	94
CO (kt)	1 184	25	-61	1 033	87	-63	1,9	-47	2,9	-27	8,8	-16	137	74
COVNM (kt)	224	19	-79	177	79	-63	0,8	-47	1,0	-27	1,5	-63	44	74
CO <sub>2</sub> (Mt) <sup>(b)</sup>	130	34	14	124	94	14	0,6	-47	1,1	-28	3,6	3	2,9	88
Pb (t)	6	0	-100	0	0	-100	0	0	-100	0,0	-33	0	-100	0
Cu (t)	146	80	27	89	61	31	96	20	0	-73	0	-	0,3	72
HAP <sup>(c)</sup> (t)	5	22	74	4	95	79	0	-47	0	-28	0	-	0	91
N <sub>2</sub> O (kt)	2	1	40	2	90	48	0	-47	0	-28	0	3	0,1	67
TSP (kt) <sup>(d)</sup>	113	10	-3	101	89	-3	5,9	-21	1,4	-29	0,8	18	3,8	88
PM <sub>10</sub> (kt) <sup>(d)</sup>	59	12	-20	50	85	-23	3,1	-24	1,3	-29	0,6	20	3,6	86
PM <sub>2,5</sub> (kt) <sup>(d)</sup>	42	14	-28	35	84	-32	1,6	-35	1,3	-29	0,4	21	3,4	89
PM <sub>10</sub> (kt)	33	19	-31	29	86	-36	0	-	1,2	-29	0,3	24	3,1	89

(\*) Somme des HAP tels que définis par la CEE-NU : benz(a)pyrène, benz(b)fluoranthène, benz(k)fluoranthène et indène(1,2,3-cd)pyrène

(a) CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O et autres gaz à effet de serre : selon définitions de la CCNUCC - les émissions répertoriées hors total ne sont pas incluses, à savoir les émissions internationales maritimes et aériennes

Autres substances : selon définitions de la CEE - NU - les émissions répertoriées hors total ne sont pas incluses, à savoir les émissions internationales maritimes et aériennes des trafics aériens phase croisière (≥ 1000 m) domestique et international.

(b) émissions CO<sub>2</sub> hors UTCF

(c) L'usage des routes, des pneus et des freins est pris en compte en plus de l'échappement pour les particules (sauf PM<sub>2,5</sub>)

(d) Dans le format SECTEN, la pêche nationale est incluse dans le sous-secteur "Maritime".

(e) Le poste "Fluvial" comprend : le transport fluvial, les bateaux de plaisance et autres petits bateaux.

Figure 3 : émissions dans l'air de différents polluants par les transports [3]

Les émissions totalisées dans l'enveloppe nationale obéissent à des règles comptables particulières fixées par les Nations unies. Ainsi, seule une partie des émissions des aéronefs et des bateaux est prise en compte dans les émissions totales en France métropolitaine.

Sont exclus du total national les rejets du trafic maritime international. Dans le cas du transport aérien, pour les gaz à effet de serre direct, tout le trafic aérien international est exclu et pour les autres substances, l'exclusion concerne le trafic aérien domestique et international pour les vols d'altitude supérieure à 1000 m.

La part du transport routier prédomine sur les autres modes de transport (part supérieure à 80%) pour tous les polluants à l'exception du dioxyde de soufre (31%), du plomb (0%) et du cuivre (61%).

Les émissions dues au transport aérien sont en augmentation par rapport à 1990 à l'exception du monoxyde de carbone, des Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM) et du plomb dont les émissions sont en baisse.

Les polluants mesurés dans le cadre de cette étude sont les suivants : le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), les poussières fines (PM<sub>10</sub>), le monoxyde de carbone (CO), l'ozone (O<sub>3</sub>) et les composés organiques volatils (COV).

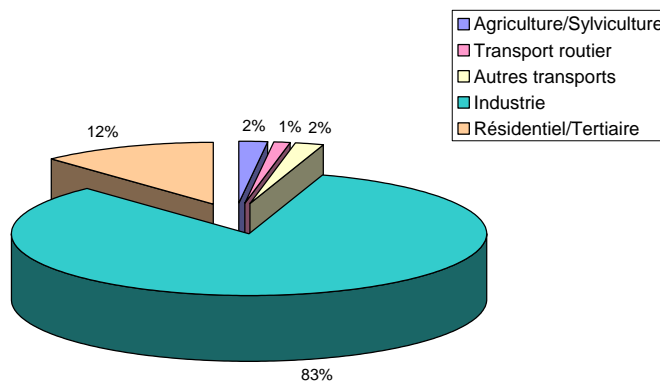
## le dioxyde de soufre

Le dioxyde de soufre provient de la combustion de combustibles fossiles contenant du soufre (fuel, charbon, gazole...).

En France, de 1995 à 2007, les émissions en SO<sub>2</sub> ont diminué de plus de 55 %.

En 2007, le premier secteur émetteur est l'industrie (transformation d'énergie et industrie manufacturière). Il représente 83% des émissions. Le secteur résidentiel/tertiaire (chauffages collectifs et individuels) est à l'origine de 12% des émissions [4].

Répartition des émissions de SO<sub>2</sub> par secteur



Graphique 44 : répartition, à l'échelle nationale, des émissions de dioxyde de soufre par secteur en 2007 [4]

Au niveau d'un aéroport, le SO<sub>2</sub> est issu de l'oxydation du soufre contenu dans le kérosène et de la centrale thermique [5].

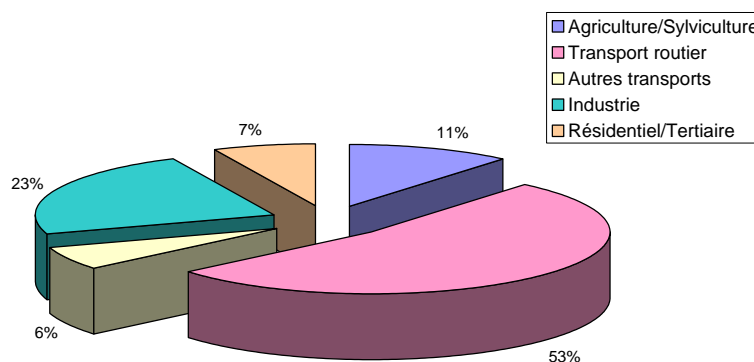
## les oxydes d'azote

Les NO<sub>x</sub> comprennent essentiellement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). Le monoxyde d'azote d'origine anthropique résulte d'une combustion à haute température. Environ 95 % de ces oxydes sont la conséquence de l'utilisation des combustibles fossiles (pétrole, charbon et gaz naturel). Le trafic routier en est la source principale. Le NO<sub>2</sub> est issu de l'oxydation du NO.

En France, de 1995 à 2007, les émissions en NO<sub>x</sub> ont diminué de 24 %.

Le transport routier est le premier secteur émetteur de NO<sub>x</sub> puisqu'il représente en 2007, 53 % des émissions de la France métropolitaine. L'industrie (transformation d'énergie et industrie manufacturière) est à l'origine de 23 % des émissions [4].

Répartition des émissions de NO<sub>x</sub> par secteur



Graphique 45 : répartition, à l'échelle nationale, des émissions d'oxydes d'azote par secteur en 2007 [4]

Au niveau d'un aéroport, les NO<sub>x</sub> sont issus de l'oxydation de l'azote de l'air à températures et pressions élevées en sortie de chambre de combustion du moteur. Les émissions de NO<sub>x</sub> sont majoritaires lors des phases nécessitant de fortes poussées (décollage et montée) [2, 4].

## les poussières fines PM10

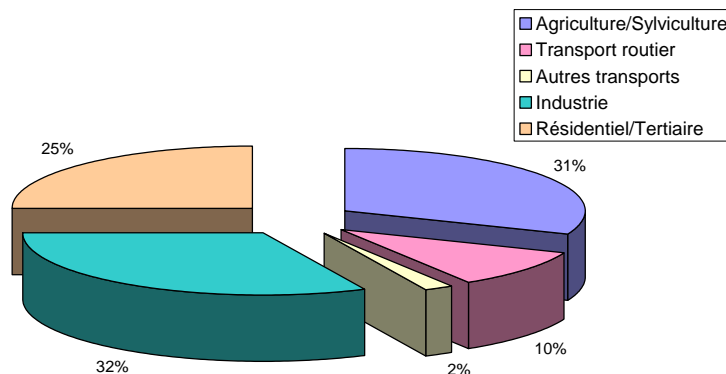
Les combustions incomplètes des combustibles fossiles (carburants, chaudières ou procédés industriels) sont à l'origine des émissions de particules.

Elles sont de nature très diverses et peuvent véhiculer d'autres polluants comme des métaux lourds ou des hydrocarbures.

En France, de 1995 à 2007, les émissions en poussières ont diminué de 28%.

L'industrie et l'agriculture/sylviculture ont une contribution similaire aux émissions de PM10 dans l'air (32 et 31 %, respectivement). Le résidentiel/tertiaire est à l'origine de 28% des émissions [6].

Répartition des émissions de PM10 par secteur



Graphique 46 : répartition des émissions, à l'échelle nationale, de PM10 par secteur en 2007 [6]

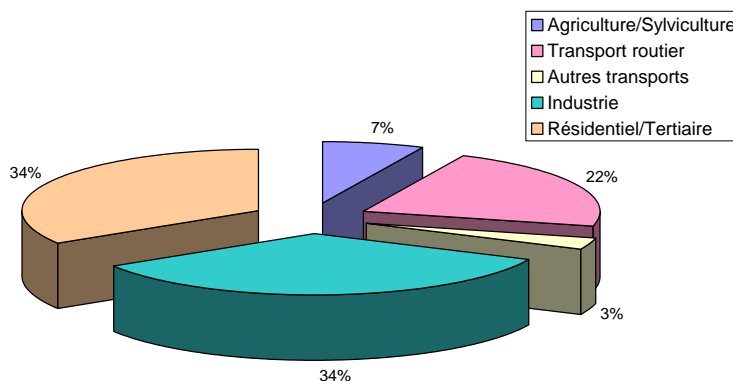
Au niveau d'un aéroport, les particules PM10 sont libérées par la **combustion incomplète du kérosène** [5]. L'inventaire des émissions réalisé par l'ASPA, sur la plate-forme aéroportuaire de Strasbourg-Entzheim, a montré que les émissions, hors aéronefs, de PM10 proviennent majoritairement de l'utilisation des **engins sur piste** [7].

## le monoxyde de carbone

Le monoxyde de carbone provient de la combustion incomplète de matières organiques (gaz, charbon, fuel, carburants, bois). On le rencontre essentiellement au niveau du sol à proximité des sources d'émission.

En France, de 1995 à 2007, les émissions en CO ont diminué d'environ 50%. Les trois principaux secteurs à l'origine des émissions de monoxyde de carbone sont le résidentiel/tertiaire (34 %), l'industrie (34 %) et les transports routiers (22 %) [4].

Répartition des émissions de CO par secteur



Graphique 47 : répartition des émissions, à l'échelle nationale, de monoxyde de carbone par secteur en 2007 [4]

Au niveau d'un aéroport, le CO est issu de la combustion incomplète du **kérosène**. Il est émis lorsque le moteur fonctionne à puissance réduite (**stationnement et roulage au sol**) [1,5].



## les Composés Organiques Volatils (COV)

Les composés organiques volatils (COV) constituent une famille de produits très large qui se trouvent à l'état de gaz ou s'évaporent facilement dans les conditions normales de température et de pression (20°C et 10<sup>5</sup> Pa).

Ce sont des polluants précurseurs de l'ozone, et certains d'entre eux sont considérés comme cancérogènes pour l'homme. Le benzène et le formaldéhyde ont été classés cancérogènes (groupe 1) par le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer) respectivement depuis 1987 et 2007.

Les sources des aldéhydes et des BTEX sont multiples comme le montrent les tableaux 1 et 2 ci-dessous :

Sources des aldéhydes	
Formaldéhyde	produit de construction (panneaux de particules) et de décoration (peintures, colles urée-formol), ameublement (bois reconstitué), sources de combustion (fumée de tabac, bougies, bâtonnets d'encens, cheminées à foyer ouvert, cuisinières à gaz, poêles à pétrole), produits d'entretien et de traitement, produits d'hygiène corporelle et cosmétique, réactivité chimique entre l'ozone et certains COV.
Acétaldéhyde	Photochimie, fumée de tabac, photocopieurs, panneaux de bois brut, panneaux de particules
Benzaldéhyde	Peintures à phase solvant, photocopieurs, parquet traité
Hexaldéhyde (ou hexanal)	Panneaux de particules, émissions des livres et magazines neufs, peintures à phase solvant, produit de traitement du bois (phase aqueuse), panneaux de bois brut
Isobutyraldéhyde (ou isobutanal)	Photocopieurs
Isovaléraldéhyde (ou Isopentanal)	Parquet traité, panneaux de particules
Valéraldéhyde (ou pentanal)	Emissions des livres et magazines neufs, peintures à phase solvant, panneaux de particules

Tableau 12 : sources d'aldéhydes [8]

Sources des BTEX	
Benzène	Carburants, fumée de tabac, produits de bricolage, d'ameublement, de construction et de décoration
Toluène	Peintures, vernis, colles, encres, moquettes, tapis, calfatage siliconé, vapeurs d'essence
m/p-xylène et o-xylène	Peintures, vernis, colles, insecticides
Ethylbenzène	Carburant, cires

Tableau 13 : sources de BTEX [8]

Les émissions de COV sont essentiellement dues à la combustion et à l'utilisation de solvants, dégraissants, conservateurs. Selon les données du CITEPA, en 2007, c'est le résidentiel/tertiaire qui contribue le plus à leurs émissions (32 % des émissions totales). Le second émetteur est l'industrie manufacturière (31% des émissions totales). Le phénomène d'évaporation au cours de la fabrication et de la mise en œuvre de produits contenant des solvants est la principale source de ces émissions.

Au niveau d'un aéroport, les BTEX sont présents dans les **carburants** (routiers et aviation) et libérés lors de la **combustion**.

La source principale du formaldéhyde est interne aux bâtiments (**matériaux, mobilier...**). Il est également émis par des sources extérieures (**transport**) mais cette source est mineure par rapport aux sources internes.

## l'ozone

Contrairement aux précédents polluants dits primaires (directement émis par les sources), l'ozone est un polluant secondaire. Il résulte de la transformation photochimique de polluants primaires (NOx, COV, CO), dans l'atmosphère, sous l'action des rayons ultraviolets du soleil.

Les plus fortes concentrations en ozone apparaissent au printemps et à l'été lorsque l'ensoleillement est maximal.

## annexe 7 : seuils de qualité de l'air extérieur 2010

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

- (1) valeur applicable à compter du 01/01/2010  
 (2) pour la protection de la végétation  
 (3) valeur applicable à compter du 01/01/2010  
 (4) pour la protection des écosystèmes  
 (5) à ne pas dépasser plus de 35j par an (percentile 90,4 annuel)  
 (6) à ne pas dépasser plus de 3j par an (percentile 99,2 annuel)  
 (8) à ne pas dépasser plus de 18h par an (percentile 99,8 annuel) - valeur applicable à compter du 01/01/2010  
 (9) à ne pas dépasser plus de 24h par an (percentile 99,7 annuel)  
 (10) dépassé plus de 3h consécutives

- (11) si la procédure de recommandation et d'information a été déclenchée la veille et le jour même et que les prévisions font craindre un nouveau risque de déclenchement pour le lendemain  
 (12) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, calculé sur une année civile  
 (13) pour la protection de la végétation: calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet  
 (14) en moyenne sur 5 ans à respecter au 1 janvier 2010 : calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet  
 (15) pour la protection de la santé humaine : à ne pas dépasser plus de 25 j par an en moyenne sur 3 ans à respecter au 1 janvier 2010  
 (16) valeur applicable au 1 janvier 2010  
 (17) valeur intégrant la marge de tolérance applicable en 2010 : 5 (valeur applicable à compter du 01/01/2015: 25)  
 (18) à compter du 31 décembre 2012

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

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

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

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

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

## annexe 8 : valeurs de référence de l'air intérieur 2010

Formaldéhyde	<p><b>Recommandations :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 µg.m<sup>-3</sup> : valeur guide 2019, (Afsset). La décroissance vers cette valeur se fera linéairement au fil des années, avec les bornes suivantes : 20 µg/m<sup>3</sup> à 4 ans (2014) et 10 µg/m<sup>3</sup> à 9 ans (2019).</li> </ul> <p>valeur repère de protection des populations sensibles sur une exposition à long terme : application de cette valeur en 2012 pour tous bâtiments neufs (Afsset)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 µg.m<sup>-3</sup> : valeur repère avec aucune action corrective (HCSP)</li> <li>• 50 µg.m<sup>-3</sup> : valeur maximale admissible pour une exposition de longue durée. Nécessité d'information et de recommandation dans un délai de quelques mois. (HCSP)</li> </ul> <p>valeur guide pour une exposition court terme de 2 heures (Afsset)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 µg.m<sup>-3</sup> : valeur d'action corrective rapide, au cours du mois suivant le résultat (HCSP)</li> </ul>
Benzène	<p><b>VGAI long terme (Afsset) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 µg.m<sup>-3</sup> pour les effets chroniques non cancérogènes pour une durée d'exposition supérieure à un an.</li> <li>• 2 µg.m<sup>-3</sup> : valeur pour les effets chroniques cancérogènes et une durée d'exposition vie entière, correspondant à un excès de risque de 10<sup>-5</sup>.</li> <li>• 0,2 µg.m<sup>-3</sup> pour les effets chroniques cancérogènes et une durée d'exposition vie entière, correspondant à un excès de risque de 10<sup>-6</sup>.</li> </ul> <p><b>VGAI intermédiaire (Afsset) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne sur un an pour les effets hématologiques non cancérogènes et afin de prendre en compte des effets cumulatifs du benzène (8 heures).</li> </ul> <p><b>VGAI court terme (Afsset) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 µg.m<sup>-3</sup> en moyenne sur 14 jours pour les effets hématologiques non cancérogènes et afin de prendre en compte des effets cumulatifs du benzène.</li> </ul>
Toluène	<p><b>Valeur Guide (OMS) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 260 µg/m<sup>3</sup> (moyenne sur une semaine).</li> </ul>
Dioxyde de carbone	<p><b>Recommandation (RDS) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seuil : 1000 ppm</li> </ul>
Dioxyde d'azote	<p><b>Valeur Guide (OMS) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 40 µg/m<sup>3</sup> (valeur long terme applicable en air extérieur).</li> </ul>
Particules	<p><b>Valeur de gestion (OMS) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PM<sub>2,5</sub> : 25 µg.m<sup>-3</sup> sur 24 heures, 10 µg.m<sup>-3</sup> sur le long terme</li> <li>• PM<sub>10</sub> : 50 µg.m<sup>-3</sup> sur 24 heures, 20 µg.m<sup>-3</sup> sur le long terme</li> </ul>

Sources : (Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail, Haut Conseil de la Santé Publique, Règlement Sanitaire Départemental, Organisation Mondiale de la Santé)

**Valeur guide :**  
concentration dans l'air d'une substance chimique, associée à un temps d'exposition, en dessous de laquelle aucun effet sanitaire n'est en principe attendu pour la population.

**Valeur repère :**  
valeur en dessous de laquelle il n'y a pas d'action spécifique à engager à court terme. Elle peut être considérée comme la teneur maximale acceptable pour une bonne qualité de l'air vis-à-vis du polluant considéré dans les conditions d'occupation régulière d'un local.

**Valeur d'information et de recommandations :**  
niveau de contamination qui ne doit pas être dépassé dans un local habité. Si c'est le cas, il est nécessaire d'identifier les sources et de réduire dans les meilleurs délais – de l'ordre de quelques mois - celles dont l'impact est le plus important. Cette valeur connaît également une décroissance linéaire afin d'atteindre également à terme la VGAI de l'Afsset.(10 µg.m<sup>-3</sup>)

# bibliographie

- [1] Direction Générale de l'Aviation Civile, *Pollution atmosphérique et aviation*, janvier 2003
- [2] Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France, *Qualité de l'air et aéroports*, rapport du groupe de travail « air et transport », Editions TEC&DOC, 74 p. + annexes, février 2006.
- [3] Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique, *Inventaire des émissions de polluants atmosphériques en France – Séries sectorielles et analyses étendues*, Rapport d'inventaire national, juin 2009
- [4] Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique, *Emissions dans l'air en France métropole : substances relatives à l'acidification, l'eutrophisation et la pollution photochimique*, 2009
- [5] ASPA, *Caractérisation de la qualité de l'air dans l'Aéroport de Strasbourg-Entzheim*, Rapport relatif à la campagne de mesures du 8 au 22 février 2006, juin 2006
- [6] Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique, *Emissions dans l'air en France métropole : particules en suspension*, 2009
- [7] ASPA, CITEPA, *Inventaire des émissions atmosphériques sur la plate-forme aéroportuaire de Strasbourg-Entzheim (hors aéronefs), rapport de synthèse*, 2003
- [8] Observatoire de la qualité de l'air intérieur, [www.air-intérieur.org](http://www.air-intérieur.org)
- [9] CETE Nord Picardie, *Campagne de mesures de la qualité de l'air sur l'aéroport de Nantes-Atlantique*, avril 2009
- [10] Air Pays de la Loire, *Campagne de mesures de la qualité de l'air dans l'environnement de l'aéroport Nantes-Atlantique*, 2002
- [11] AIRAQ, *Etude de la qualité de l'air intérieur à l'aéroport de Bordeaux*, 2008
- [12] Air Pays de la Loire, *Evaluation de la qualité de l'air intérieur dans deux établissements scolaires nantais*, rapport en cours de validation, octobre 2009
- [13] ASPA, *Campagne de mesures de la qualité de l'air intérieur dans les locaux de l'école primaire Pierre Curie à Erstein*, janvier 2009
- [14] AIR-APS, AMPASEL, ATMO Drôme-Ardèche, ASCOPARG, COPARLY, *Mesure des aldéhydes dans l'air intérieur des écoles maternelles et des crèches en Rhône-Alpes*, 2007
- [15] Observatoire de la Qualité de l'Air, *Campagne nationale logements : Etat de la qualité de l'air dans les logements français*, mise à jour 2007
- [16] ORAMIP, *Résultats de l'étude de qualité de l'air à l'aéroport de Toulouse Blagnac*, 2002
- [17] Air Pays de la Loire, *Evaluation de la qualité de l'air dans l'environnement de l'aéroport Nantes-Atlantique – campagne 2009*, 2009
- [18] Denis Charpin, *L'air et la santé*, Editions Médecine-Sciences Flammarion, Mai 2004

## abréviations

Aasqa	Association agréée de surveillance de la qualité de l'air
BTEX	benzène, toluène, éthylbenzène, xylènes
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	benzène
CCIN	Chambre de Commerce et de l'Industrie de Nantes
CO	monoxyde de carbone
COV	composés organiques volatils
CSHPPF	Conseil supérieur d'hygiène publique de France
µg	Microgramme (= 1 milliardième de gramme)
NO	monoxyde d'azote
NO <sub>2</sub>	dioxyde d'azote
NOx	oxydes d'azote (= dioxyde d'azote + monoxyde d'azote)
O <sub>3</sub>	ozone
OMS	Organisation mondiale de la santé
PM <sub>10</sub>	particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm
SO <sub>2</sub>	dioxyde de soufre
TU	temps universel

## définitions

année civile	période allant du 1er janvier au 31 décembre
AOT <sub>40</sub>	somme des différences entre les moyennes horaires supérieures à 80 µg/m <sup>3</sup> et 80 µg/m <sup>3</sup> , calculée sur l'ensemble des moyennes horaires mesurées entre 8 h et 20 h de mai à juillet
heure TU	heure exprimée en Temps Universel (= heure solaire)
hiver	période allant du 1er octobre au 31 mars
moyenne 8-horaire	moyenne sur 8 heures
percentile x	niveau de pollution respecté par x % des données de la série statistique considérée
taux de représentativité	pourcentage de données valides sur une période considérée
valeur cible	niveau de pollution fixé dans le but d'éviter à long terme des effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement, à atteindre là où c'est possible sur une période donnée

## précisions sur les calculs statistiques

Sauf indication contraire, les données de base utilisées dans les calculs statistiques sont bimensuelles pour les BTX, journalières pour les fumées noires et horaires pour les autres paramètres mesurés. Les calculs statistiques annuels sont validés seulement si au moins 75% des données sont valides sur l'année et s'il n'existe aucune période sans donnée de plus de 720 heures consécutives dans l'année. Pour le calcul de l'AOT<sub>40</sub>, 90% de données valides sont exigées. Les mesures indicatives sont considérées comme représentatives si l'air est prélevé pendant au moins 14 % de l'année (sauf pour l'ozone : plus de 10 % sur l'été et les dépôts totaux en HAP : 33 % de l'année).

# airpays de la loire

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

**Tél + 33 (0)2 28 22 02 02**

Fax + 33 (0)2 40 68 95 29

**[contact@airpl.org](mailto:contact@airpl.org)**

