



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

campagne été 2011

janvier 2012



sommaire

| | |
|---|-----------|
| synthèse | 1 |
| introduction | 11 |
| la réglementation..... | 12 |
| le dispositif mis en œuvre | 13 |
| présentation de la plateforme aéroportuaire | 13 |
| les objectifs de la campagne de mesure..... | 13 |
| mesures des polluants par analyseurs automatiques..... | 14 |
| mesure des polluants par tubes passifs | 16 |
| périodes de mesure | 18 |
| les résultats | 19 |
| représentativité de la période de mesure | 19 |
| résultats : air ambiant..... | 22 |
| air intérieur..... | 51 |
| conclusions et perspectives | 61 |
| annexes | 62 |
| annexe 1 : localisation des sites de mesure à l'intérieur de l'aérogare | 63 |
| annexe 2 : résultats des mesures par tubes à diffusion passive..... | 67 |
| annexe 3 : Air Pays de la Loire | 69 |
| annexe 4 : techniques d'évaluation..... | 71 |
| annexe 5 : types des sites de mesure | 72 |
| annexe 6 : les polluants mesurés..... | 73 |
| annexe 7 : seuils de qualité de l'air 2011..... | 78 |
| annexe 8 : valeurs de référence de l'air intérieur 2011 | 79 |
| bibliographie | 80 |
| abréviations | 81 |
| définitions | 81 |
| précisions sur les calculs statistiques..... | 81 |

contributions

Coordination de l'étude : Florence Guillou - Rédaction : Florence Guillou, Laurence Böhm - Cartographie : Frédéric Penven, Mise en page : Bérangère Poussin - Exploitation du matériel de mesure : Arnaud Tricoire Photographies : Arnaud Tricoire - Validation : François Ducroz, 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 3 août 2010 pris par le Ministère chargé de l'Ecologie.

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

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

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

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

remerciements

Nous remercions les aéroports du Grand-Ouest d'avoir renouveler sa confiance à Air Pays de la Loire pour la réalisation de cette étude 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 leur démarche environnementale, les aéroports du Grand Ouest (AGO), succédant à la Chambre de Commerce et d'Industrie de Nantes St-Nazaire (CCIN) en tant que concessionnaire, ont souhaité obtenir des informations sur la qualité de l'air au sein et aux abords de la plateforme aéroportuaire Nantes Atlantique. Air Pays de la Loire a été retenu en 2009 pour mener ce projet sur 3 ans. Les moyens et techniques utilisés par Air Pays de la Loire ont été soumis et acceptés par AGO.

Comme nombre d'activités anthropiques, le transport aérien est à l'origine d'émissions de polluants atmosphériques, majoritairement dues aux aéronefs et aux activités au niveau de la plateforme aéroportuaire. Dans un souci de protection de la santé humaine, la réglementation de l'Union Européenne impose la surveillance de certains polluants atmosphériques. C'est le cas notamment du dioxyde d'azote, des particules fines, du dioxyde de soufre, de l'ozone, du monoxyde de carbone et du benzène, polluants qui ont fait l'objet d'une évaluation. Pour l'air intérieur, les aldéhydes, le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes sont par ailleurs suivis.

La présente campagne réalisée à l'été 2011 s'inscrit dans le prolongement d'une succession d'études initiée en 2002 par Air Pays de la Loire :



Frise chronologique des campagnes d'évaluation de la qualité de l'air à Nantes Atlantique

Cette approche, basée sur une alternance de conditions climatiques hivernales et estivales, vise à obtenir la 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.

objectifs → évaluer la qualité de l'air extérieur et intérieur au niveau de la plateforme aéroportuaire

Les objectifs de surveillance poursuivis sont :

- 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 plateforme ;
- l'évaluation de la qualité de l'air intérieur dans l'aérogare ;
- la variabilité saisonnière par une mise en perspective de cette étude au regard des précédentes.

moyens ➔ deux méthodes complémentaires pendant un mois

La campagne de mesure s'est déroulée du 6 septembre au 4 octobre 2011.

mesures des polluants par analyseurs automatiques

Du 6 septembre au 4 octobre 2011, le dioxyde d'azote, les particules fines PM₁₀, le dioxyde de soufre SO₂, l'ozone O₃ et le monoxyde de carbone CO ont été mesurés en continu par un laboratoire mobile installé dans le prolongement nord de la piste.

mesures des polluants par tubes à diffusion passive

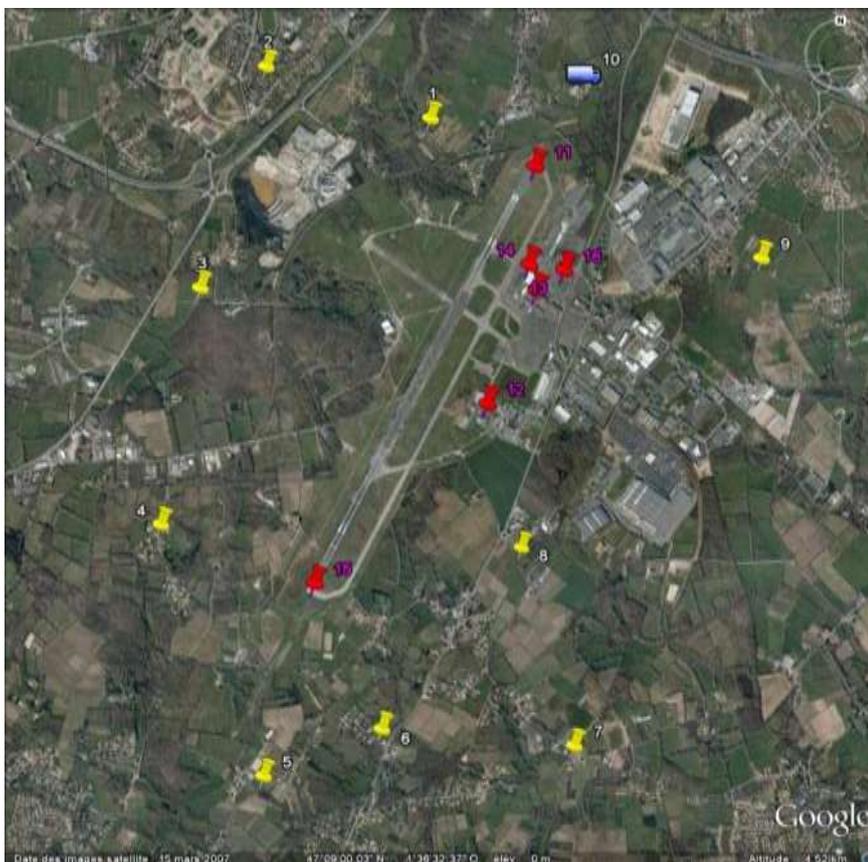
Le dioxyde d'azote et les BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes) ont été mesurés par tubes à diffusion passive, localisés sur 16 sites pour l'évaluation de la qualité de l'air extérieur et 4 sites pour l'air intérieur. Ces derniers ont fait l'objet d'une évaluation complémentaire des niveaux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

Le dispositif mis en place par Air Pays de la Loire en 2011 est identique à celui des deux études de 2009 et 2010.

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

Durant 2 périodes successives de deux semaines, ont été instrumentés :

- dix sites de mesure dans les communes environnantes, Bouguenais et Saint-Aignan de Grand lieu (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),
- un site au niveau du parking de voitures n°2 (site 16).



Localisation des sites pour l'évaluation de la qualité de l'air ambiant

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 2 périodes de 7 jours.



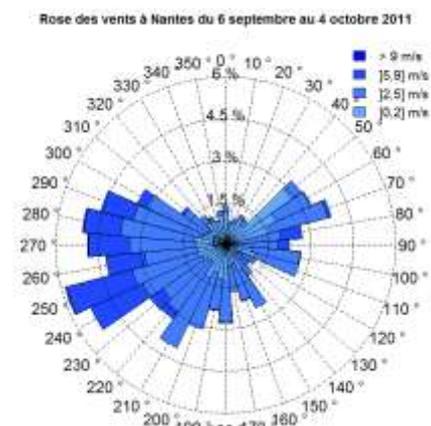
Localisation des sites de mesure dans l'aérogare

résultats

air ambiant

situation météorologique

La rose des vents pour la période du 6 septembre au 4 octobre 2011, est présentée ci-contre. L'analyse de la direction des vents sur la totalité de la campagne montre une prédominance des vents de secteur ouest à sud-ouest, notamment lors de la 1^{ère} quinzaine de mesure. Le site de la ferme de la Ranjonnrière était donc relativement peu influencé par les activités aéroportuaires. Par ailleurs, alors que les températures relevées au cours des 3 premières semaines approchaient les normales saisonnières, elles ont été largement dépassées à la fin de la période de mesure atteignant les 30°C début octobre.



Température moyenne : 17,6°C
rose des vents du 6 septembre au 4 octobre 2011

représentativité des niveaux de pollution de la période de mesure

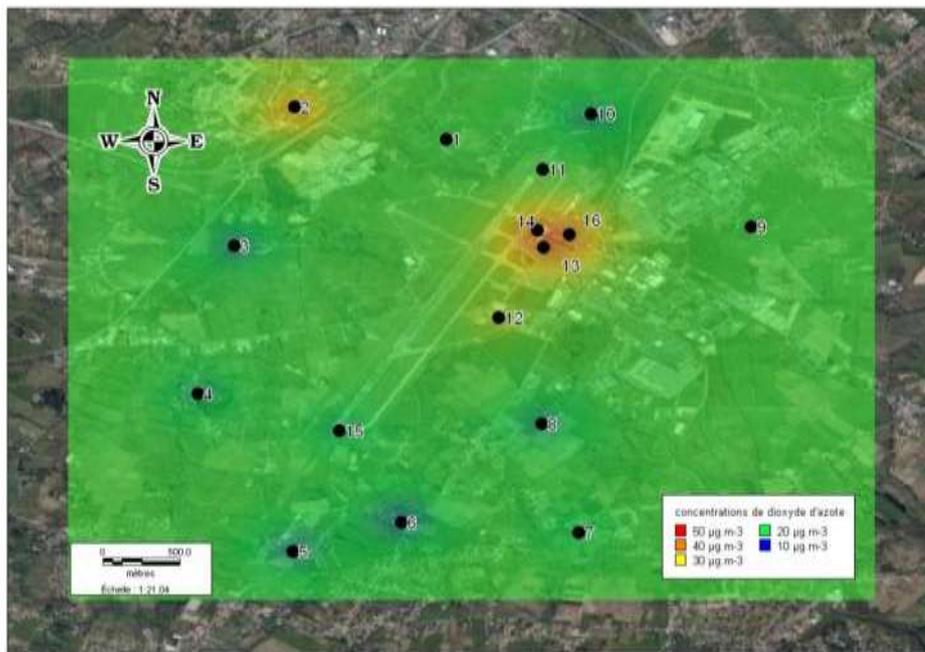
Quel que soit le polluant considéré, les niveaux mesurés en septembre 2011 sont globalement inférieurs à ceux mesurés en moyenne au mois de septembre de 2002 à 2010.

un impact limité au sein de la plateforme

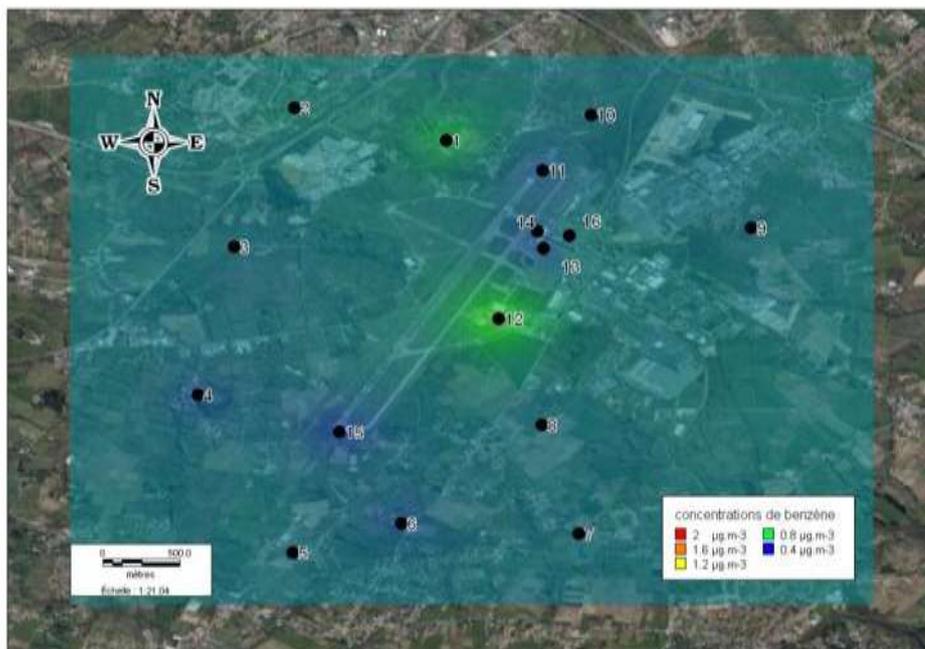
Sur l'ensemble de la campagne, les niveaux moyens en dioxyde d'azote et en benzène enregistrés **dans les communes environnant la plateforme aéroportuaire** (sites 1 à 10) sont comparables aux niveaux enregistrés dans l'agglomération nantaise durant cette même période et sont donc représentatifs d'une pollution de fond urbain.

Au sein de la plateforme aéroportuaire, 4 sites, aux abords des parkings avions et voitures et de la zone d'avitaillement, présentent des niveaux non représentatifs d'une pollution de fond.

- Pour le dioxyde d'azote, en moyenne, les concentrations y sont plus de deux fois supérieures à celles relevées sur les sites de fond, suggérant que les activités de l'aéroport ont un impact sur les niveaux de dioxyde d'azote, limité toutefois au périmètre de la plateforme aéroportuaire.
- Pour le benzène, une seule élévation est constatée au niveau du site n°12, mais elle reste relativement faible et géographiquement isolée n'ayant d'influence que dans son environnement immédiat.



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

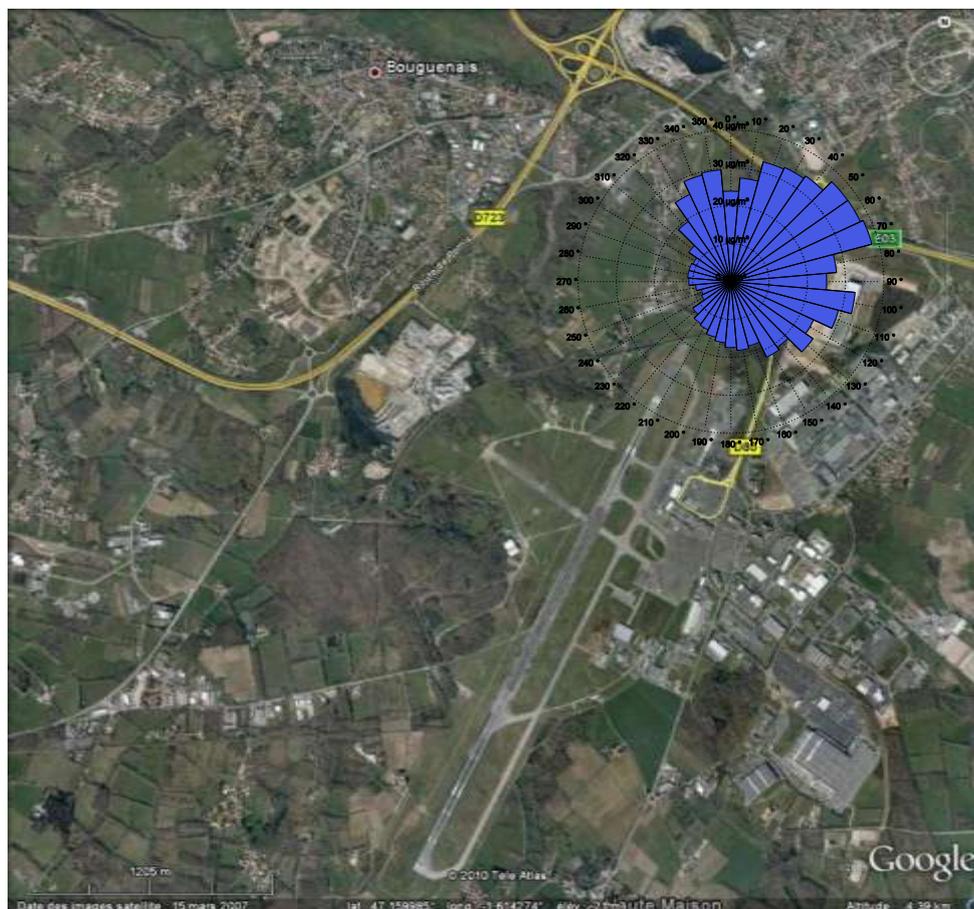


Cartographie des niveaux moyens en benzène enregistrés lors de la campagne de mesure

influence de l'agglomération nantaise

Les roses de pollution, en indiquant l'intensité de la pollution en fonction de la direction des vents, permettent d'apprécier l'éventuel impact des activités de l'aéroport sur la qualité de l'air au point mesure.

Ainsi, pour le dioxyde d'azote (rose de pollution ci-dessous) et les particules fines PM₁₀, l'influence de l'agglomération et de son périphérique est clairement mise en évidence puisque les élévations s'observent principalement par vents de secteurs nord à est.



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

En revanche, pour des directions de vent comprises entre 180 et 220°, les niveaux de dioxyde d'azote n'ont pas augmenté. Au contraire, l'air soufflé du sud-ouest, appauvri en dioxyde d'azote, aurait même tendance à abaisser les niveaux à La Ranjonnaière Cette rose de pollution suggère également que les mouvements des avions (décollage et atterrissage) par le Nord-Est n'ont pas d'impact visible sur les niveaux de pollution enregistrés en bout de piste.

situation par rapport à la réglementation

Les seuils d'information et d'alerte n'ont fait l'objet d'aucun dépassement durant la période de mesure.

Les niveaux moyens mesurés n'étant pas représentatifs des niveaux annuels, la comparaison aux seuils annuels n'a pas été réalisée.

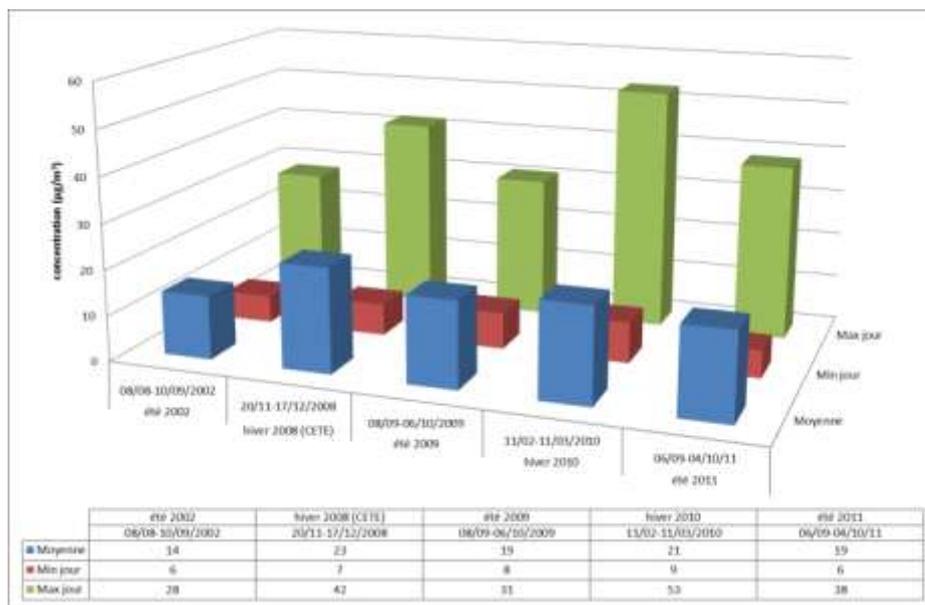
effet de saisonnalité

Quel que soit le polluant, la mise en perspective des résultats de cette étude avec ceux des années passées permet de mettre en évidence un effet de saisonnalité sur leurs niveaux.

Ainsi, les moyennes journalières et les maxima journaliers hivernaux sont globalement plus élevés que les valeurs correspondantes mesurées durant les périodes estivales (cf. graphe ci-dessous). Ces résultats sont directement liés à l'augmentation des émissions dues au trafic routier et au secteur résidentiel-tertiaire (chauffage notamment), ainsi qu'aux conditions de dispersion moins favorables en période froide.

S'agissant de l'ozone, polluant secondaire, les profils sont inversement rythmés par les saisons. En effet, les polluants primaires conduisent à la formation d'ozone sous l'action du rayonnement ultraviolet du soleil. La formation de l'ozone se trouve donc favorisée par l'ensoleillement expliquant la supériorité des niveaux estivaux par rapport aux concentrations mesurées lors des campagnes hivernales.

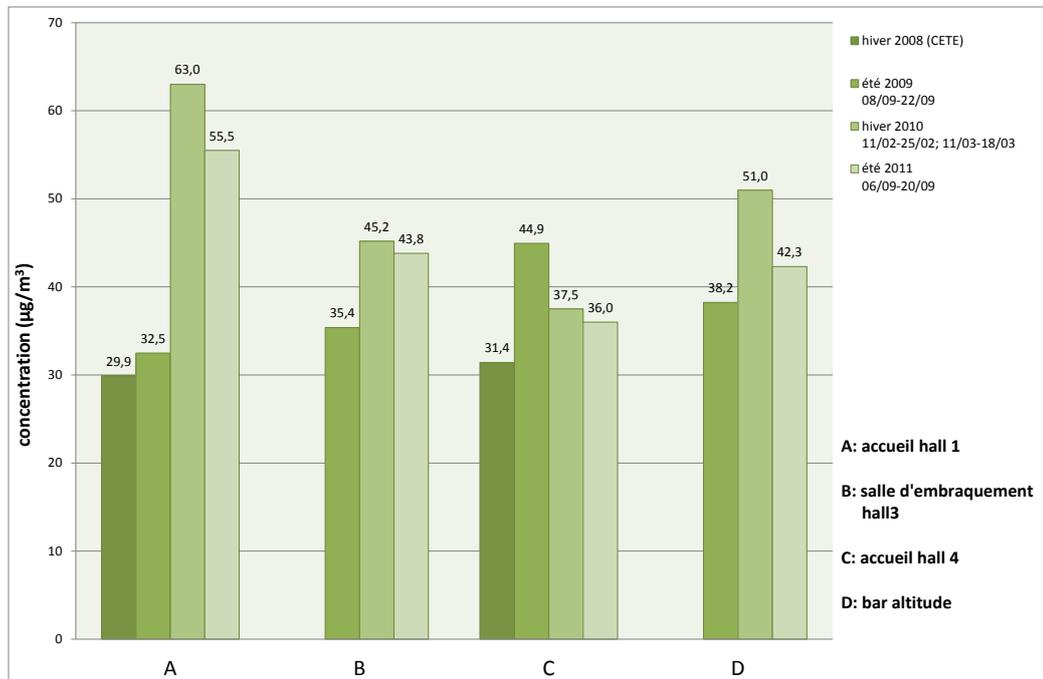
Quant au benzène, une variation atypique se profile au niveau de la zone d'avitaillement où les émissions seraient favorisées sous l'effet de fortes températures (30°C lors de la campagne 2011).



concentrations journalières moyennes, minimales et maximales en dioxyde d'azote mesurées par analyseur automatique lors des études passées

air intérieur dioxyde d'azote

L'évolution des concentrations moyennes en dioxyde d'azote depuis 2008 au niveau des quatre sites de l'aérogare met en évidence des niveaux moins importants en 2011.



Evolution des concentrations moyennes en dioxyde d'azote depuis 2008

Ces niveaux en dioxyde d'azote s'expliquent par la saisonnalité de la réalisation des mesures : en saison estivale, les émissions du trafic routier et du secteur résidentiel -tertiaire (chauffage) sont moins importantes qu'en hiver (saison de réalisation de la campagne 2010). De plus, l'origine sud-ouest du vent a permis de réduire le transfert de polluants extérieurs en provenance des parkings de stationnement vers les bâtiments (orientés Nord-est).

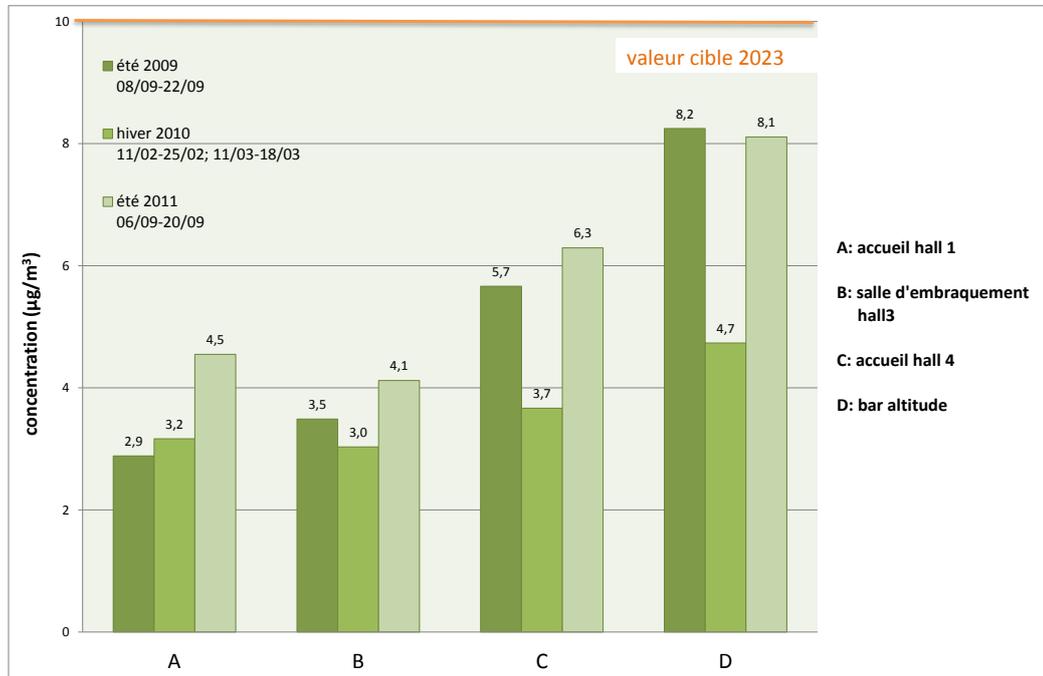
La comparaison des niveaux enregistrés en extérieur montre des concentrations plus importantes dans tous les environnements intérieurs, en particulier au niveau de l'accueil du hall 1, la salle d'embarquement du hall 3 et le bar altitude :

- Au niveau de l'entrée du hall 1 (entrée principale des voyageurs), la qualité de l'air est influencée en partie par des transferts de pollution en provenance des parkings de stationnement situés à proximité.
- Pour le bar altitude et la salle d'embarquement 3, les niveaux en dioxyde d'azote atteints peuvent avoir pour origine des gaz de combustion (hotte du restaurant, chaudière), introduits dans le bâtiment par le système de ventilation (prise d'air en terrasse située à proximité de conduits évacuant ces gaz de combustion).

aldéhydes

En 2011, les concentrations moyennes en aldéhydes enregistrées au sein de l'aérogare indiquent globalement des niveaux plus importants de celles-ci sur les 4 sites instrumentés (+3 à 39 %).

Plus particulièrement, l'évolution des concentrations moyennes en formaldéhyde depuis 2009 (graphique) montre des niveaux moyens plus élevés en 2011.



Evolution des concentrations moyennes en formaldéhyde depuis 2009

Les niveaux moyens en formaldéhyde sont plus élevés lors des campagnes estivales (été 2011 et 2009), en lien avec des émissions plus importantes de ce polluant lorsque les températures sont chaudes. Les niveaux les plus importants sont mesurés au niveau du bar altitude et à l'accueil du hall 4, à l'image des campagnes précédentes.

Le bar altitude, espace plus confiné que les autres sites et son aménagement (moquette au sol, point presse, parfumerie) permet d'expliquer ces niveaux plus importants. L'utilisation quotidienne de produits de nettoyage pour la moquette a pu aussi influencer le niveau de pollution en formaldéhyde.

Au niveau de l'accueil du Hall 4, les concentrations plus élevées en formaldéhyde peuvent avoir pour origine la présence de services (point presse, restauration, bar) et les aménagements en bois reconstitué (guichets, panneaux verticaux) potentiellement émetteurs en ce polluant.

Classé comme polluant prioritaire par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses), le formaldéhyde présente des concentrations moyennes [4,1 à 8,1 µg/m³ selon les sites] **en dessous de la valeur cible de 10 µg/m³** du Haut Conseil en santé publique (HCSP) à atteindre en 2023.

BTEX

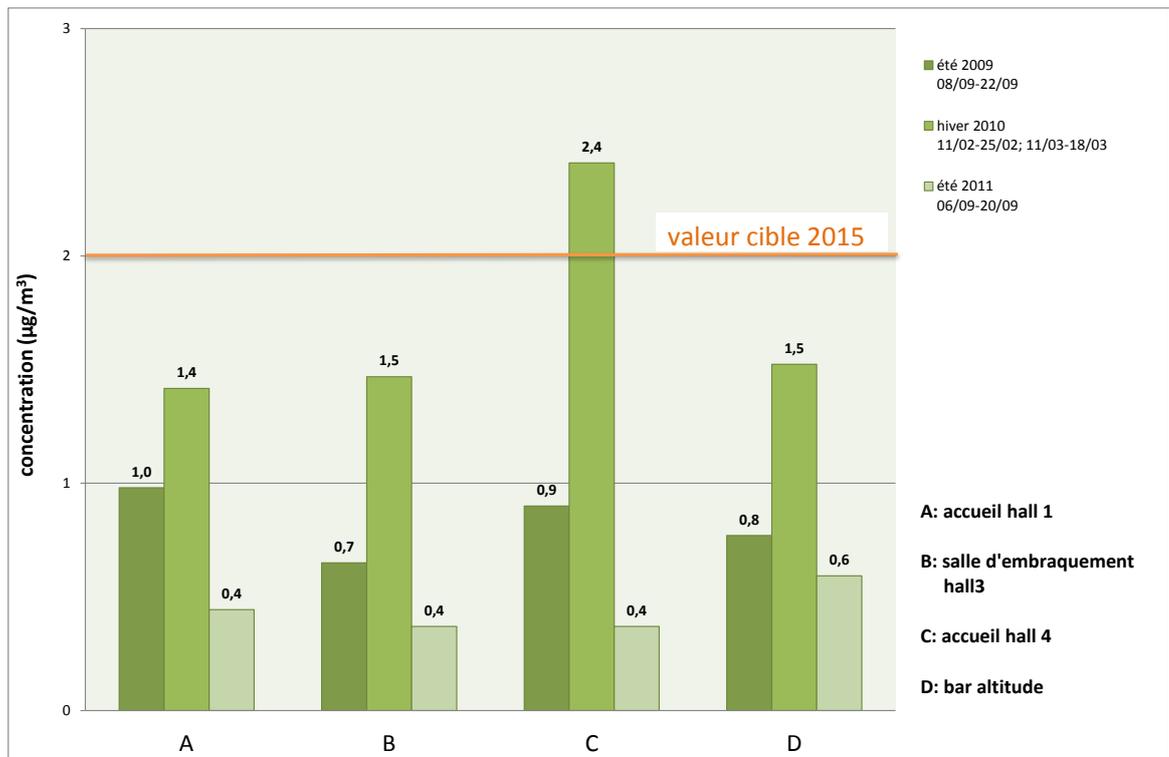
Les concentrations moyennes en BTEX dans l'aérogare indiquent des niveaux moins élevés en polluants (jusqu'à - 83% par rapport à l'année dernière) en 2011, avec un polluant comme le toluène qui est mesuré avec les plus fortes concentrations (x3) sur tous les sites.

Classé comme polluant prioritaire par l'Anses, une attention particulière est portée sur le benzène (graphique) dont les niveaux restent faibles en environnement intérieur. A l'image de la campagne de l'été 2009, des plus faibles niveaux en benzène sont enregistrés en 2011 du fait que les mesures ont été réalisées en saison estivale, saison où les émissions de benzène sont moins importantes qu'en hiver (campagne hiver 2010).

Les concentrations mesurées en extérieur au niveau des sites de fonds indiquent des niveaux comparables, en lien avec un possible transfert de la pollution extérieure dans le bâtiment.

Le bar altitude plus confiné, présente des concentrations en benzène plus importantes du fait d'apports intérieurs supplémentaires (produits de décoration, moquette, colles).

Enfin, **Les concentrations moyennes en benzène** mesurées en air intérieur [0,4 à 0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, selon le site] **sont largement inférieures à la valeur cible de 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** du HCSP à atteindre en 2013.



Evolution des concentrations moyennes en Benzène depuis 2009.

conclusions et perspectives

évaluation de la qualité de l'air ambiant

La pollution moyenne sur la période d'étude mesurée dans les communes jouxtant la zone aéroportuaire Nantes-Atlantique est représentative de niveaux de fond urbain, tendant parfois même vers des niveaux de fond rural.

Si l'étude d'impact n'indique pas d'influence remarquable des émissions de la zone aéroportuaire sur les teneurs atmosphériques mesurées à proximité, celle de l'agglomération et de son boulevard périphérique est clairement mise en évidence, notamment pour le dioxyde d'azote et les particules PM10.

L'étude confirme par ailleurs l'impact de l'activité de la zone aéroportuaire sur quatre sites : le parking voitures et les zones de stationnement avions face aux halls 3 et 4 pour le dioxyde d'azote, et la zone d'avitaillement en kérosène pour le benzène. Cette influence reste toutefois limitée à la plateforme.

Les seuils d'information et d'alerte n'ont fait l'objet d'aucun dépassement durant la période de mesure. Les niveaux moyens mesurés n'étant pas représentatifs des niveaux annuels, la comparaison aux seuils annuels n'a pas été réalisée.

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

Cette succession d'études alternant les saisons hivernales et estivales a finalement permis de mettre en évidence un effet de saisonnalité, les conditions météorologiques ayant à la fois un effet sur les émissions et la dispersion des polluants. La qualité de l'air intérieur étant partiellement liée aux paramètres extérieurs, ce phénomène se révèle également au travers des mesures réalisées dans l'aérogare.

évaluation de la qualité de l'air intérieur

Les concentrations moyennes en formaldéhyde et en benzène enregistrées lors de la campagne de mesure sont en dessous des valeurs cibles du Haut conseil en sante publique de cible de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ⁽²⁰²³⁾ pour le formaldéhyde et $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ⁽²⁰¹⁵⁾ pour le benzène.

Comme les années précédentes, il apparaît que les niveaux moyens en dioxyde d'azote (NO₂) mesurés en air intérieur sont plus importants que ceux de l'air extérieur. La réalisation de la campagne de mesure en période estivale implique des émissions moins importantes en NO₂. Une direction des vents favorable à la dispersion des polluants a aussi influencé ces niveaux plus faibles.

Concernant les composés organiques volatils, une augmentation des niveaux des aldéhydes a été enregistrée en 2011 en lien avec une plus forte émissivité de ces polluants en période estivale.

A l'inverse, des faibles niveaux en benzène ont été enregistrés lors de la campagne de 2011 du fait d'émissions moins importante en été.

C'est au niveau du bar altitude que les plus fortes concentrations en COV sont enregistrées: Cet espace est plus confiné que les autres sites et son aménagement particulier permet d'expliquer ces niveaux plus importants (moquette au sol, point presse, restauration, parfumeries).

Les plus fortes concentrations en COV sont ensuite mesurées au sein des accueils du hall 1 et 4, du fait de la présence de nombreux services sur ces sites (restauration, bar, points presse) et des aménagements (moquettes, panneaux bois reconstitué), émetteurs potentiels de COV dans l'environnement de l'aérogare.

Leurs concentrations moyennes sont dans la moyenne, voire plus faibles que celles relevées dans d'autres environnements intérieurs d'aérogares.

introduction

Dans le cadre de leur démarche environnementale, les aéroports du Grand Ouest (AGO), succédant à la Chambre de Commerce et d'Industrie de Nantes St-Nazaire (CCIN) en tant que concessionnaire, ont souhaité obtenir des informations sur la qualité de l'air au sein et aux abords de la plateforme aéroportuaire Nantes Atlantique. Air Pays de la Loire a été retenu en 2009 pour mener ce projet sur 3 ans. Les moyens et techniques utilisés par Air Pays de la Loire ont été soumis et acceptés par AGO.

La présente campagne réalisée à l'été 2011 s'inscrit dans le prolongement d'une succession d'études initiée en 2002 par Air Pays de la Loire :



Figure 1 : Frise chronologique des campagnes d'évaluation de la qualité de l'air à Nantes Atlantique

Cette approche, basée sur une alternance de conditions climatiques hivernales et estivales, vise à obtenir la 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.

Les objectifs de surveillance poursuivis sont :

- 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 plateforme ;
- l'évaluation de la qualité de l'air intérieur dans l'aérogare ;
- la variabilité saisonnière par une mise en perspective de cette étude au regard des précédentes.

Ce document présente la démarche et les résultats de mesures réalisées aux abords et au sein même de la plateforme aéroportuaire ainsi que dans l'aérogare durant la campagne de mesure mise en œuvre du 6 septembre au 4 octobre 2011 en collaboration avec les aéroports du Grand-Ouest.

la réglementation

La réglementation européenne relative à la pollution atmosphérique 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 des personnes particulièrement sensibles à la pollution (personnes âgées, enfants.) 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 2011 sont regroupés en [annexe 7](#).

En l'absence de valeurs réglementaires pour les polluants de l'air intérieur, des valeurs guides sont proposées par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) et des valeurs de gestion par le Haut conseil en santé publique (HCSP) ([annexe 8](#)).

le dispositif mis en œuvre

présentation de la plateforme 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. Avec plus de 3 millions de passagers en 2010, l'aéroport de Nantes Atlantique est le deuxième aéroport le plus important de l'ouest de la France après Bordeaux-Mérignac et se classe à la 8^{ème} place au niveau national [19].

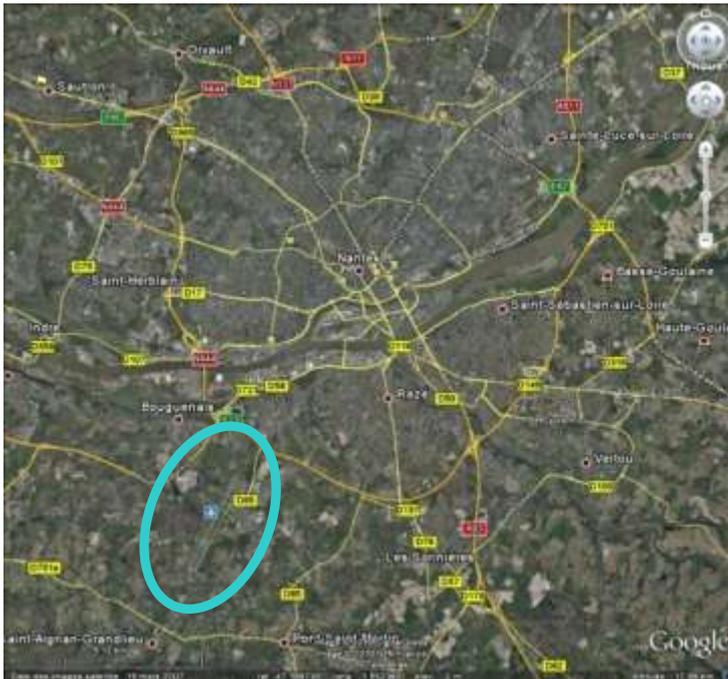


Figure 2 : localisation de l'aéroport Nantes-Atlantique

les objectifs de la campagne de mesure

- mesurer en continu les niveaux des principaux polluants atmosphériques (NO_x, O₃, CO, PM₁₀ et SO₂), 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'activité de la zone aéroportuaire ;
- 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 plateforme aéroportuaire ;
- 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 ;
- mettre en perspective les résultats de la présente étude avec ceux des précédentes afin d'apprécier la variabilité saisonnière.

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 NO₂ selon la norme NFX 43-018 par la technique de chimiluminescence ;
- les PM₁₀ à l'aide du système TEOM-FDMS ;
- le SO₂ selon la norme NFX43-019 par la technique de fluorescence UV ;
- l'ozone selon la norme NF ISO 13964 par la technique d'absorption UV ;
- le monoxyde de carbone 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. Ce laboratoire est accrédité Cofrac 17025 dans le domaine " chimie et matériaux de référence – mélanges de gaz " depuis le 1^{er} août 2004.

emplacement du laboratoire mobile

De même que pour les campagnes de mesure antérieures, le camion laboratoire a été installé à la ferme de la Ranjonnière, à environ 500 mètres de l'extrémité de la piste et 600 mètres du périphérique.



Figure 3 : emplacement 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. Parmi ceux-ci, 4 sites de l'agglomération nantaise ont été choisis comme points de comparaison afin d'apprécier les niveaux de concentrations mesurés dans l'environnement de Nantes Atlantique au regard de ceux enregistrés par les stations de l'agglomération nantaise non influencées par l'aéroport.

| nom du site | typologie | adresse | polluants mesurés | site |
|---------------------|------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---|
| Victor Hugo | trafic | 14 bd Victor Hugo 44000 Nantes | CO NOx BTX PM10 PM2.5 |  |
| Bouteillerie | urbain | 8 rue Gambetta 44000 Nantes | NOx O3 PM10 PM2.5 |  |
| Bouaye ou Epinettes | périurbain | rue des Epinettes 44830 Bouaye | O3 |  |

Tableau 1 : stations permanentes du réseau de surveillance de la qualité de l'air dans l'agglomération nantaise

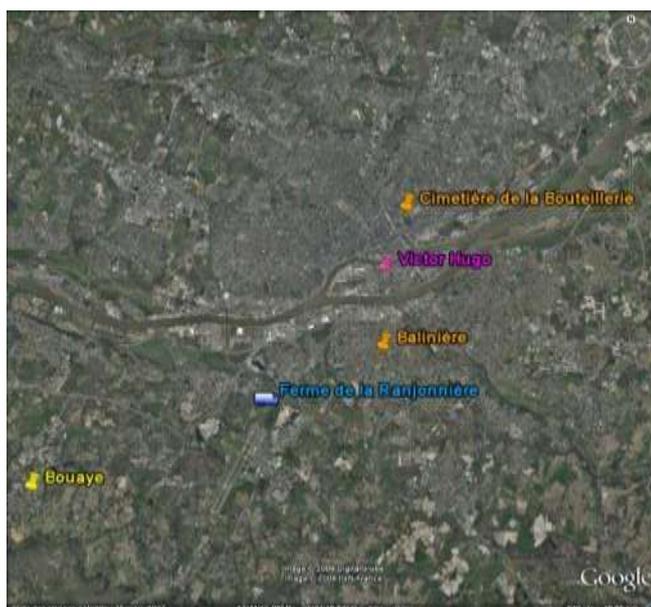


Figure 4 : situation des stations permanentes du réseau de surveillance de la qualité de l'air dans l'agglomération nantaise

mesure des polluants par tubes passifs

Le dioxyde d'azote, le benzène, le toluène, l'éthylbenzène, l'ortho, le méta et para-xylènes (BTEX), et les aldéhydes ont été mesurés à l'aide de tubes à diffusion passive. Cette méthode 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.

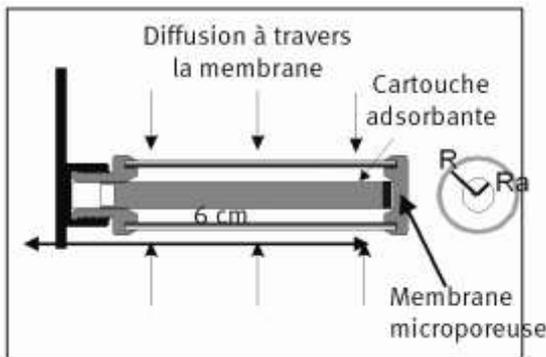


Figure 5 : principe du tube à diffusion passive



Figure 6 : tubes installés pour la collecte

Après une période d'exposition d'une durée de 14 jours à l'air ambiant (NO₂, BTEX) réduite à 7 jours pour l'air intérieur (NO₂, BTEX, aldéhydes), les tubes ont été analysés :

- au laboratoire d'analyse physico-chimique d'Atmo Picardie pour les BTEX (tubes Perkin Elmer),
- à la Fondazione Salvatore Maugeri pour les aldéhydes et le dioxyde d'azote (tubes Radiello).

localisation des sites de mesure

L'implantation des sites de mesure proposée par Air Pays de la Loire a été validée par les aéroports du Grand Ouest. Seize sites ont été positionnés, à l'identique des années passées, afin de cartographier les niveaux de dioxyde d'azote et de benzène : 10 sites localisés dans les communes environnantes, qualifiés de sites de fond, et 6 sites au sein de la plateforme, respectivement représentés en jaune et rouge sur la carte ci-dessous.

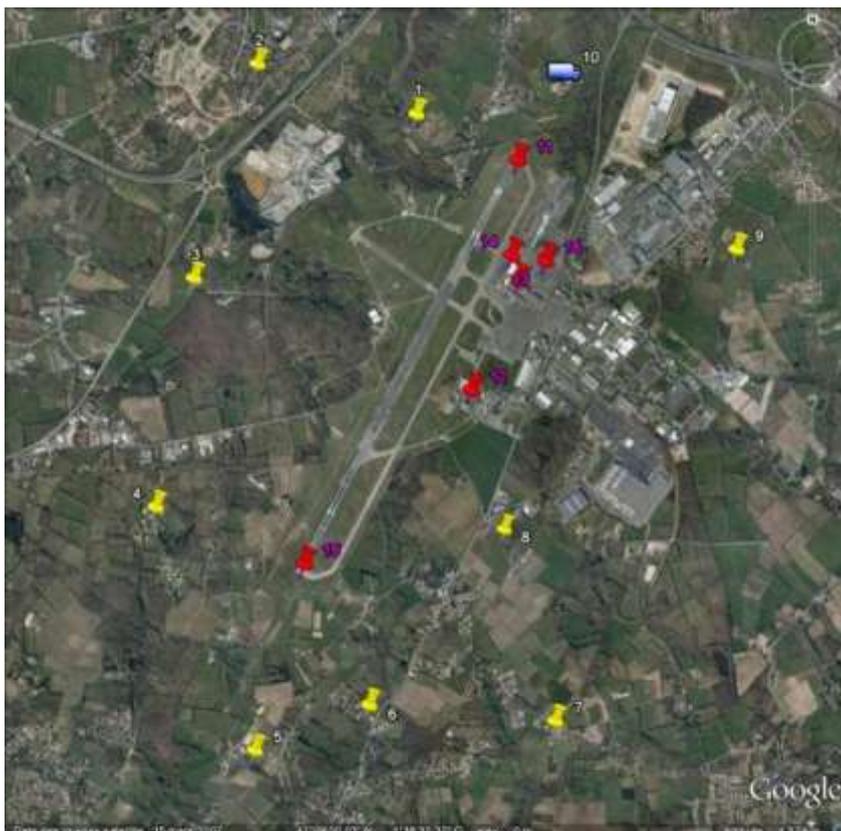


Figure 7 : localisation des tubes à diffusion passive

Les détails se rapportant aux 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 de Grand lieu) |
| 5 | Entrée de l'écurie du grand lac | Commune environnante (Saint-Aignan de Grand lieu) |
| 6 | Intersection de la route du champ de Foire et de la route des Bauches | Commune environnante (Saint-Aignan de Grand lieu) |
| 7 | hameau au croisement de la route des Douze Traits et de la route du Pinier | Commune environnante (Saint-Aignan de Grand lieu) |
| 8 | hameau route de Bel Air de Gauchoux | Commune environnante (Saint-Aignan de Grand lieu) |
| 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° 2, rangée 3 | Au sein du parking de voitures extérieur |

Tableau 2 : localisation des sites de mesure pour la mesure dans l'air ambiant

Remarque : le site n° 14 a été légèrement déplacé en 2011, suite aux actions de vandalisme de la précédente campagne

localisation des sites de mesure dans l'aérogare

Quatre sites de mesure ont été instrumentés 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 détaillés 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 3 : localisation des tubes passifs à l'intérieur de l'aérogare



Figure 8: Localisation des sites de mesure dans l'aérogare

périodes de mesure

La campagne de mesure s'est déroulée du **6 septembre au 4 octobre 2011**.

Les deux tableaux suivants récapitulent les périodes de mesure adaptées selon les caractéristiques des mesures effectuées : polluant, environnement, méthode de mesure.

| Méthode de mesure | Environnement | Polluants | Période 1 | Période 2 | Nbre de sites |
|---------------------------|---------------|---|--------------------------------|----------------------|---------------|
| analyseurs automatiques | Air extérieur | NO ₂ , PM ₁₀ , CO, SO ₂ , O ₃ | du 06/09/2011 au 04/10/2011 | | 1 |
| tubes à diffusion passive | Air extérieur | NO ₂ | 06/09- 20/09/2011 | 20/09- 04/10/2011 | 16 |
| | | BTEX | | | 16 |
| | Air intérieur | NO ₂ | 06/09- 13/09/2011 | 13/09- 20/09/2010 | 4 |
| | | BTEX | | | 4 |
| | | Aldéhydes | | | 4 |

Tableau 4 : caractéristiques des mesures

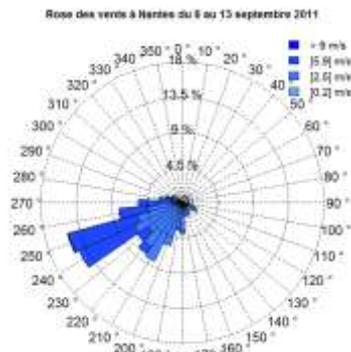
les résultats

représentativité de la période de mesure

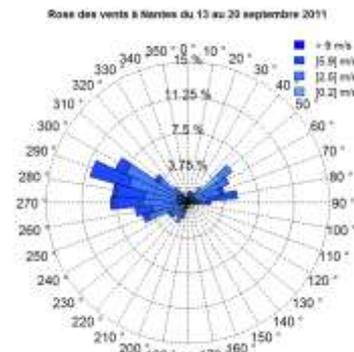
représentativité de la situation météorologique

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

1^{ère} série : 06/09/11-20/09/11

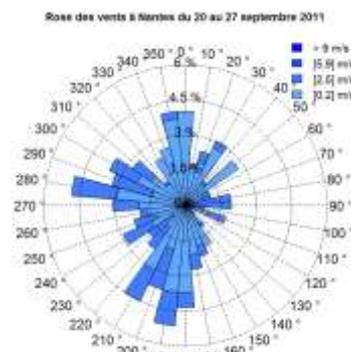


Température moyenne : **18,1 °C**
06/09/11-13/09/11

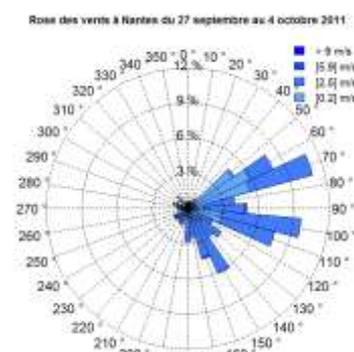


Température moyenne : **15,5 °C**
13/09/11-20/09/11

2^{ème} série : 20/09/11-04/10/11



Température moyenne : **16,3 °C**
20/09/11-27/09/11



Température moyenne : **20,6 °C**
27/09/11-04/10/11

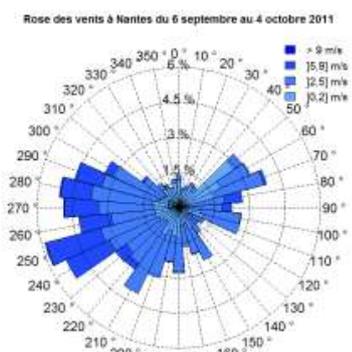
Figure 9 : roses des vents et températures moyennes hebdomadaires durant la campagne de mesure

Les températures relevées durant les 3 premières semaines approchaient les normales saisonnières (t° normale max septembre=21,8°C) pour finalement les dépasser largement à la fin de la période de mesure atteignant les 30°C début octobre.

Tandis qu'un excédent d'heures d'ensoleillement a été relevé durant la période de mesure, un net déficit de précipitations a été enregistré.

La rose des vents pour la totalité de la campagne de mesure, du 6 septembre au 4 octobre 2011, est présentée ci-contre.

L'analyse de la direction des vents sur la totalité de la campagne montre une prédominance des vents de secteur ouest à sud-ouest, notamment lors de la 1^{ère} quinzaine de mesure. Le site de la ferme de la Ranjonnière était donc relativement peu influencé par les activités aéroportuaires.



Température moyenne : **17,6 °C**

Figure 10 : rose des vents du 6 septembre au 4 octobre 2011

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 6 septembre au 4 octobre, de 2002 à 2010.

La confrontation des roses de vents représentative de la campagne de mesure 2011 et moyenne sur cette même période de mesure depuis 2002 fait apparaître un déficit des vents de secteur nord-est au profit des secteurs ouest à sud-ouest pour la campagne de mesure 2011.

Les vents de secteur nord-est, bien que plus faibles, sont en moyenne les plus fréquents durant le mois de septembre.

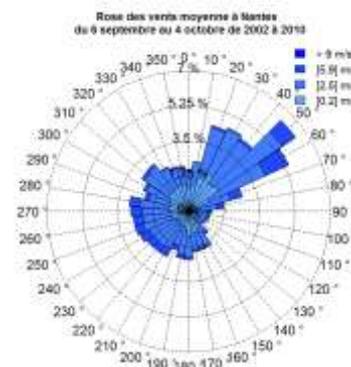


Figure 11: rose des vents moyenne sur la période du 6 septembre au 4 octobre de 2002 à 2010

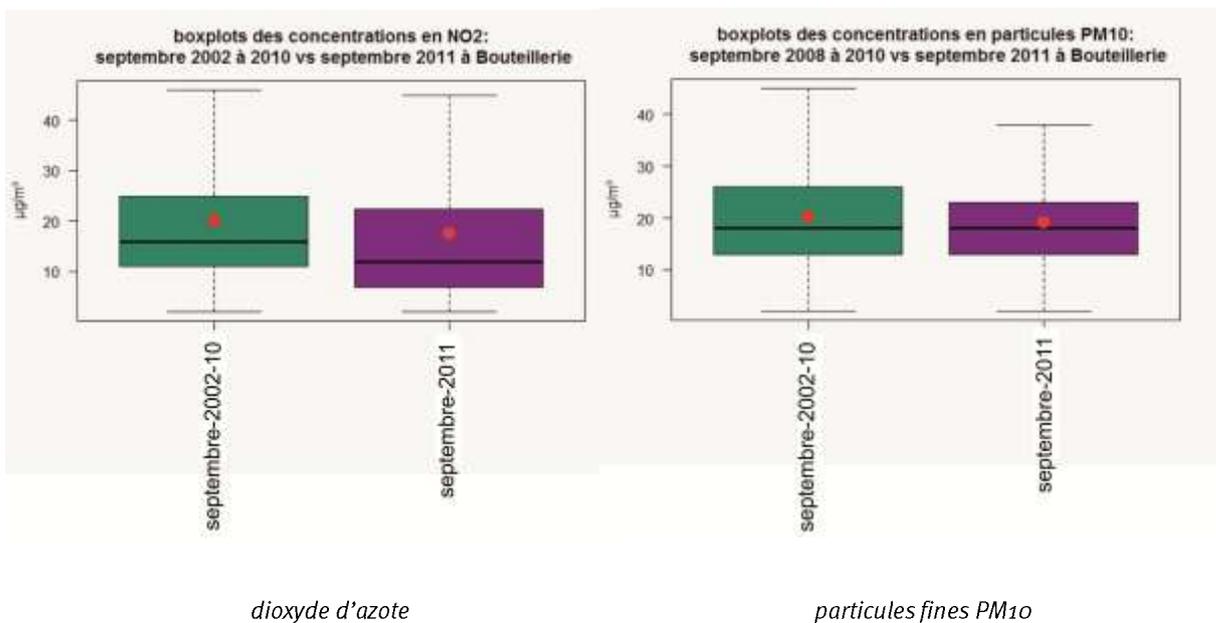
représentativité des niveaux de pollution

La représentativité des niveaux de pollution lors de la campagne 2011 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 boxplots¹ (ou boîtes à moustache), représentent la distribution des concentrations mesurées durant les mois de septembre des années 2002 à 2010 en comparaison avec le mois de septembre 2011 au cimetière de la Bouteillerie.



¹ les premier et troisième quartiles (q1 et q3), égales aux percentiles 25 et 75 respectivement: bordures inférieure et supérieure de la boîte rectangulaire

- la médiane : trait horizontal long au sein de la boîte rectangulaire

- la moyenne : point rouge au sein de la boîte.

- les extrémités inférieure et supérieure des moustaches : marques en forme de tiret (–) située sur le trait vertical, et correspondant respectivement à la plus petite donnée supérieure à $q1-1.5*(q3-q1)$, et à la plus grande donnée inférieure à $q3+1.5*(q3-q1)$.

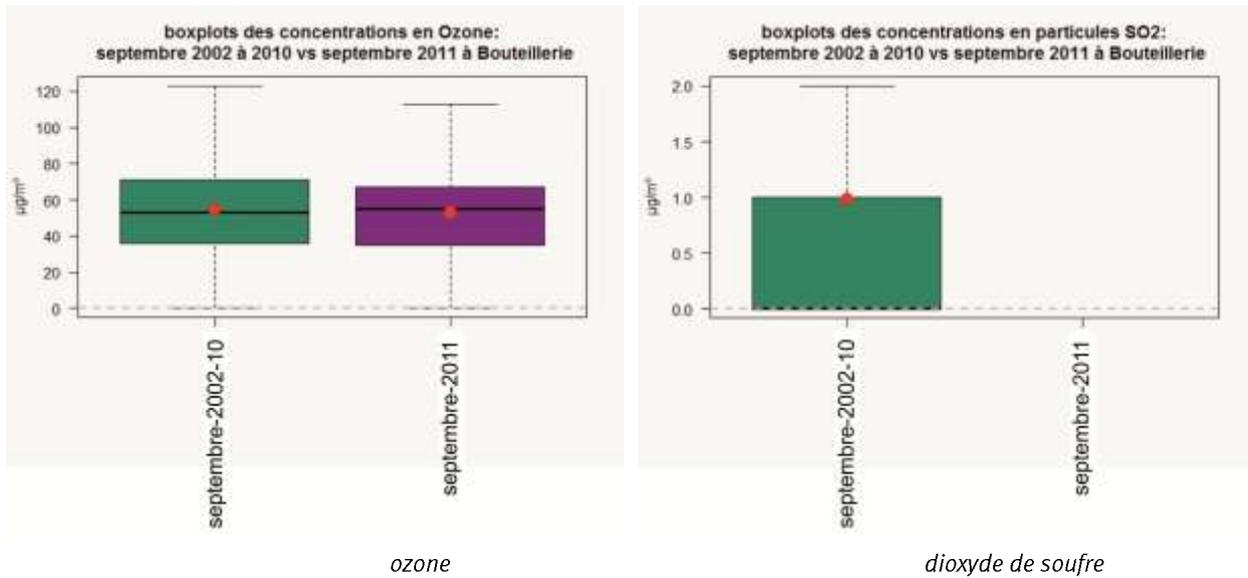


Figure 12 : boxplots des concentrations des mois de septembre 2002 à 2011 au cimetière de la Bouteillerie à Nantes

| | septembre 2002-2010 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | septembre 2011 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Δ | $\Delta\%$ |
|------------------|---|--|----------|------------|
| NO ₂ | 20,1 | 17,5 | -2,6 | -12,9% |
| PM ₁₀ | 20,2 | 19,1 | -1,1 | -5,4% |
| O ₃ | 54,5 | 53 | -1,5 | -2,8% |
| SO ₂ | 1 | Non mesuré | | |

Tableau 5 : écarts relatifs entre les concentrations moyennes des mois de septembre 2002 à 2010 et février 2011 au cimetière de la Bouteillerie à Nantes.

Quel que soit le polluant considéré, les niveaux mesurés en septembre 2011 sont globalement inférieurs à ceux mesurés en moyenne au mois de septembre de 2002 à 2010, ceci malgré l'excédent d'ensoleillement qui aurait pu favoriser la formation d'ozone. Les écarts relatifs varient ainsi entre 2,8% pour l'ozone et 12,9% pour le dioxyde d'azote. Cette infériorité à la normale laisse supposer une pollution mesurée dans l'environnement de l'aéroport durant cette étude plus faible que les autres années.

Concernant les particules fines PM₁₀, la comparaison a été restreinte à la moyenne depuis septembre 2008 suite à la mise en œuvre d'une nouvelle méthode de mesure (système FDMS).

Enfin, pour le dioxyde de soufre les concentrations sont négligeables.

résultats : air ambiant

Les résultats issus des deux séries de mesures par tubes à diffusion passive ont été répartis en deux catégories : les sites situés au sein de la plateforme aéroportuaire sont numérotés de 11 à 16, les sites à l'extérieur de la plateforme de 1 à 10.

Le détail des résultats se trouve en [annexe 2](#).

le dioxyde d'azote

résultats 2011

mesures par tubes à diffusion passive

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

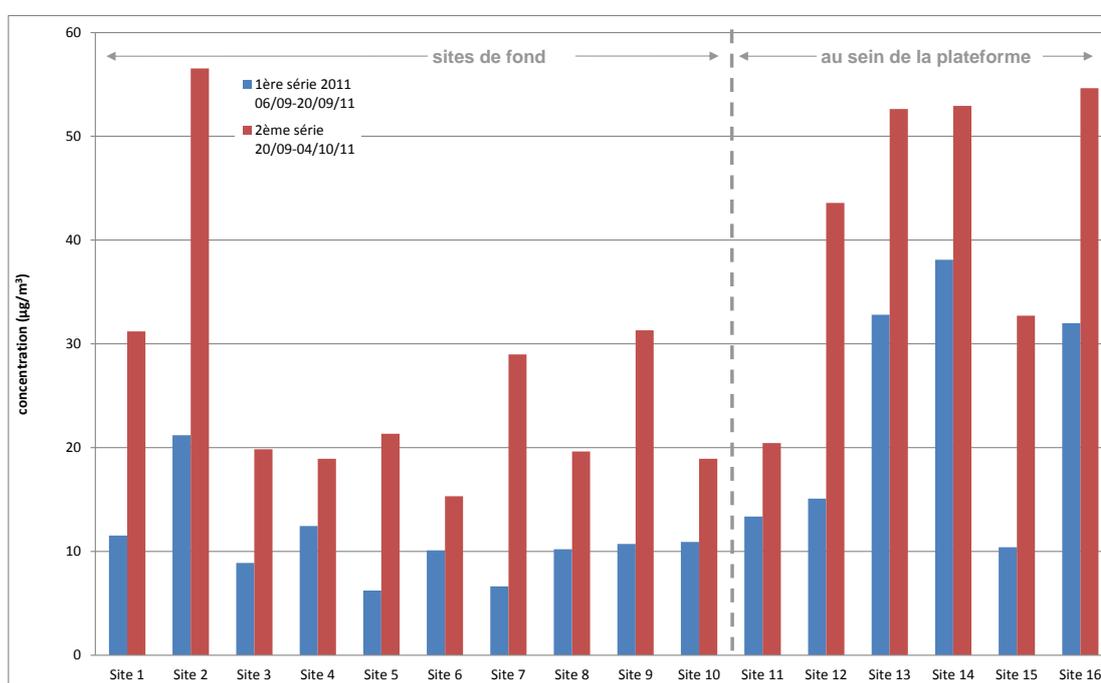


Figure 13 : moyennes bimensuelles en dioxyde d'azote mesurées par tubes à diffusion passive

| | | au sein de la plateforme aéroportuaire (sites n°11 à 16) | fond (sites n°1 à 10) |
|------------------------|---------|--|-----------------------|
| 1 ^{ère} série | Moyenne | 23,6 | 10,9 |
| | Min | 10,4 | 6,2 |
| | Max | 38,1 | 21,2 |
| 2 ^{ème} série | Moyenne | 42,8 | 26,2 |
| | Min | 20,4 | 15,3 |
| | Max | 54,6 | 56,5 |
| campagne | moyenne | 33,2 | 18,5 |
| | Min | 16,9 | 12,7 |
| | Max | 45,5 | 38,9 |

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

Globalement, les niveaux moyens en dioxyde d'azote mesurés durant la 1^{ère} quinzaine sont systématiquement et nettement inférieurs à ceux de la 2^{ème} quinzaine.

Ces résultats s'interprètent aisément grâce aux roses de vent ci-dessous correspondant aux 2 quinzaines de mesure. L'air déchargé d'oxydes d'azote soufflé par les vents de secteur ouest à sud-ouest au début de la campagne a contribué à abaisser les niveaux tandis qu'en seconde quinzaine les vents d'est ont apportés des oxydes d'azote en provenance de l'agglomération nantaise.

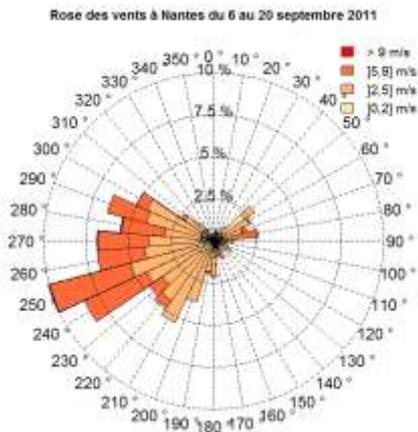


Figure 14 : rose des vents du 6 au 20 septembre 2011

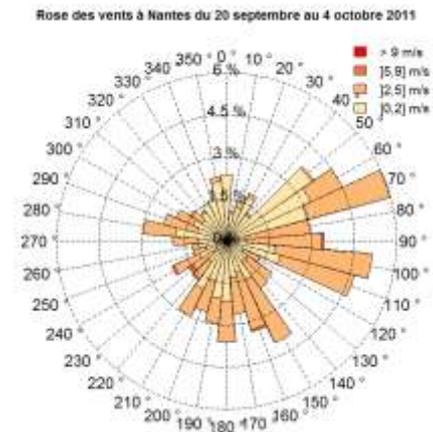


Figure 15 : rose des vents du 20 septembre au 4 octobre 2011

L'effet de l'activité urbaine sur les niveaux de dioxyde d'azote au niveau de l'aéroport Nantes Atlantique est également mis en évidence sur cette cartographie des moyennes annuelles de dioxyde d'azote modélisé sur l'agglomération de Nantes pour l'année 2010 [21]. En effet, cette carte fait apparaître un halo verdâtre correspondant à la pollution de fond urbaine avec des concentrations annuelles supérieures à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, lequel recouvre la zone d'activité aéroportuaire.

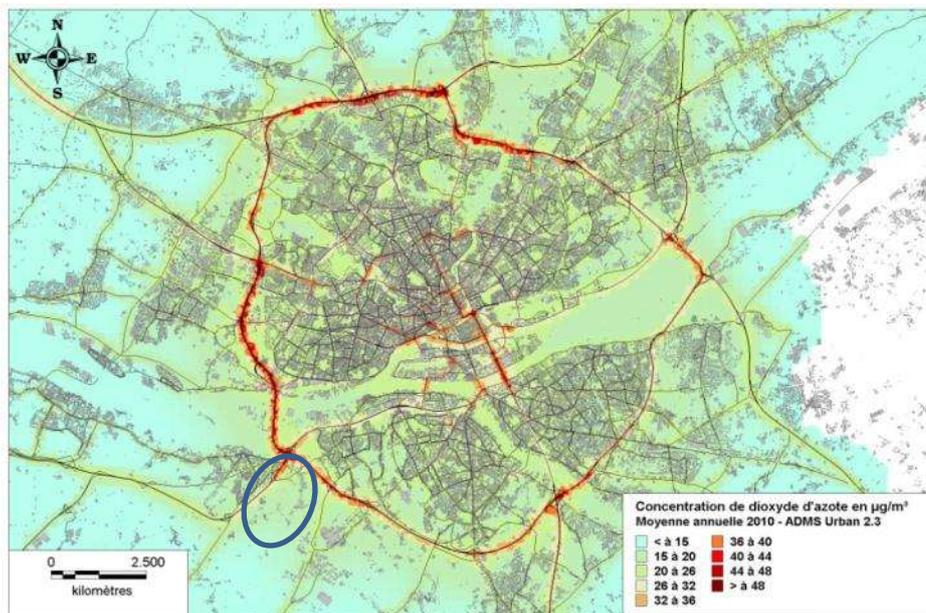


Figure 16: cartographie des niveaux moyens en dioxyde d'azote à Nantes en 2010

Sur l'ensemble de la campagne, les niveaux moyens en dioxyde d'azote enregistrés **dans les communes environnantes de la plateforme aéroportuaire** sont comparables aux niveaux enregistrés dans l'agglomération nantaise durant cette même période ($18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ relevés au cimetière de la Bouteillerie) et varient entre 13 et $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Une pollution locale semble être à l'origine de l'élévation des niveaux de NO_2 observée durant la seconde quinzaine de mesure impasse Louis Roussel à Bouguenais, biaisant probablement la moyenne sur l'ensemble la campagne qui s'élève à $38,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Au sein de la plateforme aéroportuaire, les concentrations moyennes en dioxyde d'azote sur l'ensemble de la campagne varient de 17 à $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et sont globalement supérieures à celles enregistrées dans les communes environnantes (cf. § « comparaison aux études passées, ci-après).

Les concentrations les plus faibles ont été relevées aux extrémités de la piste (sites 11 et 15) et présentent des niveaux équivalents à ceux relevés sur les sites non influencés situés autour de la plateforme aéroportuaire.

En conclusion, parmi les 6 sites dits « situés au sein de la plateforme », seuls 4 d'entre eux, situés aux abords des parkings avions et voitures et de la zone d'avitaillement, présentent des niveaux non représentatifs d'une pollution de fond. En moyenne, les concentrations sur ces derniers sites sont plus de deux fois supérieures à celles relevées sur les sites de fond. Ceci suggère que les activités de l'aéroport ont un impact sur les niveaux de dioxyde d'azote, limité toutefois au périmètre de la plateforme aéroportuaire.

Cet impact apparaît d'ailleurs nettement sur les cartes ci-dessous illustrant la répartition spatiale des niveaux de dioxyde d'azote lors des deux séries de mesures. Ainsi, un halo se distingue nettement dans les deux cas au niveau de l'aérogare (sites 13,14 et 16), un second, plus estompé, au niveau de la zone d'avitaillement (site 12), correspondant à des concentrations supérieures à la concentration moyenne de fond. Les niveaux ponctuellement plus élevés mesurés rue Louis Rossel à Bouguenais (site n°2) contrastent également avec les niveaux de fond. Enfin, l'influence de l'agglomération nantaise, par une élévation des niveaux de dioxyde d'azote, s'illustre par une coloration du fond de la carte du bleu vers le jaune de la 1^{ère} à la 2^{ème} quinzaine de mesure.

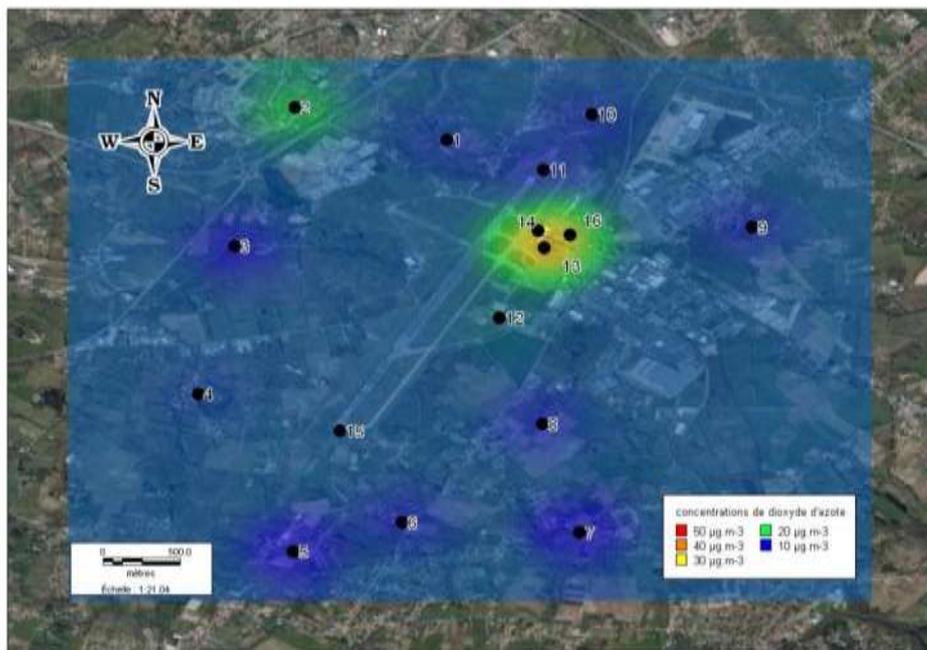


Figure 18: cartographie des niveaux de dioxyde d'azote lors de la 1ère série de mesures

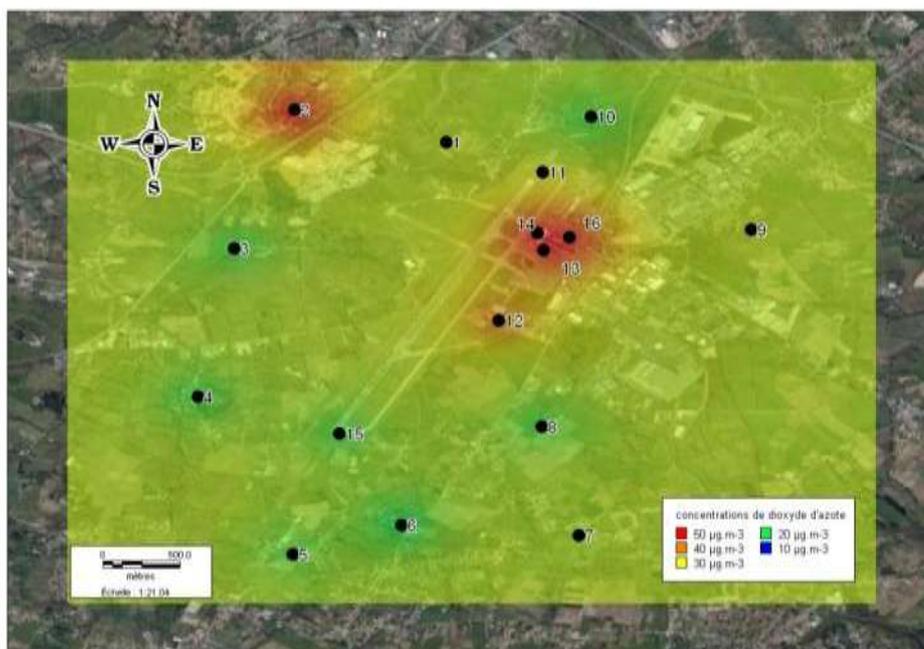


Figure 17 : cartographie des niveaux de dioxyde d'azote lors de la 2^{ème} série de mesures

mesures automatiques

Le graphique suivant présente l'évolution temporelle des moyennes journalières en NO₂ mesurés à la ferme de la Ranjonnière et sur le site urbain du cimetière de la Bouteillerie situé au centre-ville de Nantes.

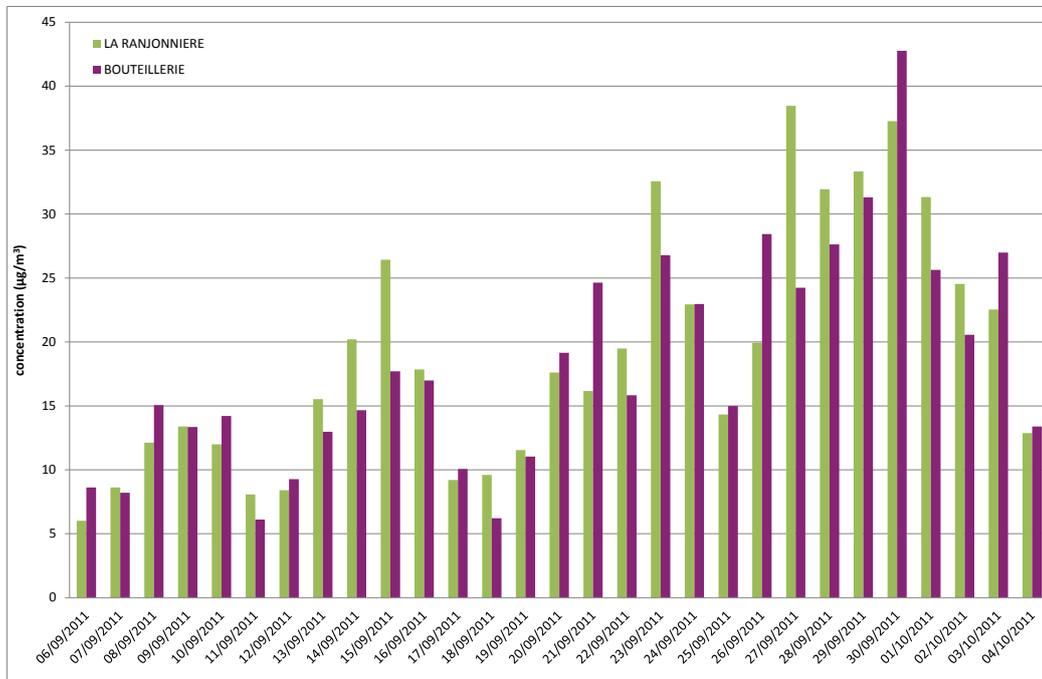


Figure 19 : moyennes journalières en NO₂ à la ferme de la Ranjonnière et au cimetière de la Bouteillerie du 6 septembre au 4 octobre 2011

Les concentrations enregistrées sur ces deux sites sont comparables, avec un niveau moyen journalier de 18 µg/m³ au cimetière de la Bouteillerie et de 19 µg/m³ à la ferme de la Ranjonnière.

A la ferme de la Ranjonnière, la moyenne journalière maximale (39 µg/m³) a été enregistrée le 27 septembre alors que ce site se trouvait sous les vents en provenance de l'agglomération nantaise, tandis que le maximum relevé au niveau du site urbain du cimetière de la Bouteillerie le 30 septembre ne l'excède que de 4 µg/m³.

Le graphique suivant présente l'évolution temporelle des moyennes horaires en NO₂ mesurés à la ferme de la Ranjonnière et au cimetière de la Bouteillerie.

Les moyennes horaires les plus élevées ont respectivement atteint 99 et 118 µg/m³. Toutefois, le maximum horaire à la ferme de la Ranjonnière, ne représente que la moitié de la valeur réglementaire déterminée pour le déclenchement de la procédure d'information, soit 200 µg/m³ en moyenne horaire.

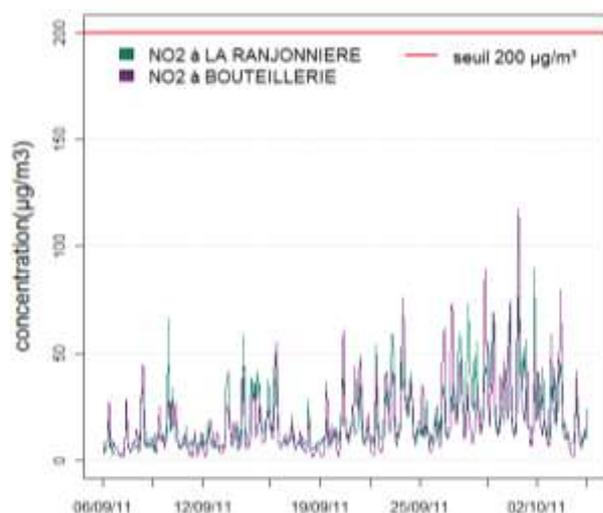


Figure 20 : moyennes horaires en dioxyde d'azote à la ferme de la Ranjonnière et au cimetière de la Bouteillerie

Le graphique ci-contre 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.

Les élévations des niveaux de dioxyde d'azote observées le matin et en fin d'après-midi sont directement liées au trafic routier. Rappelons que le site de la Ranjonnière est à environ 600 mètres du périphérique et s'est trouvé influencé par l'agglomération nantaise et son périphérique alors

qu'il se trouvait sous les vents de nord-est, notamment lors de la seconde moitié de la campagne de mesure.

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, concentrant les polluants dans un volume restreint à l'origine de l'accumulation de dioxyde d'azote.

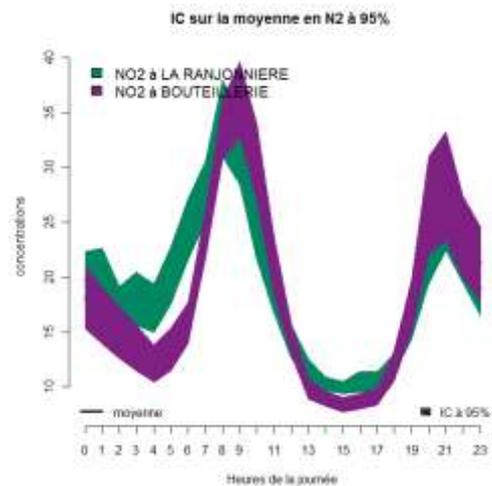


Figure 21 : profil journalier en NO2

suivi de la réglementation

Aucun des seuils, d'information ni d'alerte, n'a été dépassé au cours de la campagne de mesure puisque le maximum horaire atteint à la ferme de la Ranjonnière, 99 µg/m³, ne représente que la moitié du seuil fixé à 200 µg/m³ en moyenne horaire.

Par ailleurs, les niveaux moyens durant la campagne n'étant pas représentatifs des niveaux annuels, la comparaison aux seuils annuels n'est pas réalisée.

comparaison aux études passées

mesures automatiques

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 [10], l'hiver 2008[9], l'été 2009[17], l'hiver 2010[20] et l'été 2011.

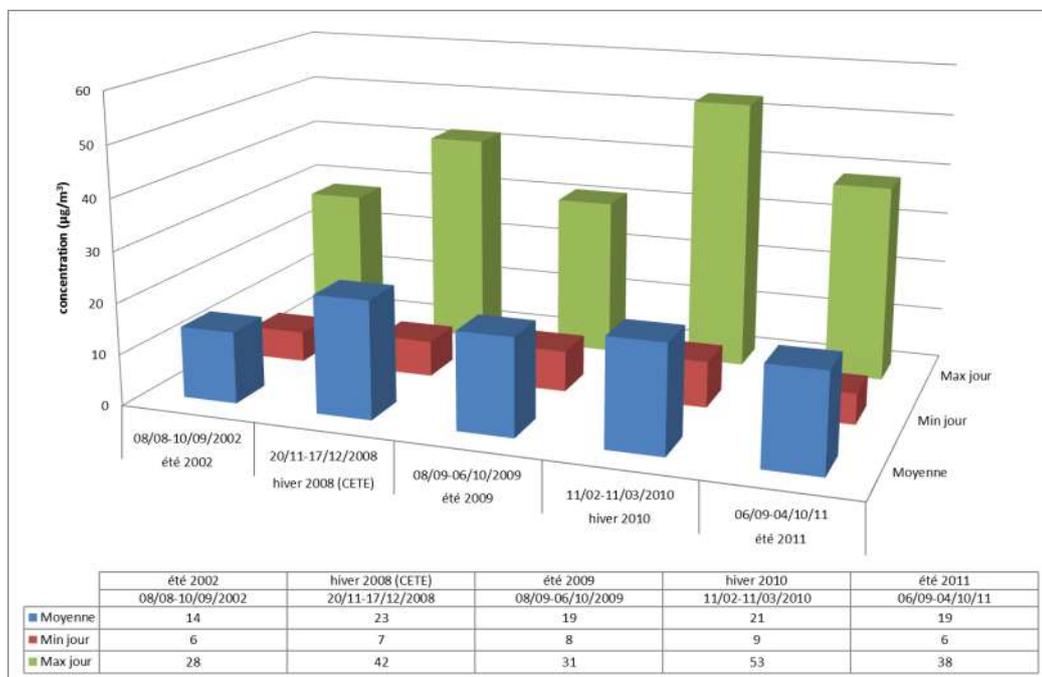


Figure 22 : concentrations journalières moyennes, minimales et maximales en dioxyde d'azote mesurées par analyseur automatique lors des études passées

Il fait explicitement apparaître un effet de saisonnalité sur la pollution par le dioxyde d'azote. 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 à l'augmentation des émissions dues au trafic routier et au secteur résidentiel-tertiaire (chauffage notamment), ainsi qu'aux conditions de dispersion moins favorables en période froide.

mesures par tubes à diffusion passive

Le graphique ci-dessous représente les concentrations moyennes en dioxyde d'azote mesurées par tubes à diffusion passive lors des précédentes études.

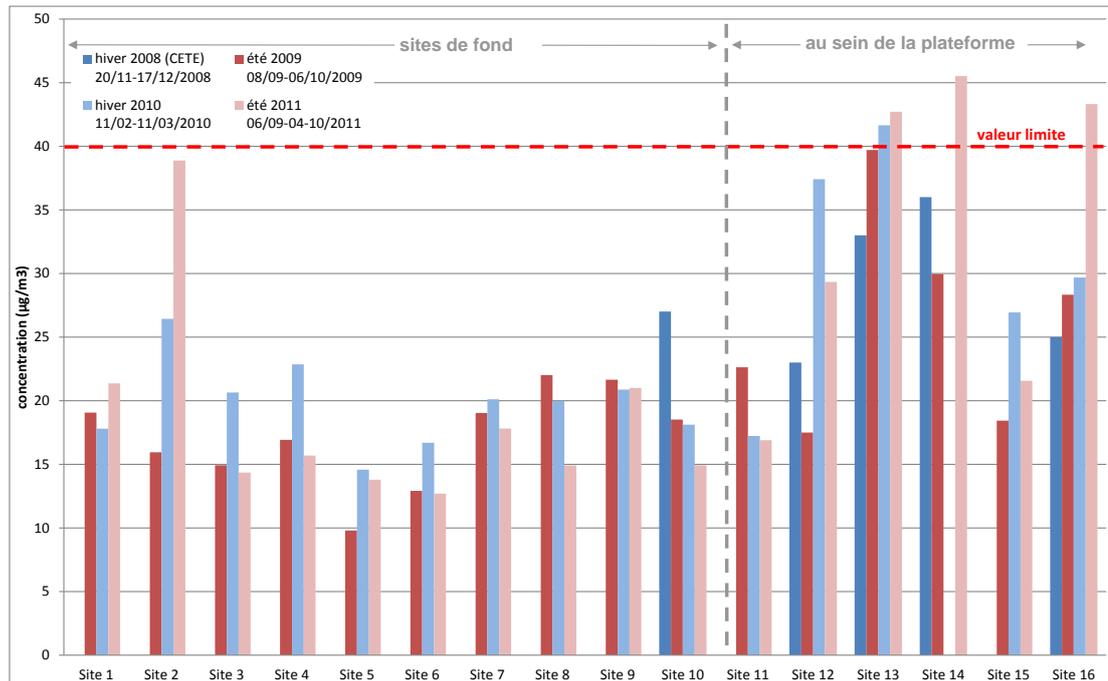


Figure 23 : concentrations moyennes en dioxyde d'azote durant les campagnes de mesure de l'hiver 2008, l'été 2009, l'hiver 2010 et l'été 2011

Si l'effet de saisonnalité est relativement évident à partir des données mesurées par analyseurs automatiques (cf. § précédent « mesures automatiques »), il apparaît moins nettement pour les concentrations mesurées par tubes à diffusion passive, du fait notamment de la durée de la période de mesure (relativement courte et donc non représentative), mais plus spécifiquement de l'environnement des sites de mesure. En effet, l'influence de l'activité de la zone aéroportuaire (sites 12, 13, 14 et 16) durant la période considérée semble occulter l'effet de saisonnalité tandis que les variations observées au niveau des sites de fond sont davantage liées à l'agglomération nantaise elle-même.

La représentation de ces mêmes données sous forme de boxplots, pour chaque période de prélèvement, (cf. graphe ci-dessous) permet d'apprécier la dispersion de ces valeurs.

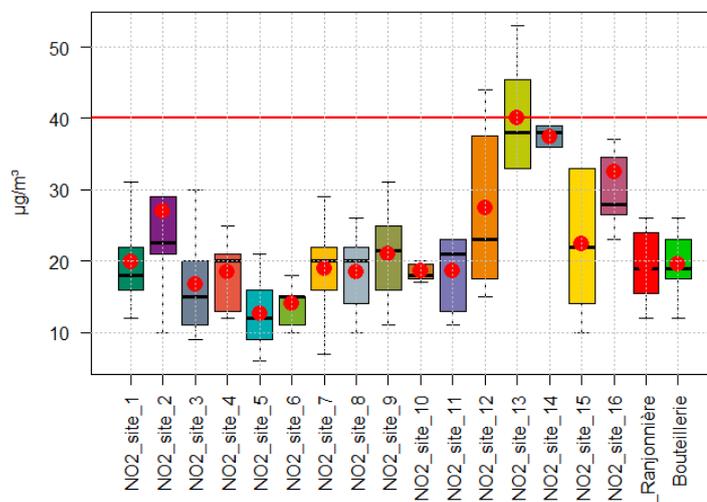


Figure 24 : boxplots des concentrations en dioxyde d'azote mesurées par tubes à diffusion à passive (périodes de 2 semaines) lors des campagnes de mesure de 2002 à 2011 comparées aux données automatiques des sites de la Ranjonnière et du cimetière de la Bouteillerie (Nantes).

Les concentrations mesurées aux extrémités de la piste et sur les sites situés aux abords de la plateforme aéroportuaire sont majoritairement comparables aux concentrations relevées sur le site urbain du réseau permanent de surveillance d'Air Pays de la Loire et sont donc représentatives d'une pollution urbaine de fond. Le site n°2 (Louis Rossel) semble avoir été ponctuellement influencé par une pollution parasite en 2011, laquelle aurait pour effet d'augmenter la concentration moyenne.

Pour les sites influencés situés **au sein de la plateforme aéroportuaire**, les constats établis lors des précédentes études se trouvent confirmés en 2011 :

- La pollution moyenne enregistrée sur le parking voitures (site n°16) est systématiquement plus élevée que les niveaux de fond. 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.



Figure 25 : site n°16, Parking voitures n°2, rangée 3

- Les concentrations moyennes mesurées durant l'hiver 2010 et durant l'été 2011 au niveau de la zone d'avitaillement en kérosène (site n°12) se distinguent des concentrations précédemment mesurées sur ce même site, en lien probablement avec l'activité des engins d'avitaillement amplifiée l'hiver par la combinaison du démarrage à froid de ces véhicules et des conditions météorologiques moins dispersives. Ces hétérogénéités sont à l'origine de la dispersion des valeurs constatée pour le site 12.



Figure 26 : site n°12, zone d'avitaillement en kérosène

- Enfin, les concentrations moyennes les plus élevées ont à nouveau été mesurées au niveau des zones de stationnement avions face aux Halls 3 et 4. En effet, la proximité de diverses sources d'émissions de dioxyde d'azote (bus, véhicules de services et de transport aéroportuaires, groupes électrogènes) combinée à une configuration défavorable à la dispersion des polluants impliquent naturellement une hausse des concentrations au niveau de ces sites n°13 et 14.



Figure 27 : site n°13, zone stationnement avions face au Hall 3



Figure 28 : site n°14, zone stationnement avions face au Hall 4

étude d'impact des activités de l'aéroport

L'impact des activités de l'aéroport est évalué pour le dioxyde d'azote à partir 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.

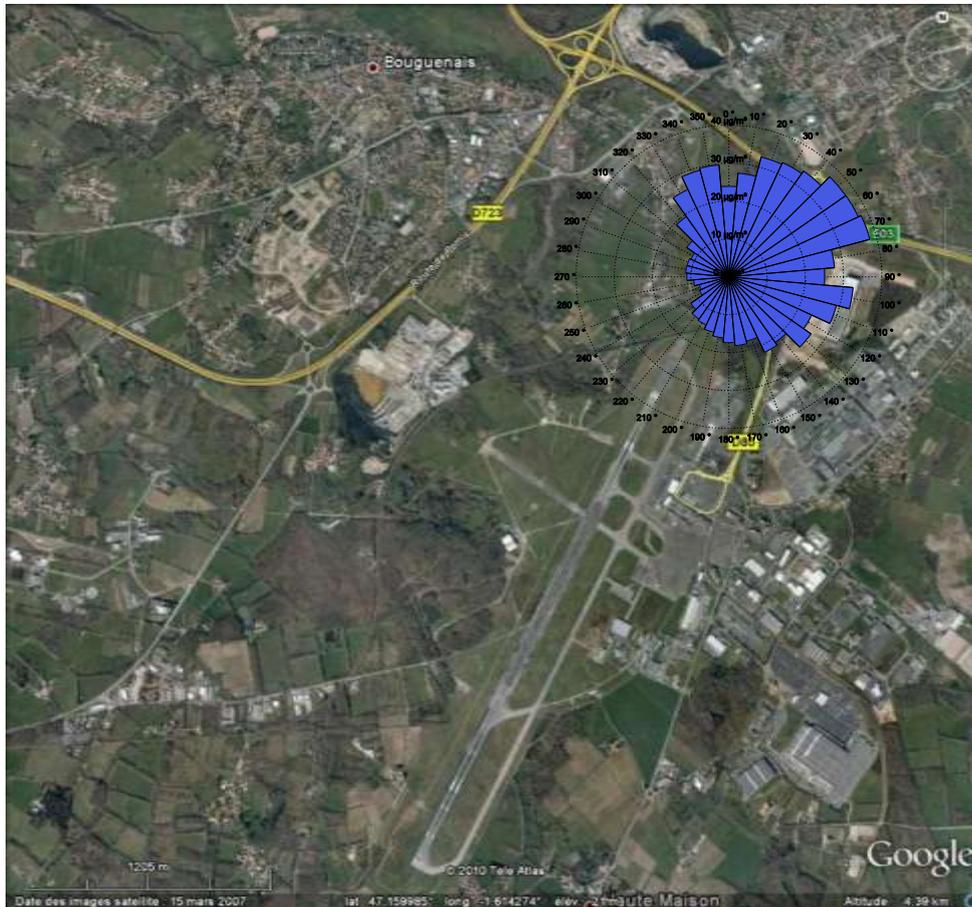


Figure 29 : rose de pollution en dioxyde d'azote sur l'ensemble de la campagne de mesure

Les résultats précédents se trouvent confirmés à savoir que les élévations s'observent principalement par vents de secteurs nord à est sous l'influence de l'agglomération nantaise et du périphérique. En revanche, pour des directions de vent comprises entre 180 et 220°, les niveaux de dioxyde d'azote n'ont pas augmenté. Au contraire, l'air soufflé du sud-ouest, appauvri en dioxyde d'azote, aurait même tendance à abaisser les niveaux à La Ranjonnrière (cas de la première période de mesure en 2011). Cette rose de pollution suggère également que les mouvements des avions (décollage et atterrissage) par le Nord Est n'ont pas d'impact visible sur les niveaux de pollution enregistrés en bout de piste.

La carte des niveaux moyens de dioxyde d'azote (ci-dessous), montre finalement que l'impact de l'activité au niveau de l'aérogare sur les niveaux de dioxyde d'azote est réel mais se limite à son environnement proche.

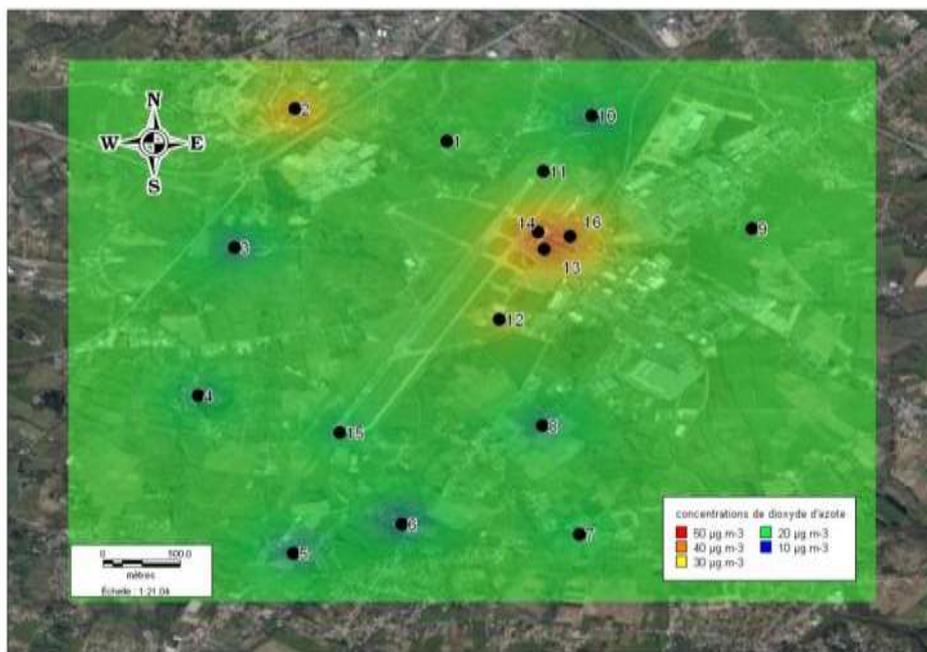


Figure 30: cartographie des niveaux moyens en dioxyde d'azote enregistrés lors de la campagne de mesure

les BTEX

résultats tubes passifs 2011

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 plateforme aéroportuaire (sites n°11 à 16) | | fond (sites n°1 à 10) | |
|------------------------|---------|--|---------|--------------------------|--------------|
| 1 ^{ère} série | Moyenne | 0,5 | | 0,4 | |
| | Min | 0,3 | Site 15 | 0,3 | Site 6 |
| | Max | 0,7 | Site 12 | 0,7 | Site 1 |
| 2 ^{ème} série | Moyenne | 0,7 | | 0,8 | |
| | Min | 0,4 | Site 11 | 0,6 | Sites 4,8 |
| | Max | 1,3 | Site 12 | 0,9 | Sites 1,2,10 |
| campagne | moyenne | 0,6 | | 0,6 | |
| | Min | 0,4 | Site 11 | 0,5 | Sites 4,6 |
| | Max | 1,0 | Site 12 | 0,8 | Site 1 |

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

Les niveaux moyens relevés au sein de la plateforme aéroportuaire et dans ses environs sont faibles et relativement homogènes d'une période de mesure à l'autre, n'excédant pas le $\mu\text{g}/\text{m}^3$, excepté au niveau de la zone d'avitaillement en kérosène qui se distingue par une concentration moyenne de $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lors de la seconde quinzaine de mesure. A titre indicatif, les niveaux moyens mesurés durant la même période au cimetière de la Bouteillerie à Nantes étaient eux-mêmes inférieurs à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les moyennes bimensuelles sont représentées sur le graphique ci-dessous :

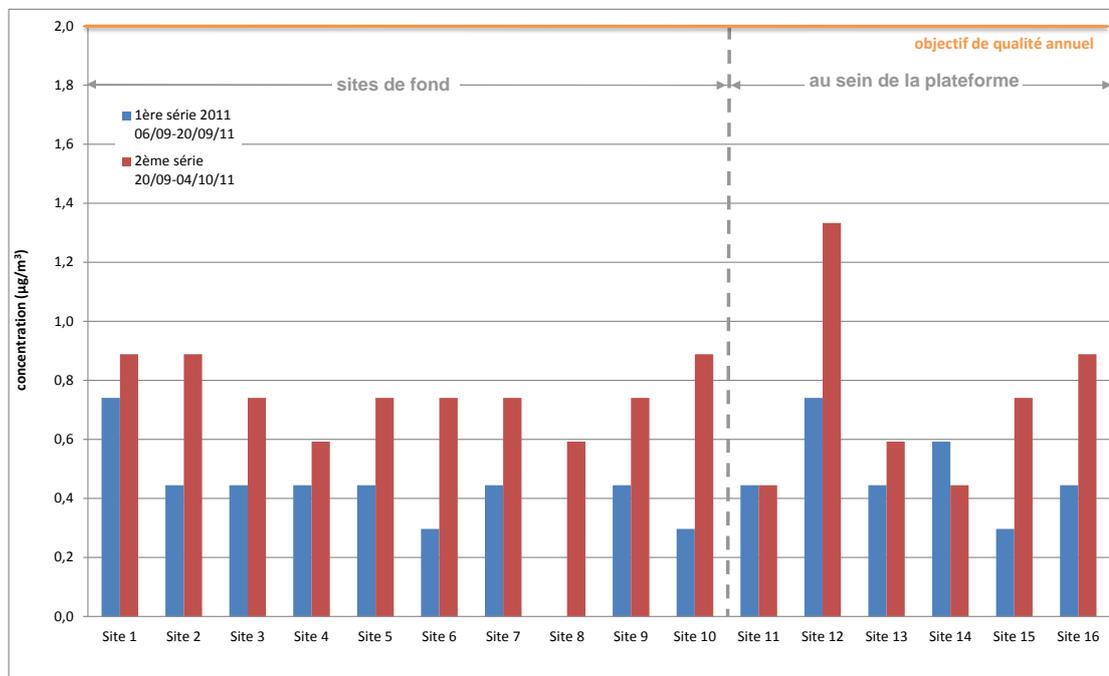


Figure 31 : concentrations en benzène mesurées par tubes à diffusion passive durant les deux périodes d'exposition de la campagne de mesure

Le phénomène d'abaissement des concentrations par vents de secteur sud-ouest constaté lors de la première quinzaine de mesure pour le dioxyde d'azote se vérifie pour le benzène. Ainsi, du 6 au 20 septembre les niveaux oscillent entre $0,3$ et $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tandis que du 20 septembre au 4 octobre, sous l'influence de l'agglomération nantaise et de son périphérique, ces mêmes niveaux varient de $0,4$ à $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dernière concentration atteinte au niveau de la zone d'avitaillement probablement influencée. Compte tenu de l'incertitude sur la mesure, les autres niveaux restent très comparables.

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 lui sont inférieures et donc bien en deçà de la valeur limite $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

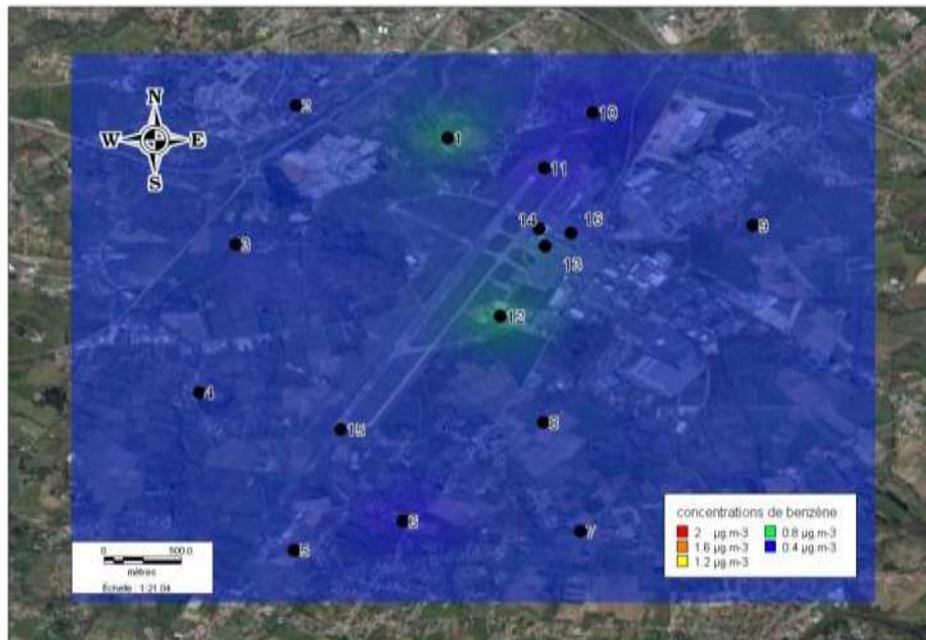


Figure 32: carte des concentrations en benzène lors de la 1ère série

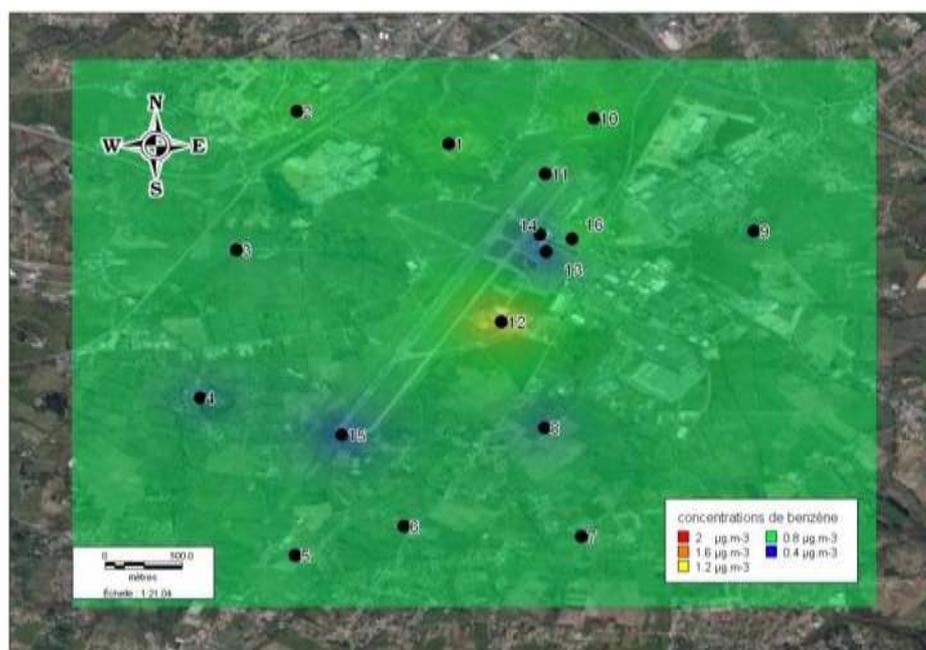


Figure 33: carte des concentrations en benzène lors de la 2ème série

La concentration moyenne enregistrée sur les sites de la plateforme aéroportuaire est comparable à celle relevée à ses alentours. Ceci suggère qu'il n'y a pas d'impact de l'aéroport sur les niveaux en benzène enregistrés autour de l'aéroport. Une seule élévation est constatée au niveau du site n°12, mais elle reste relativement faible puisque l'objectif de qualité est aisément respecté, et géographiquement isolée n'ayant d'influence que dans son environnement immédiat.

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 très probablement être respectés.

comparaison aux études passées

Le graphique ci-dessous représente les concentrations moyennes en benzène mesurées par tubes à diffusion passive lors de l'hiver 2008, l'été 2009, l'hiver 2010 et l'été 2011.

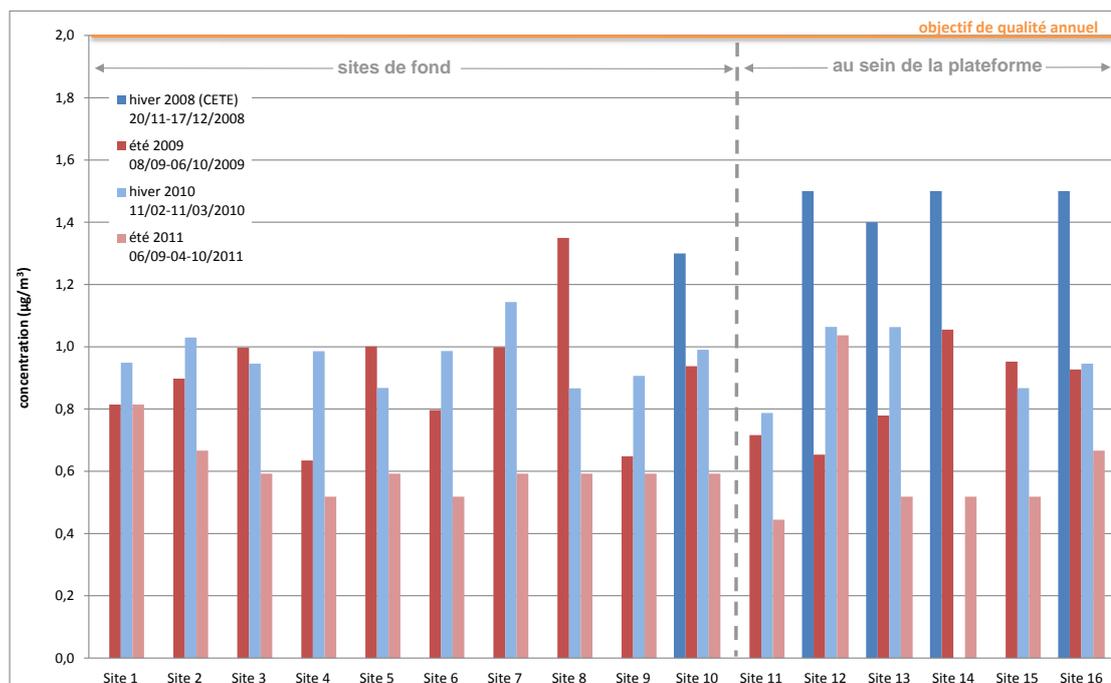


Figure 34: concentrations moyennes en benzène durant les campagnes de mesure de l'hiver 2008, l'été 2009, l'hiver 2010 et l'été 2011

Les concentrations moyennes en benzène relevées lors de la campagne du CETE Nord Picardie en 2008 sont systématiquement supérieures à celles enregistrées lors des trois 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 (émissions 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).

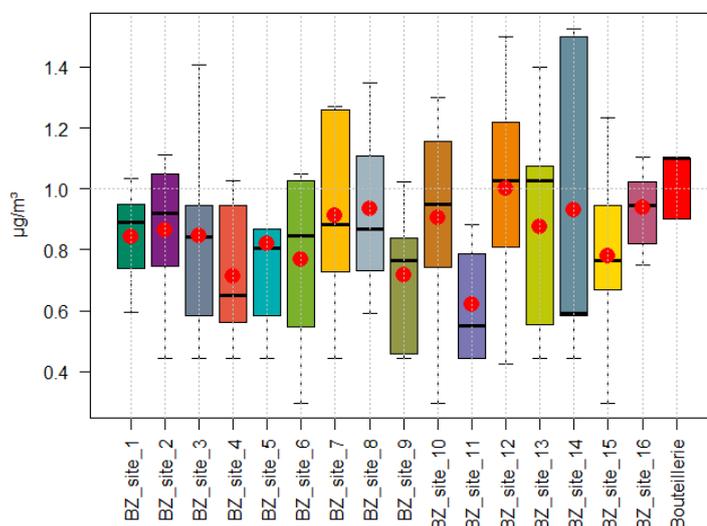


Figure 35: boxplots des concentrations en benzène mesurées par tubes à diffusion à passive (périodes de 2 semaines) lors des campagnes de mesure de 2008 à 2011 par comparaison aux données mesurées au cimetière de la Boutellerie (Nantes)

La mise en perspective des concentrations de benzène mesurées en 2011 par rapport à celles des années précédentes fait apparaître d'une part, des profils assez semblables d'une année à l'autre, et d'autre part, une baisse globale des niveaux, excepté pour la zone d'avitaillement, semble-t-il influencée par l'activité de la zone et probablement le stockage de carburant.

Bien qu'une légère tendance à la baisse des niveaux de benzène soit constatée ces dernières années sur l'ensemble du réseau de surveillance [22], la diminution des concentrations observée en 2011 est probablement davantage liée aux conditions climatiques, notamment aux températures élevées, durant la campagne de mesure. Ces températures auraient par ailleurs pu favoriser l'évaporation au niveau des réservoirs et par voie de conséquence maintenir les niveaux de la zone d'avitaillement en kérosène par rapport à 2010.

Toutefois, l'ensemble des valeurs de benzène relevées à la fois au sein et aux abords de la plateforme aéroportuaire est faible, proche mais globalement inférieur à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, et caractéristique d'une pollution urbaine de fond.

étude d'impact au sein de la plateforme des activités de l'aéroport

Le point n°12 correspondant à la zone d'avitaillement se distingue nettement sur la carte des niveaux moyens ci-dessous. L'élévation ponctuelle des concentrations de benzène en ce point, probablement liée à un phénomène d'évaporation au niveau des cuves de stockage de kérosène sous l'effet des fortes températures, reste modérée et s'estompe rapidement avec la distance, se limitant à cette zone de la plateforme.

Pour le reste, la relative uniformité du fond de la carte traduit des niveaux faibles et homogènes de la plateforme aux communes environnantes. L'aéroport ne semble donc pas influencer les niveaux dans son environnement.

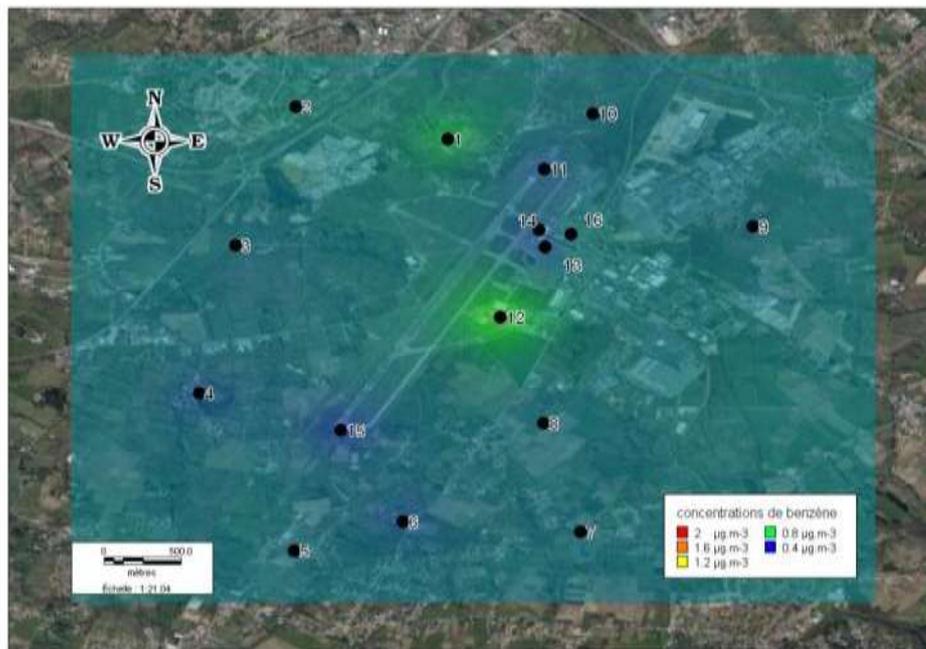


Figure 36: cartographie des niveaux moyens de benzène enregistrés lors de la campagne de mesure

les particules fines PM10

résultats 2011

Le graphique suivant présente l'évolution temporelle des moyennes journalières en particules fines PM₁₀. Ces niveaux sont comparés à ceux enregistrés sur le site urbain du cimetière de la Bouteillerie et le site de trafic du boulevard Victor Hugo à Nantes.

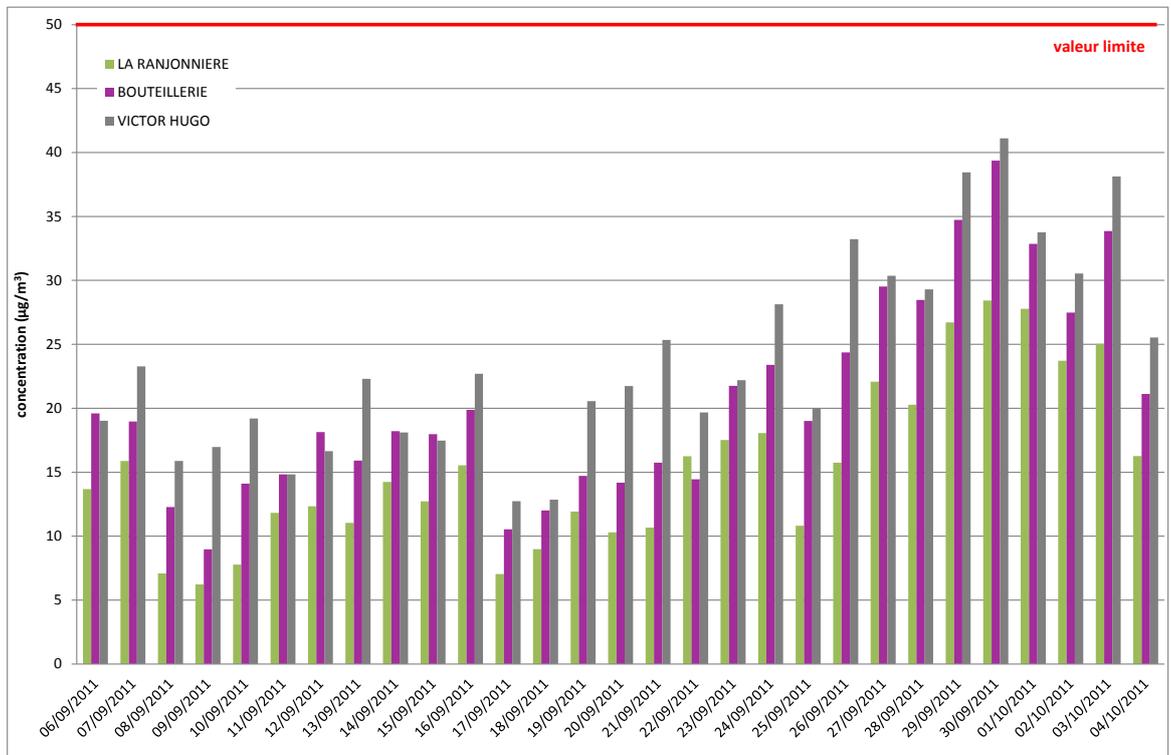


Figure 37: moyennes journalières en particules fines PM10 à la ferme de la Ranjonnière, au cimetière de la Bouteillerie et sur le boulevard Victor Hugo

Les profils apparaissent très corrélés et les concentrations croissent avec l'influence du trafic routier à l'origine d'émissions de particules fines PM₁₀. Ainsi, les niveaux mesurés à la ferme de la Ranjonnière sont globalement inférieurs à ceux mesurés au cimetière de la Bouteillerie (-30%), eux-mêmes plus faibles que les concentrations enregistrées au niveau du boulevard Victor Hugo (-13%), site directement influencé par le trafic routier. D'ailleurs, lors des journées du dimanche (11, 18, 25 septembre et 2 octobre), les niveaux de particules relevés sur le site de trafic du boulevard Victor Hugo, alors peu fréquenté, approchent les niveaux de fond urbain du cimetière de la Bouteillerie.

| (µg/m ³) | La Ranjonnière | Cimetière de la Bouteillerie | Bd Victor Hugo |
|----------------------|----------------|------------------------------|----------------|
| moyenne | 15 | 21 | 24 |
| min | 6 | 9 | 13 |
| max | 28 | 39 | 41 |

Le 30 septembre, l'ensemble des sites de mesure enregistrent leur moyenne journalière maximale, 28, 39 et 41 µg/m₃ respectivement à la ferme de la Ranjonnière, au cimetière de la Bouteillerie et boulevard Victor Hugo à Nantes. Toutefois, comme l'illustre la carte ci-contre, ces niveaux sont liés à des phénomènes de pollution par les particules à large échelle qui affectent des zones géographiques de quelques centaines de kilomètres et ne sont pas directement imputables aux activités de la plateforme aéroportuaire.

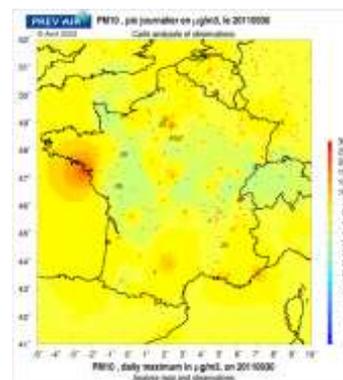


Figure 38: carte analysée des niveaux de pointe en particules fines PM10 sur la France le 30 septembre 2011 (source: Prev'air)

Le graphique ci-contre représente l'évolution moyenne durant la campagne de mesure des niveaux des particules fines PM_{10} mesurées au cours d'une journée.

De même que pour le dioxyde d'azote, deux hausses des niveaux de particules 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.

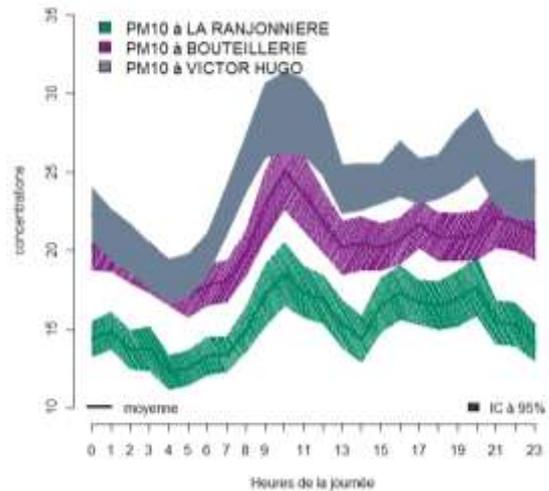


Figure 39: profils journaliers en particules fines PM_{10} à la ferme de la Ranjonnière, au cimetière de la Bouteillerie et boulevard Victor Hugo à Nantes

suivi de la réglementation

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

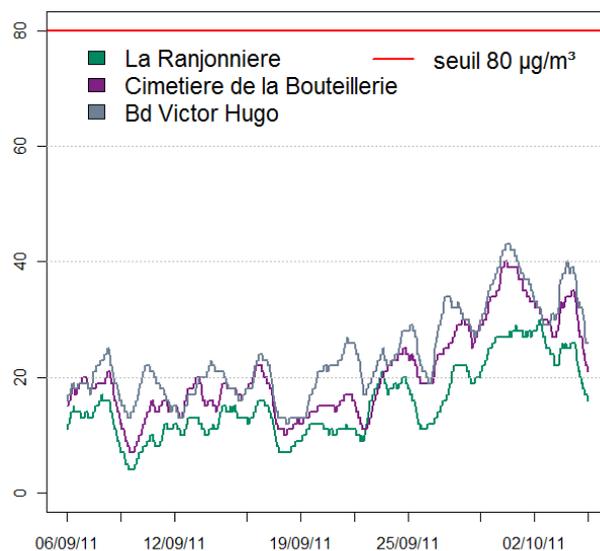


Figure 40: moyennes 24-horaires en particules fines PM_{10} à la ferme de la Ranjonnière, au cimetière de la Bouteillerie et boulevard Victor-Hugo à Nantes

La Figure 410 met en évidence le respect du seuil d'information et de recommandation, et a fortiori du seuil d'alerte, puisque le maximum atteint $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ le 2 octobre et ne représente qu'un peu plus du tiers du seuil d'information fixé à $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne 24-horaire, tandis que ces maxima atteignent le 30 septembre 40 et $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivement au cimetière de la Bouteillerie et boulevard Victor-Hugo à Nantes.

Une évolution des seuils d'information et d'alerte pour les PM_{10} est attendue [23], lesquels passeront respectivement de 80 à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et de 125 à $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La valeur limite $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valeur à ne pas dépasser plus de 35 jours par an) en moyenne journalière n'a jamais été atteinte à la ferme de la Ranjonnière durant la période de mesure (Figure 37).

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

Les résultats de cette campagne de mesure, moyennes et extremums journaliers, sont comparés à ceux des études passées sur le graphique suivant :

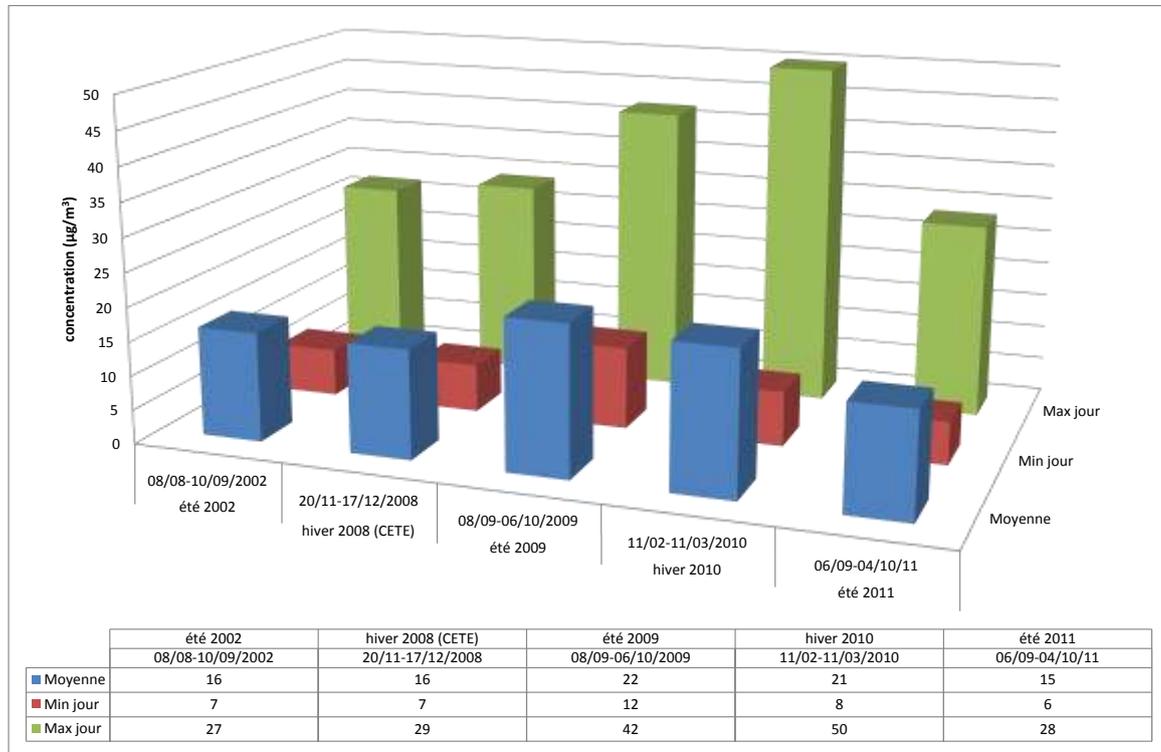


Figure 421: concentrations journalières moyennes, minimales et maximales en particules PM10 (mesure: automatiques)

Les concentrations journalières relevées lors des deux premières campagnes (2002 et 2008) 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^{er} janvier 2007 par Air Pays de la Loire) améliorant la mesure des particules fines PM10 par la prise en compte des particules dites volatiles. La contribution de cette fraction volatile pouvant devenir majoritaire, notamment lors d'épisodes de pollution par les particules en suspension, cette nouvelle technologie a pour effet d'augmenter les concentrations moyennes mais également les niveaux maximum.

Quant à la baisse observée en 2011, elle est liée d'une part à l'effet de saisonnalité évoqué précédemment et d'autre part, à la non répétabilité des concentrations ambiantes d'une année à l'autre. En effet, la représentation des concentrations en particules PM10 sous forme de boxplots met en évidence que les niveaux moyens mesurés lors de la campagne estivale 2009 étaient atypiquement élevés tandis qu'en 2011 ils sont légèrement inférieurs à la normale. La baisse est bien réelle mais l'effet est accentué par les niveaux élevés de 2009.

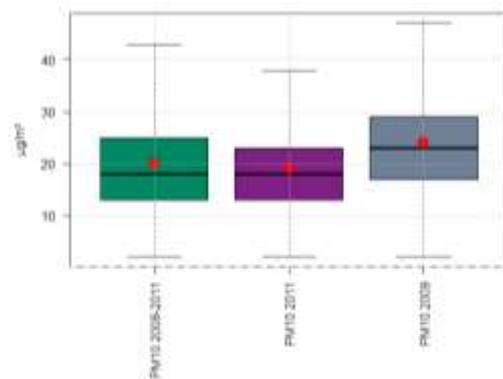
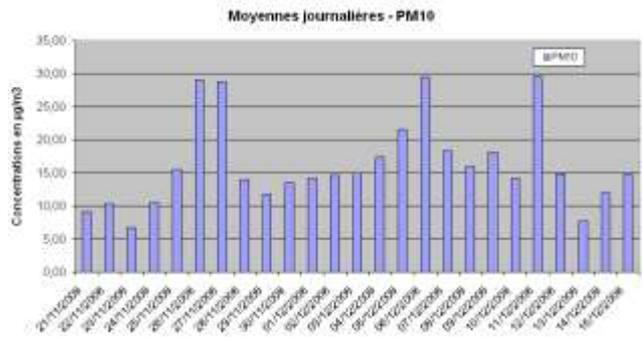
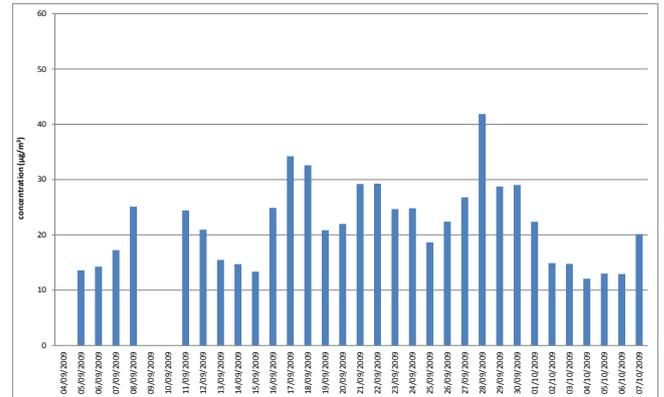


Figure 42: boxplots des concentrations en PM10 au cimetière de la Bouteillerie de 2008 à 2011

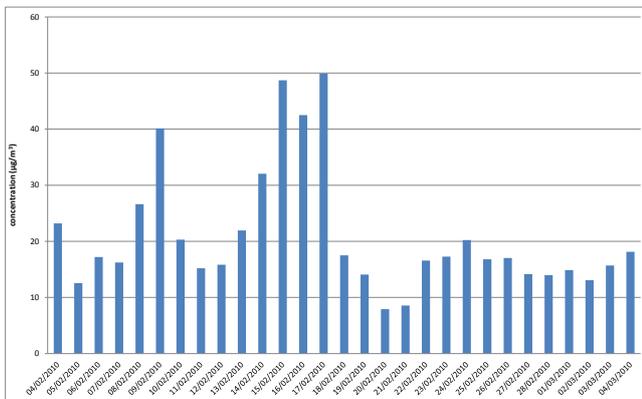
Ces constats peuvent également s'illustrer au travers des histogrammes ci-dessous représentant les moyennes journalières mesurées à la ferme de la Ranjonnière depuis 2008.



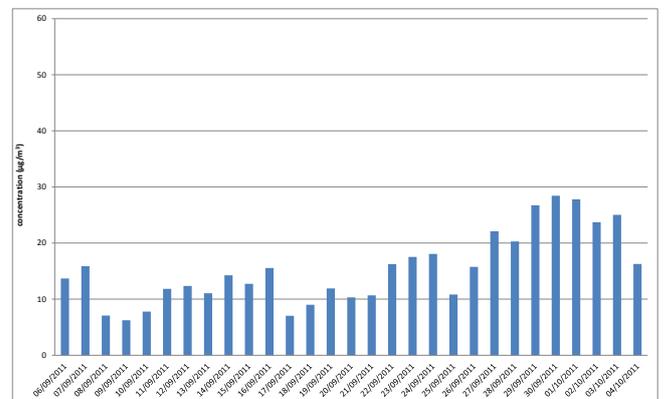
Hiver 2008



Été 2009



Hiver 2010



Été 2011

Figure 43: moyennes journalières en particules fines PM10 de l'hiver 2008 à l'été 2011

étude d'impact des activités de l'aéroport

L'impact de l'aéroport est évalué pour les particules fines PM₁₀ à partir de l'étude de la rose de pollution.

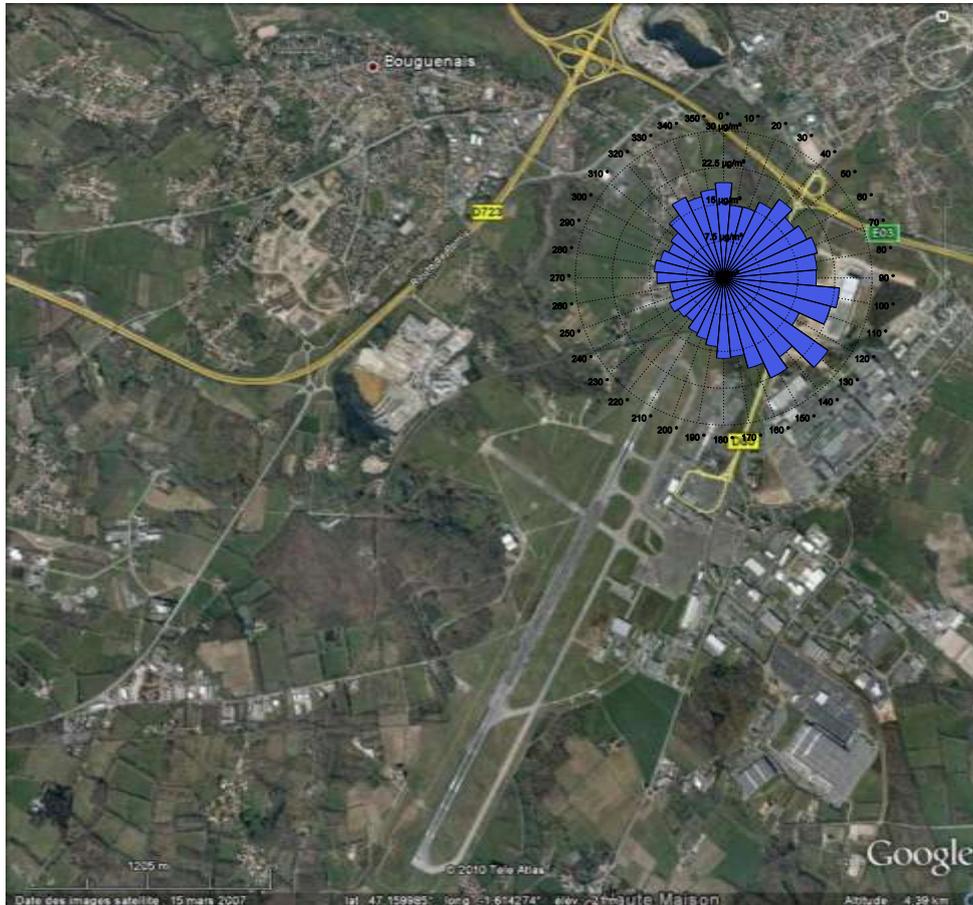


Figure 44: rose de pollution en PM₁₀ sur l'ensemble de la campagne de mesure

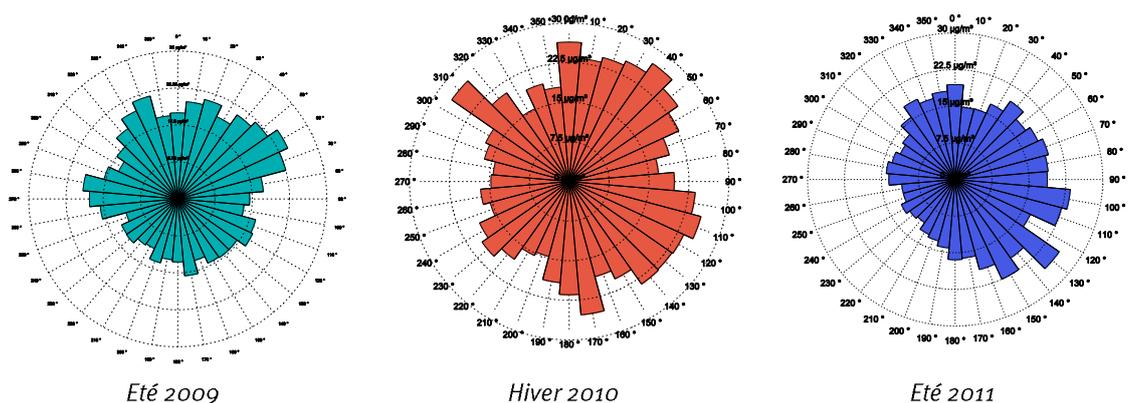


Figure 45: rose de pollution moyenne en particules PM₁₀

La campagne 2011 confirme que pour des directions de vent comprises entre 180° et 220°, les niveaux de particules fines PM₁₀ ne sont pas augmentés sous les vents de l'aéroport, suggérant ainsi que les émissions de l'aéroport n'ont pas d'impact détectable sur les teneurs atmosphériques en particules fines PM₁₀ mesurées à proximité. Les élévations s'observent principalement par vents de provenance de l'agglomération nantaise et du périurbain.

le monoxyde de carbone résultats 2011

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.

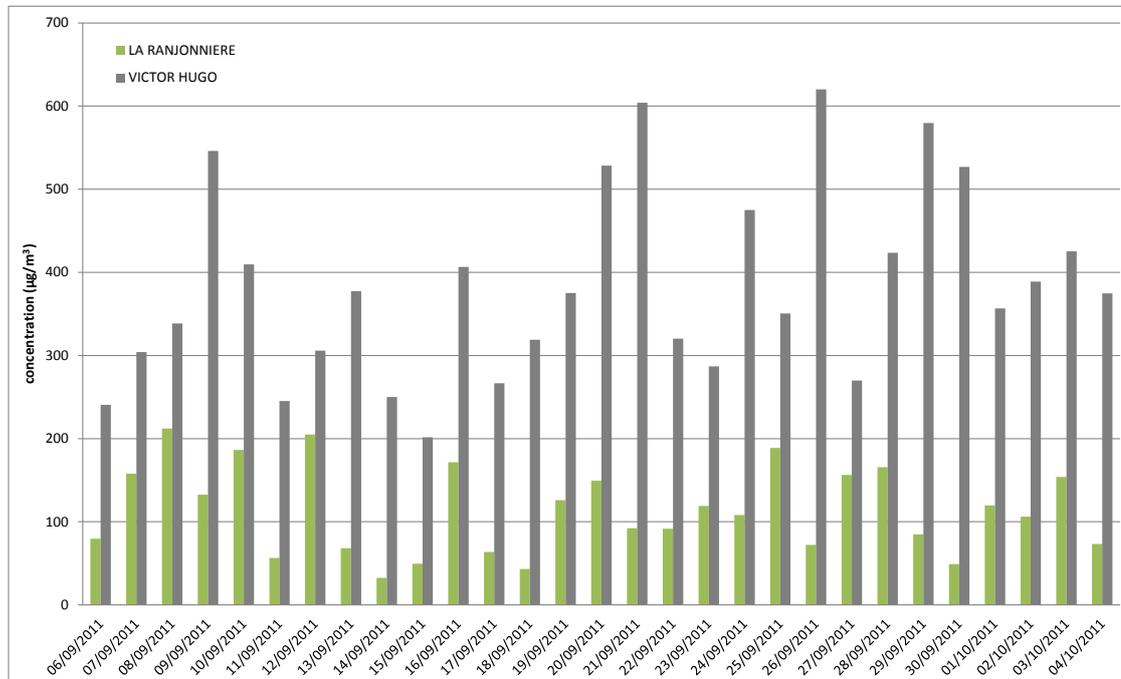


Figure 46: moyennes journalières en monoxyde de carbone à la ferme de la Ranjonnière et au niveau du boulevard Victor-Hugo à Nantes

Les concentrations enregistrées à la ferme de la Ranjonnière sont faibles avec un niveau moyen journalier de 114 µg/m³. Il en est de même pour les niveaux mesurés sur le site du boulevard Victor-Hugo, la concentration moyenne journalière représentant toutefois plus du triple de celle de la ferme de la Ranjonnière, en raison de la proximité du boulevard. Les moyennes journalières maximales à la ferme de la Ranjonnière et boulevard Victor-Hugo ont été enregistrées respectivement les 8 et 11 septembre avec 212 µg/m³ et 620 µg/m³.

| (µg/m³) | La Ranjonnière | Bd Victor Hugo |
|---------|----------------|----------------|
| moyenne | 114 | 383 |
| min | 33 | 202 |
| max | 212 | 620 |

Le graphique ci-contre 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. Ces profils journaliers confirment que les niveaux enregistrés boulevard Victor-Hugo sont plus élevés qu'à la ferme de la Ranjonnière. Les deux augmentations des niveaux de monoxyde de carbone (matin et soir) n'apparaissent de manière évidente que sur le site de trafic du boulevard Victor-Hugo, attestant de l'origine automobile des émissions de monoxyde de carbone.

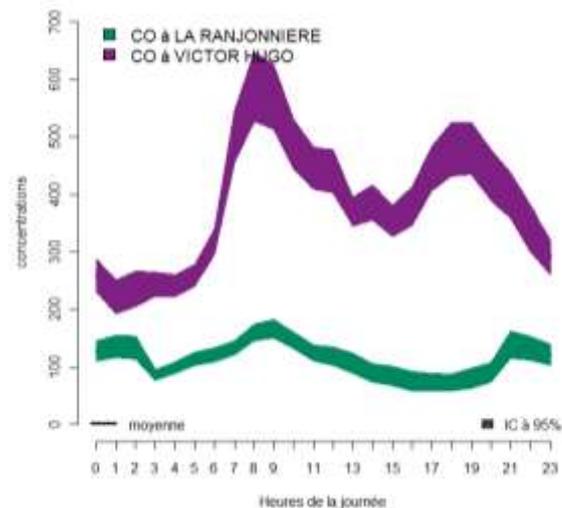


Figure 47: profil journalier en CO à la ferme de la Ranjonnière et au niveau du boulevard Victor-Hugo à Nantes

suivi de la réglementation

Le graphique suivant présente l'évolution temporelle des moyennes 8-horaires maximales en monoxyde de carbone mesurées à la ferme de la Ranjonnière et boulevard Victor Hugo à Nantes durant la campagne de mesure 2011.

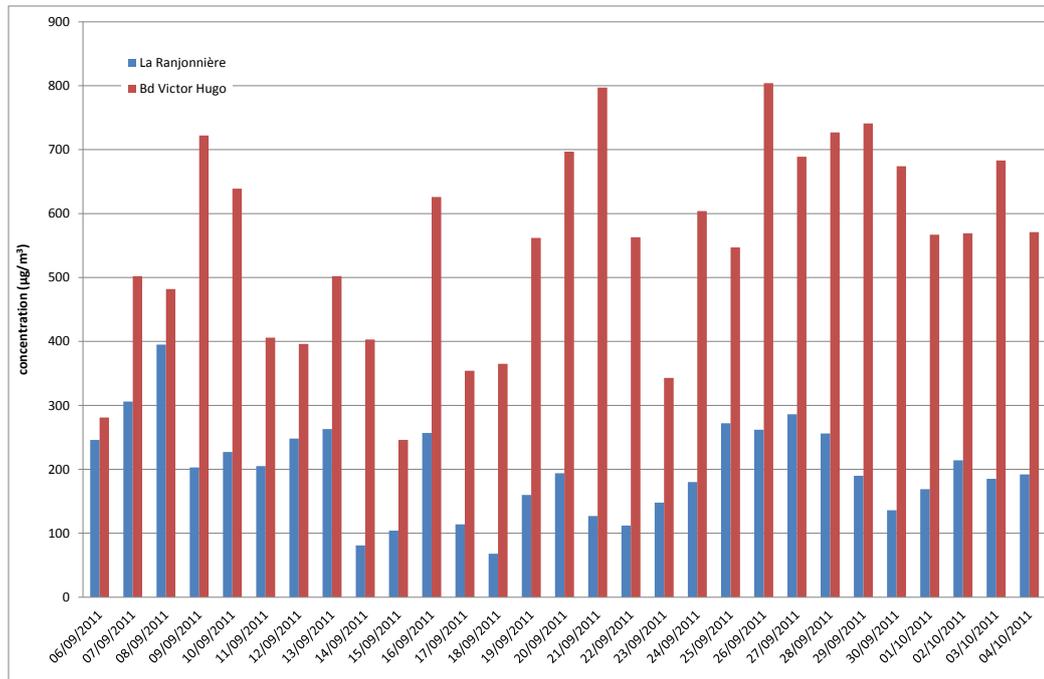


Figure 48: moyennes 8-horaires maximales en CO à la Ranjonnière et au niveau du bd Victor-Hugo à Nantes

Les niveaux de monoxyde de carbone restent très inférieurs à la valeur limite 8-horaire fixée à 10 000 µg/m³, puisque les niveaux de pointe à la ferme de la Ranjonnière et boulevard Victor-Hugo, n'atteignent respectivement que 4 et 8 % de cette valeur réglementaire.

comparaison aux études passées

Les résultats de cette campagne de mesure, moyennes et extremums journaliers, sont comparés à ceux des études passées sur le graphique suivant :

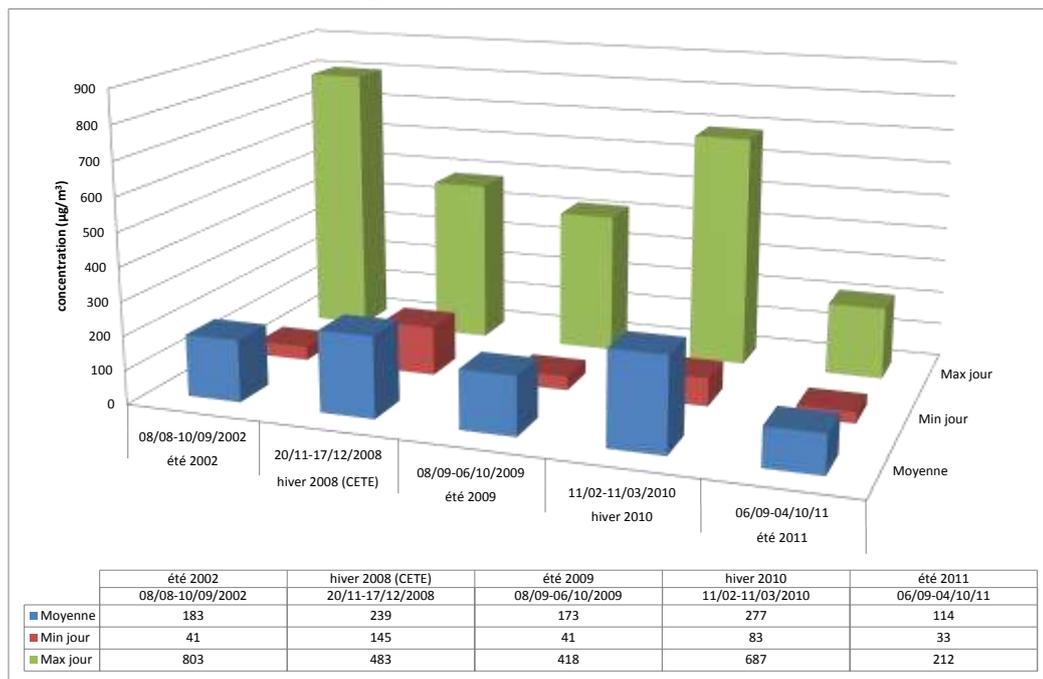


Figure 49: concentrations journalières moyennes, minimales et maximales en CO (mesures automatiques)

L'histogramme des moyennes journalières est par ailleurs comparé à ceux des précédentes études :

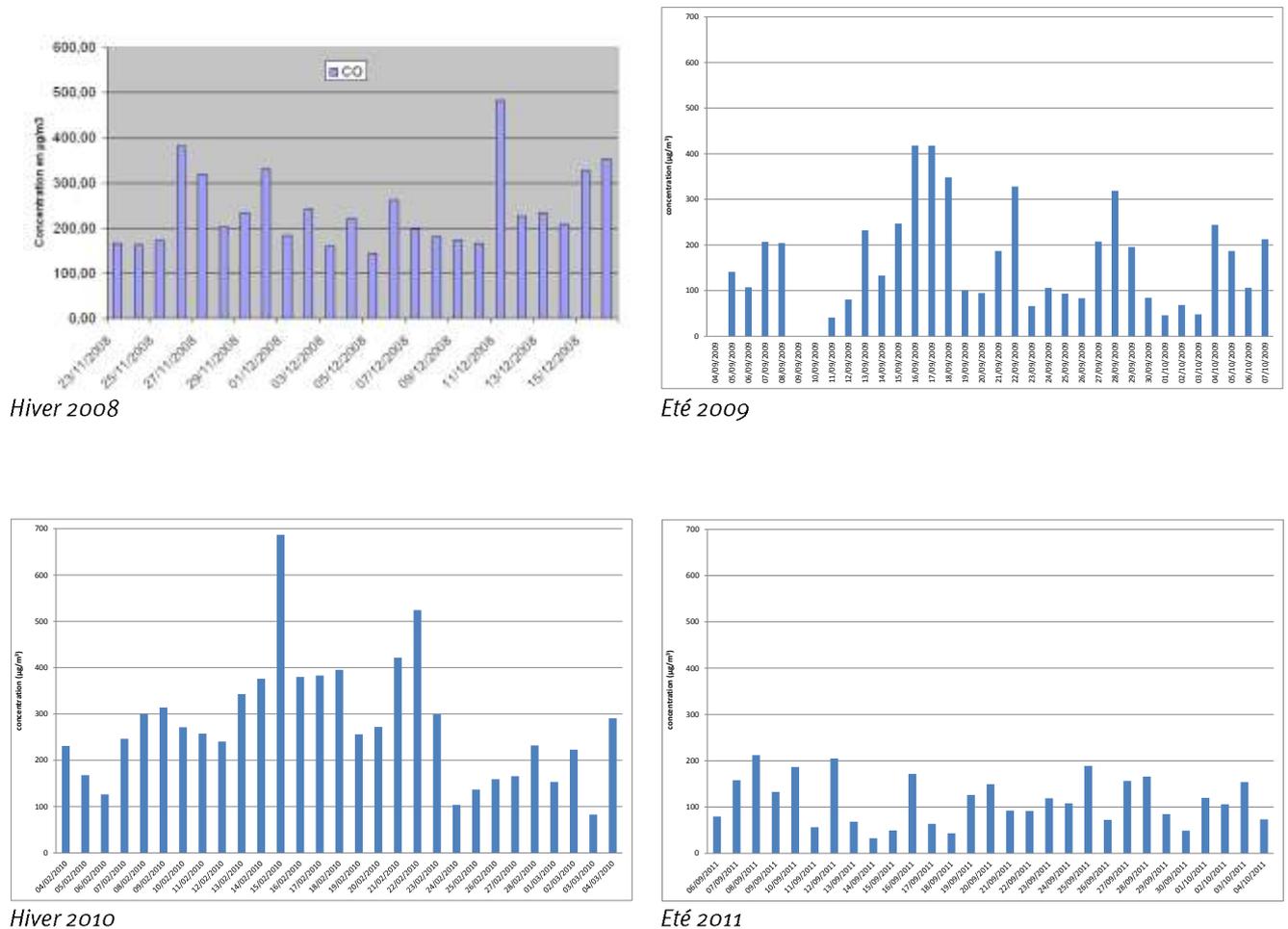


Figure 50: moyennes journalières en CO de l'hiver 2008 à l'été 2011

Alors que les niveaux de monoxyde de carbone continuent de baisser sur le réseau de surveillance régional, rendant d'ailleurs les concentrations de l'été 2002 difficilement comparables aux études plus tardives, l'alternance été/hiver apparaît à nouveau de manière évidente. Ainsi, les concentrations moyennes estivales, sans considérer l'étude de 2002, apparaissent quasiment la moitié plus faibles que les moyennes hivernales par suite de conditions météorologiques moins favorables à la dispersion des polluants et d'une élévation des émissions l'hiver (démarrage à froid des moteurs...).

étude d'impact des activités de l'aéroport

L'analyse de la rose de pollution permet d'apprécier l'influence des activités aéroportuaires sur les concentrations atmosphériques environnantes.

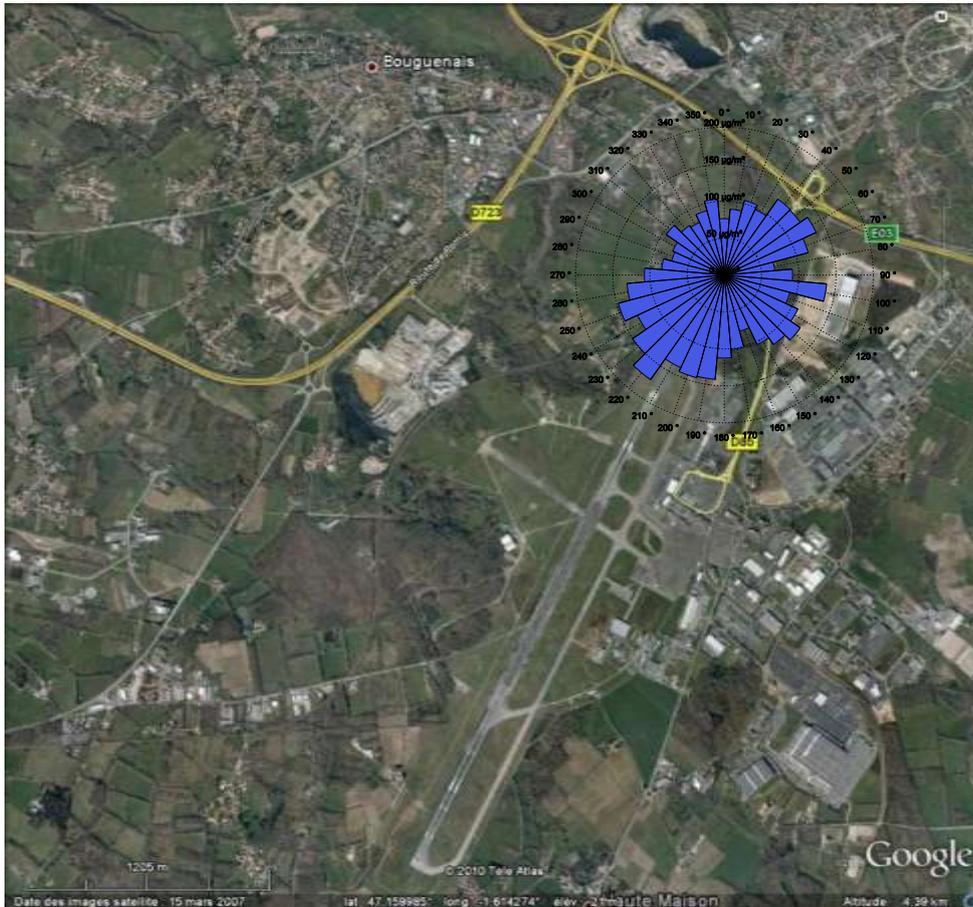


Figure 51 : rose de pollution en monoxyde de carbone sur l'ensemble de la campagne de mesure

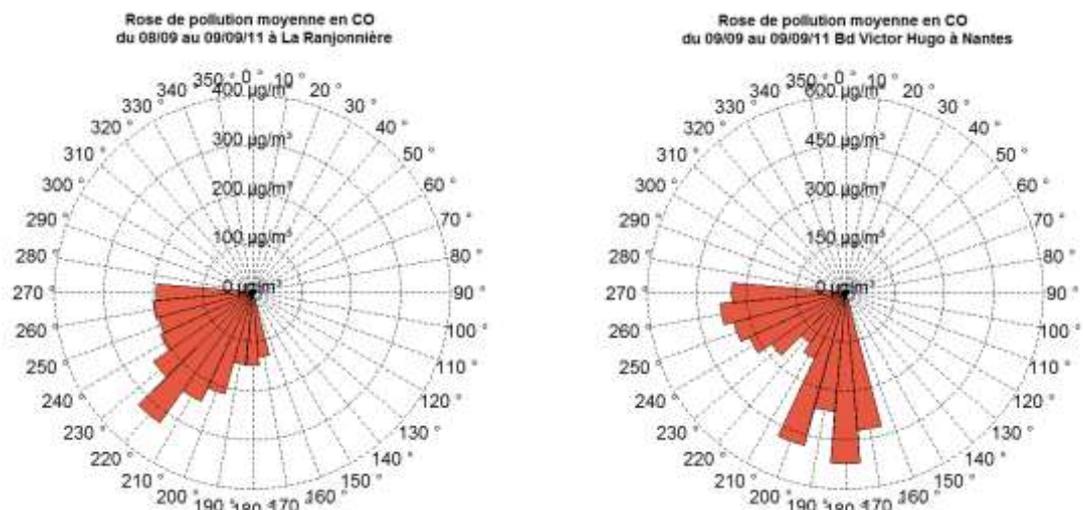


Figure 52: Roses de pollution en CO du 08/09 au 09/09/2011 à la ferme de la Ranjonnière (à gauche) et boulevard Victor Hugo à Nantes (à droite).

Le 8 septembre, alors que l'écart entre la concentration moyenne journalière mesurée à proximité de l'aéroport et celle enregistrée sur le site de trafic de Nantes est minimum, la rose de pollution correspondante montre que des émissions en provenance de source(s) située(s) au sud-ouest de la ferme de la Ranjonnière impacteraient les niveaux qui y ont été mesurés. Ce phénomène a été également détecté sur le site de trafic du boulevard Victor Hugo (cf. rose de pollution ci-dessus), site non influencé par la plateforme aéroportuaire.

l'ozone résultats 2011

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.

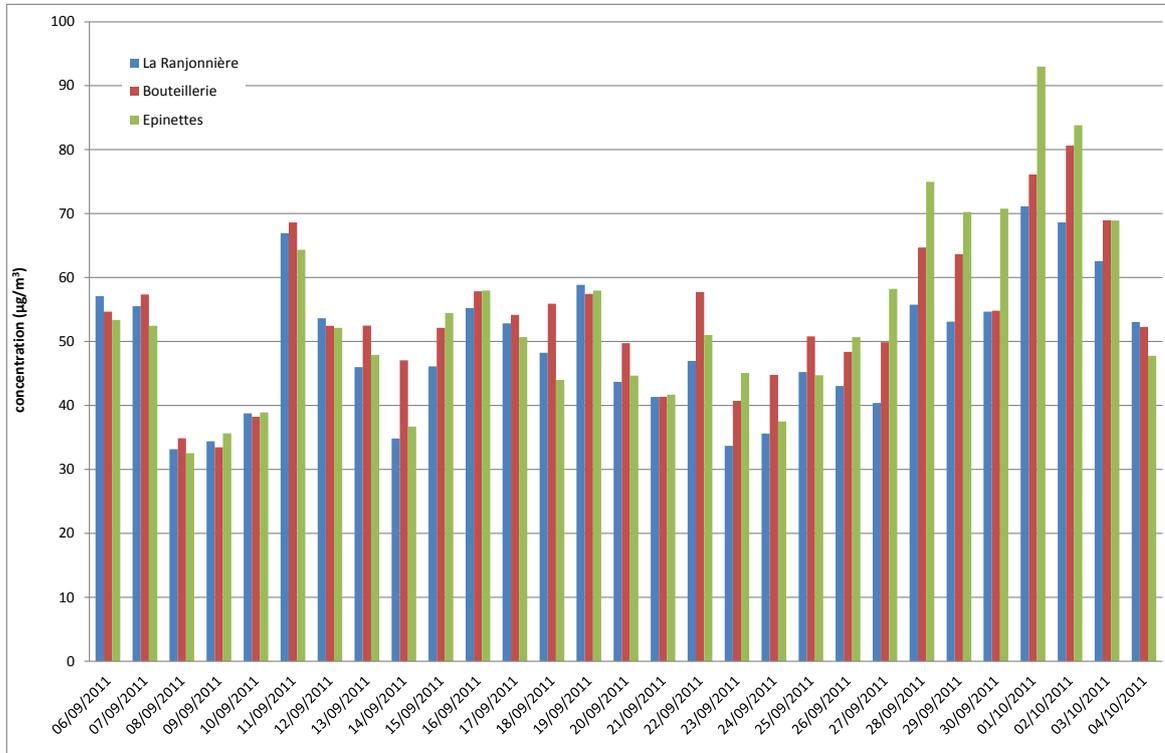


Figure 53: moyennes journalières en ozone à la ferme de la Ranjonnière, à Epinettes et au cimetière de la Bouteillerie

| (µg/m ³) | La Ranjonnière | Cimetière de la Bouteillerie | Epinettes |
|----------------------|----------------|------------------------------|-----------|
| moyenne | 49 | 54 | 54 |
| min | 33 | 33 | 33 |
| max | 71 | 81 | 93 |

Les concentrations moyennes journalières enregistrées sur ces 3 sites sont très similaires, avec un niveau moyen journalier sur la campagne de mesure de l'ordre de 50 µg/m³. Cette homogénéité est liée à l'amplitude du phénomène de pollution par l'ozone qui s'étend à grande échelle.

Alors que les conditions anticycloniques, caractérisées par un temps ensoleillé et chaud (jusqu'à 30°C), favorisaient la formation d'ozone, les moyennes journalières ont atteint leur maximum au début du mois d'octobre, variant de 71 à 93 µg/m³ d'un site à l'autre.

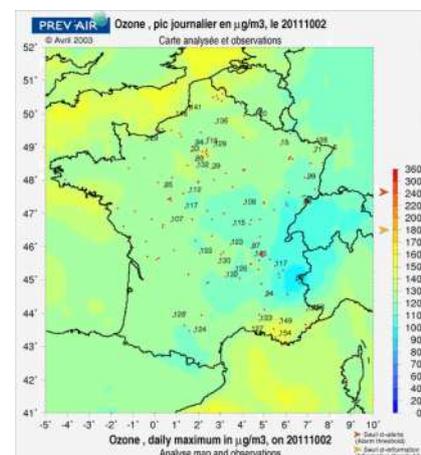


Figure 54: carte analysée des niveaux d'ozone sur la France le 2 octobre 2011 (source: Prev'air)

Les profils journaliers ci-contre illustrent l'évolution moyenne durant la période de mesure des niveaux d'ozone au cours de la journée.

Ces profils confirment que les niveaux enregistrés à la ferme de la Ranjonnière, à Epinettes et au cimetière de la Bouteillerie sont tout à fait 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 les variations de la hauteur de la couche limite atmosphérique au cours de la journée et l'intensité de l'ensoleillement.

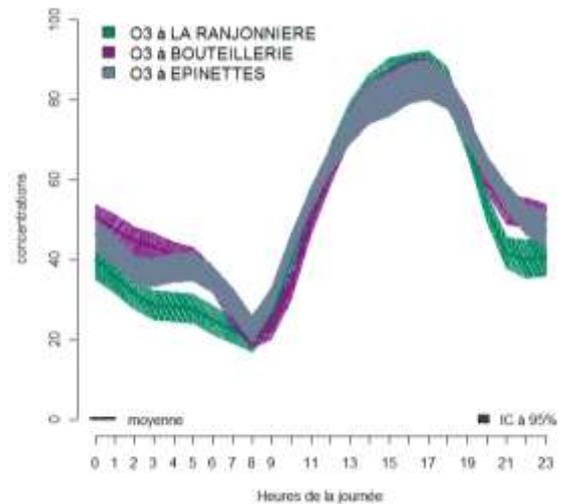


Figure 55: profil journalier en ozone

suivi de la réglementation

Les graphiques suivants représentent respectivement pour l'ozone les maxima horaires glissants et la distribution des moyennes horaires glissantes par pas de un quart d'heure au regard du seuil de recommandation et d'information fixé à 180 µg/m³, mesurés à la Ranjonnière durant la campagne de mesure.

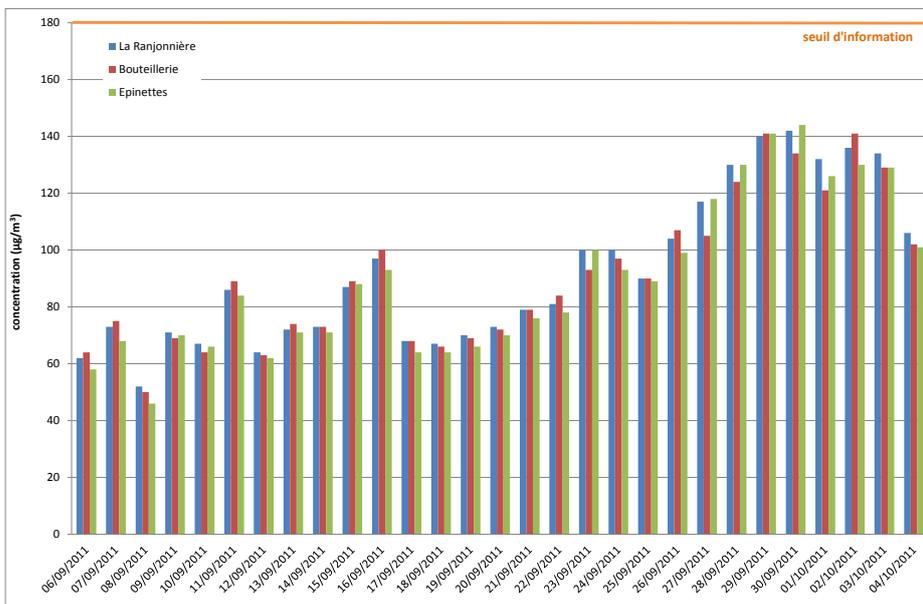


Figure 56: maxima horaires glissants en ozone durant la campagne de l'été 2011

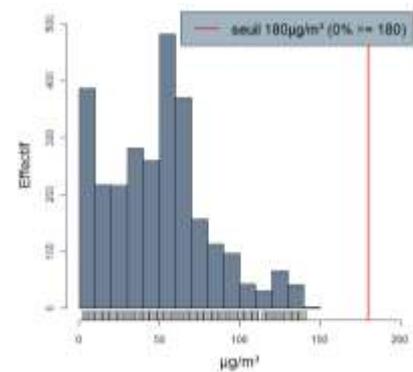


Figure 57: distribution des moyennes horaires glissantes par pas de un quart d'heure en ozone à la Ranjonnière

Ces graphes mettent en évidence le respect du seuil d'information pour l'ozone au cours de la campagne de mesure (et donc du seuil d'alerte, 240 µg/m³), l'ensemble des moyennes horaires étant inférieur à 150 µg/m³. La moyenne horaire maximale, 143 µg/m³ atteinte le 30 septembre 2011, représente 80% de cette valeur réglementaire.

La **Figure 58** présente l'évolution temporelle des moyennes 8-horaires maximales en ozone mesurés à la ferme de la Ranjonnière ainsi qu'au cimetière de la Bouteillerie et au niveau du site périurbain d'Epinettes, au regard de l'objectif de qualité.

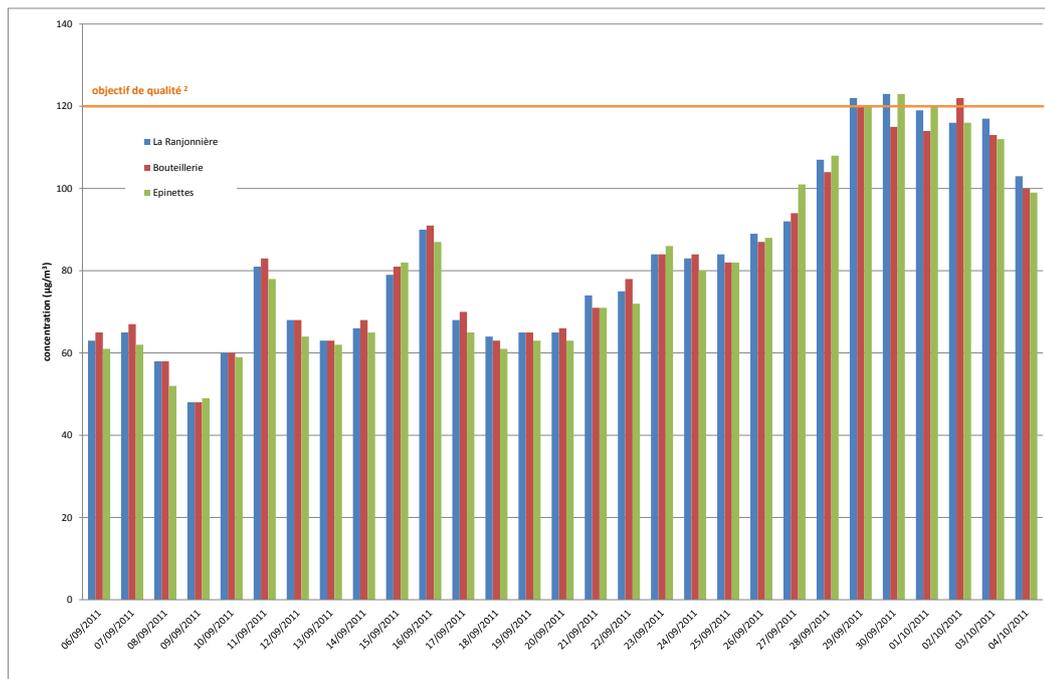


Figure 59: moyennes 8-horaires maximales en ozone à la ferme de la Ranjonnière, à Epinettes et au cimetière de la Bouteillerie par rapport à l'objectif de qualité²

L'objectif de qualité fixé à 120 µg/m³ en moyenne 8-horaire maximale du jour a été dépassé à la ferme de la Ranjonnière à 2 reprises, successivement les 29 et 30 septembre avec 122 puis 123 µg/m³, au cours de la campagne de mesure. Toutefois, ces dépassements ne sont pas isolés et ont concerné l'ensemble du réseau régional de surveillance.

comparaison aux études passées

Les valeurs moyennes et extrêmes mesurées lors de cette étude sont finalement comparés aux résultats antérieurs sur le graphique suivant :

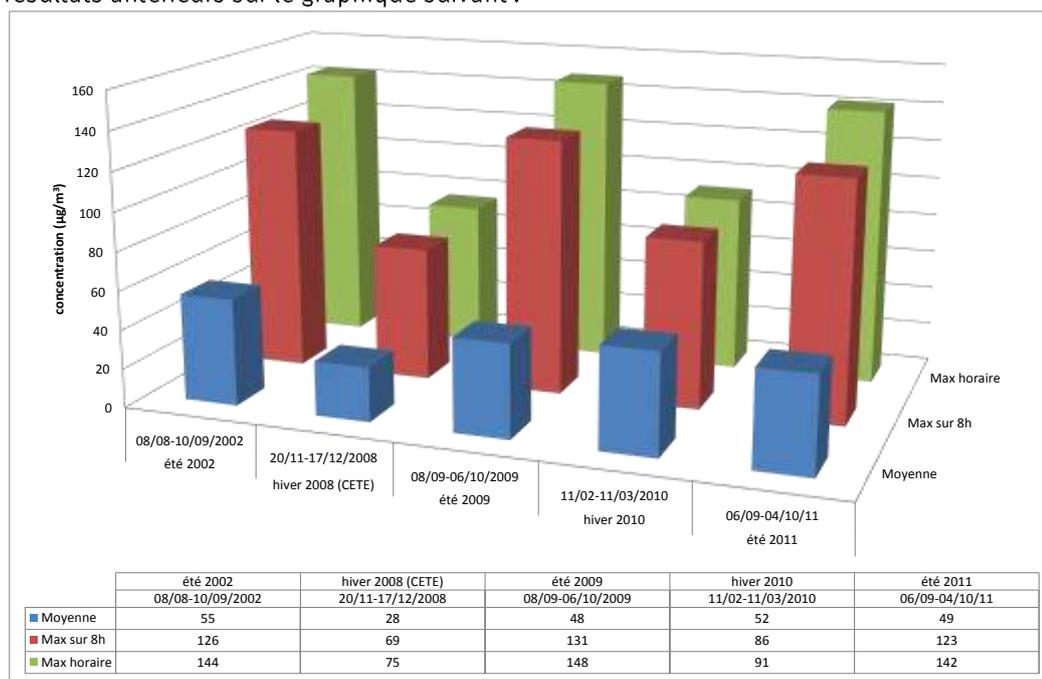


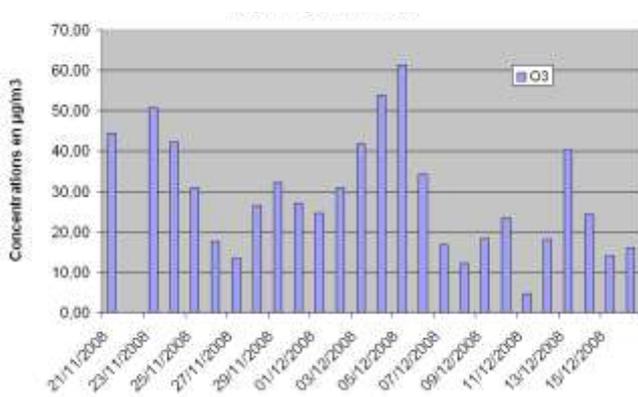
Figure 60: concentrations moyennes, maximales horaires et 8-horaires pour l'ozone

² pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8-heures, calculé sur une année civile

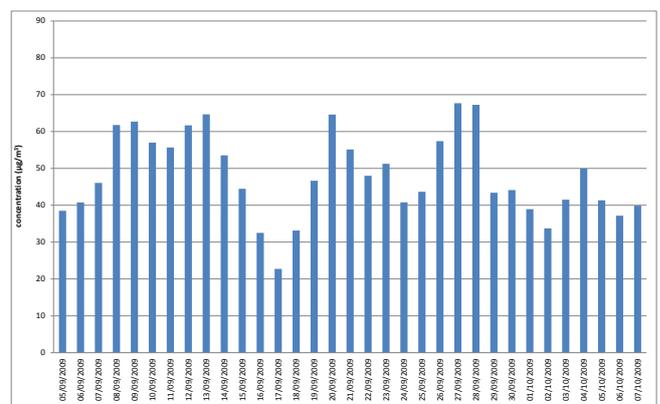
S'agissant d'un polluant secondaire, les profils des niveaux d'ozone sont rythmés par les saisons. En effet, les polluants primaires conduisent à la formation d'ozone sous l'action du rayonnement ultraviolet du soleil. La synthèse de l'ozone se trouve donc favorisée par l'ensoleillement expliquant la supériorité des niveaux estivaux par rapport aux concentrations mesurées lors des campagnes hivernales.

A l'hiver 2010, l'excédent d'insolation a toutefois conduit à des concentrations moyennes comparables aux niveaux estivaux, mais les concentrations maximales sont restées à des niveaux plus modérés qu'en périodes chaudes et ensoleillées.

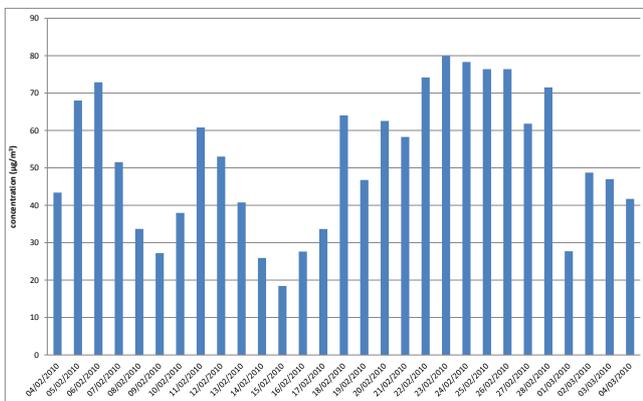
Ces mêmes résultats peuvent être représentés sous forme d'histogrammes de moyennes journalières, lesquels permettent d'apprécier les variations durant les campagnes de mesure :



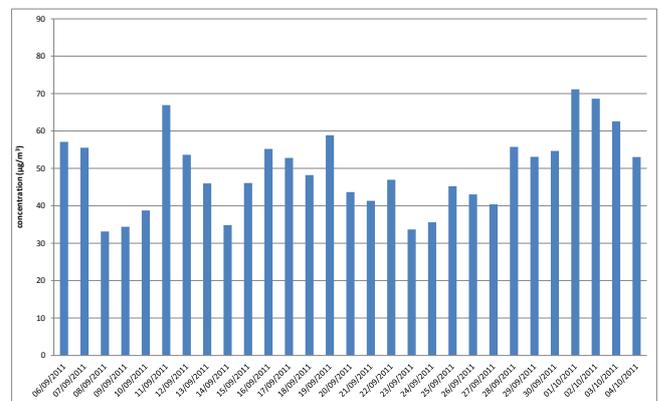
Hiver 2008



Été 2009



Hiver 2010



Été 2011

Figure 61: moyennes journalières en ozone de l'hiver 2008 à l'été 2011

le dioxyde de soufre résultats 2011

Le graphique suivant présente l'évolution temporelle des **moyennes journalières** en dioxyde de soufre.

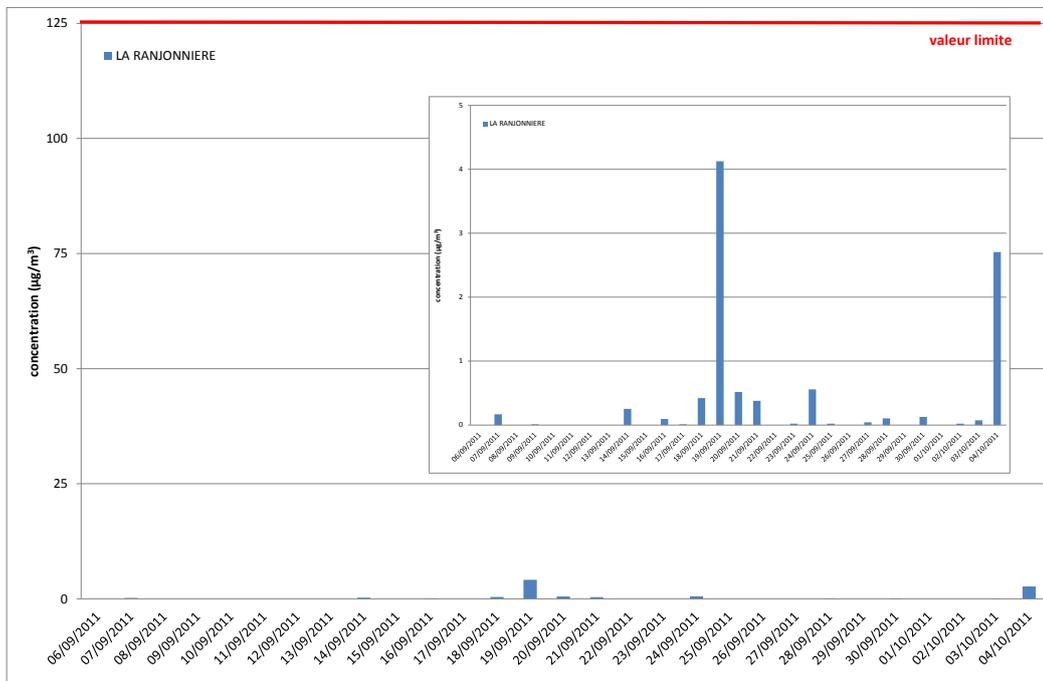


Figure 62 : moyennes journalières en dioxyde de soufre à la ferme de la Ranjonnière

Les concentrations moyennes journalières enregistrées à la ferme de la Ranjonnière sont très faibles et proches de la limite de détection tout au long de la campagne de mesure, avec un niveau moyen journalier inférieur à 1 µg/m³. Le 19 septembre, la moyenne journalière maximale mesurée durant cette campagne n'excède pas 4 µg/m³, soit 3% de la valeur limite fixée à 125 µg/m³.

Le graphique suivant présente l'évolution temporelle des **maxima horaires** en SO₂.

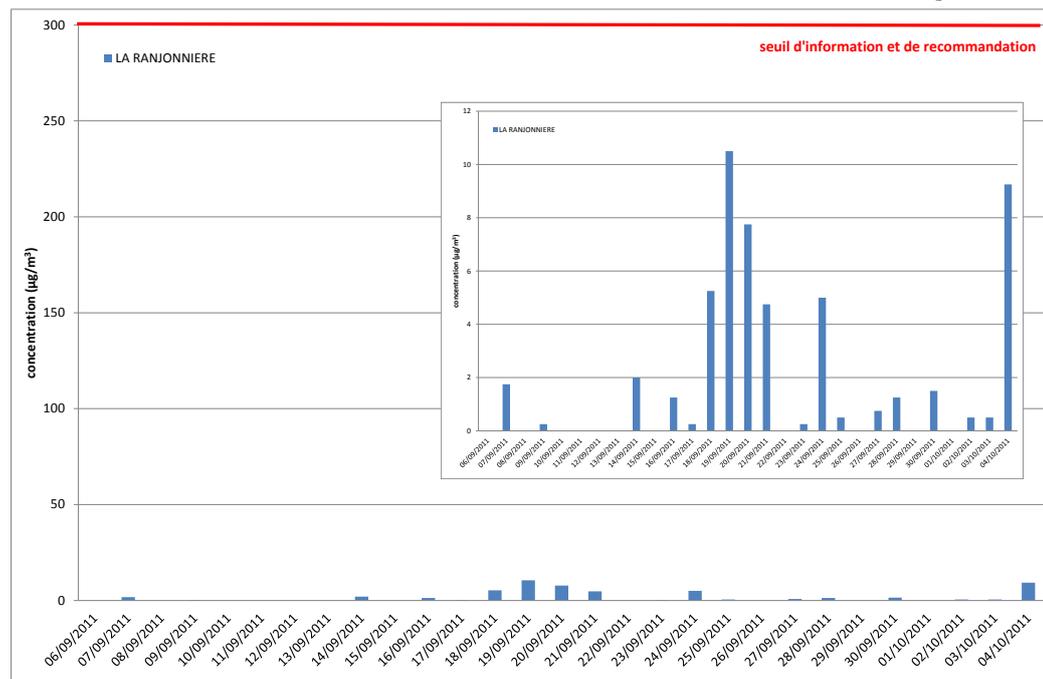


Figure 63 : maxima horaires en SO₂ à la ferme de la Ranjonnière

Le maximum horaire le plus élevé mesuré durant la campagne de mesure à la ferme de la Ranjonnière n'a pas excédé 11 µg/m³ (le 19 septembre) soit à peine 4% du seuil d'information et de recommandation fixé à 300 µg/m³ 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 $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mesuré à la ferme de la Ranjonnière durant la campagne de mesure.

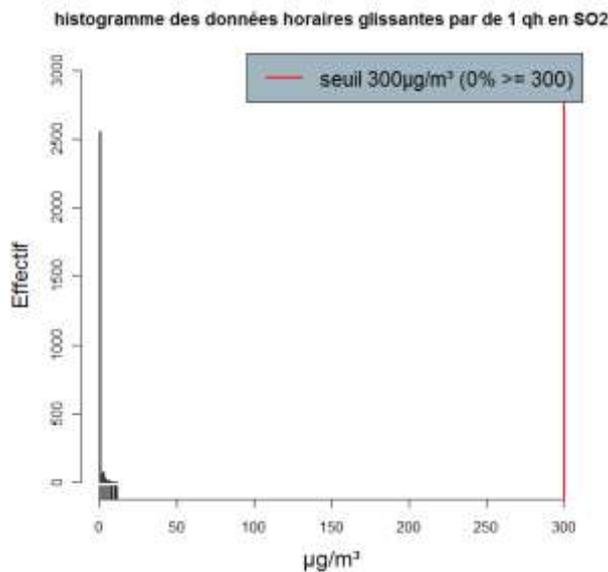


Figure 64: distribution des moyennes horaires glissantes en dioxyde de soufre

Le seuil d'information et de recommandation a été respecté durant la campagne de mesure puisque la moyenne horaire maximale n'a atteint que $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ le 19 septembre, soit à peine 4 % du seuil d'information. A fortiori, la valeur limite fixée à $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire glissante n'a pas été dépassée, et il en est de même pour le seuil d'alerte fixé à $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire.

La concentration moyenne en dioxyde de soufre, inférieure à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durant la période de mesure, devrait très probablement respecter la valeur limite fixé $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle.

comparaison aux études passées

La campagne 2011 confirme la faiblesse des niveaux en dioxyde de soufre précédemment évaluée dans l'environnement de l'aéroport.

En 2002, le maximum horaire journalier ($52 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a été inférieur d'un facteur 6 par rapport au seuil d'information ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire), et ce par vents d'ouest. Rappelons que le dioxyde de soufre est principalement émis par le secteur industriel et que les niveaux sont en baisse depuis plusieurs années. Le CETE Nord Picardie a montré par la suite que les valeurs enregistrées pour un profil journalier moyen sont très faibles et inférieures à $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A l'été 2009, les niveaux n'ont pas dépassé $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, à l'hiver 2010, $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$, et lors de cette étude, $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

étude d'impact des activités de l'aéroport

L'analyse de la rose de pollution permet d'apprécier l'influence des activités aéroportuaires sur les concentrations atmosphériques environnantes.



Figure 65: rose de pollution en SO₂ 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. Ceci suggère que les émissions liées à l'activité aéroportuaire n'ont pas d'impact détectable sur les teneurs atmosphériques en dioxyde de soufre mesurées à proximité.

Les élévations s'observent principalement par vents de secteurs nord-ouest, sous l'influence des émissions de la zone industrielle située au bord de la Loire à l'Ouest de Nantes.

air intérieur

L'évaluation de la qualité de l'air intérieur a été réalisée au niveau des quatre sites de mesure déjà instrumentés en 2009 et 2010: l'accueil du hall 1, la salle d'embarquement du hall 3, l'accueil du hall 4 et le bar altitude. Les polluants mesurés sont le dioxyde d'azote et les composés organiques volatils: 9 aldéhydes³ et 5 BTEX⁴. Les sources de ces composés sont présentées en annexe 6.

La campagne de mesure au sein de l'aérogare s'est déroulée du 6 septembre au 13 septembre (période 1), puis du 13 au 20 septembre 2011 (période 2).

L'analyse des données météorologiques pendant les deux périodes de mesure indique :

- des températures approchant les normales saisonnières: température moyenne de 18,1°C (période 1) et 15,5°C (période 2) avec un déficit de précipitations.
- une prédominance des vents de secteur ouest à sud-ouest (période 1), légèrement nord-ouest (période 2).

le dioxyde d'azote résultats 2011

L'évolution des niveaux moyens en dioxyde d'azote au cours des 2 périodes de mesure durant la campagne est représentée sur le graphique suivant (Figure 66). Ces niveaux intérieurs sont comparés au niveau extérieur mesuré pendant 2 semaines sur le parking 2.

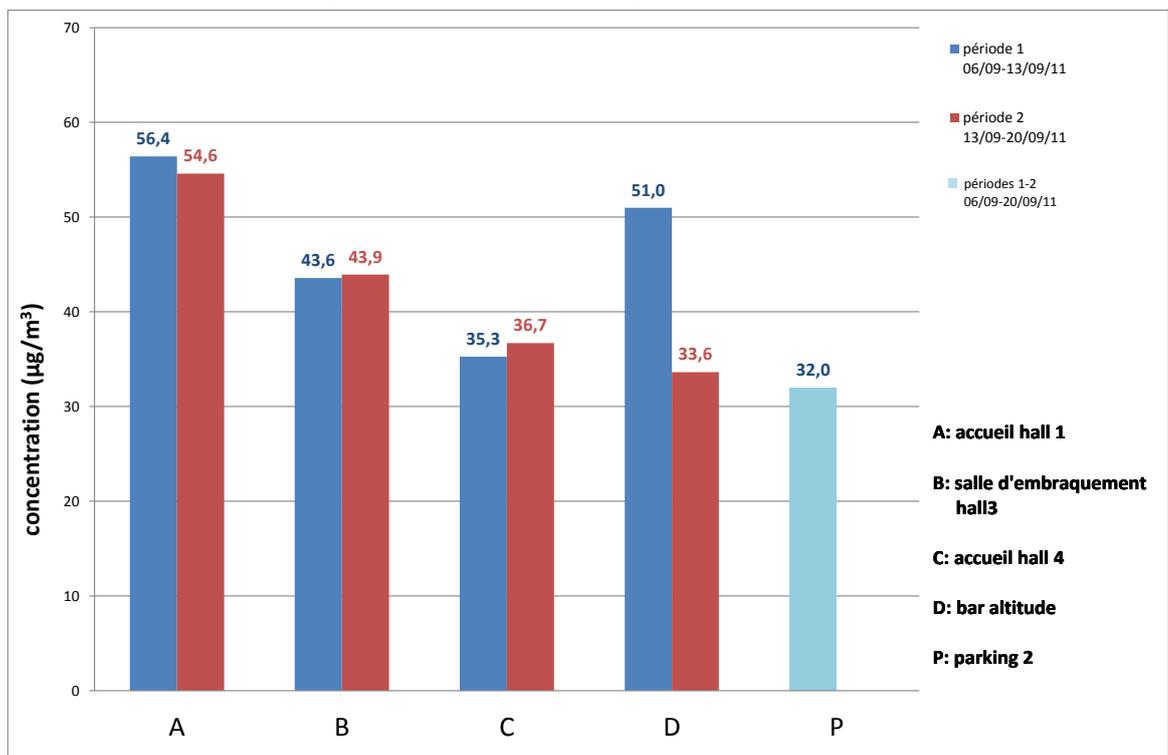


Figure 66 : concentrations moyennes en dioxyde d'azote au niveau des 4 sites de mesure et du parking 2 extérieur

Les concentrations moyennes mesurées dans les Halls 1 et 4 et dans la salle d'embarquement du Hall 3 montrent peu d'évolution entre les 2 périodes de mesure. A contrario, les niveaux en NO₂ mesurés au niveau du bar altitude sont moins élevés lors de la seconde période de mesure (-34%).

La comparaison des niveaux enregistrés en extérieur au niveau du parking 2 montre des concentrations plus importantes dans tous les environnements intérieurs.

L'entrée du hall 1 correspond à l'entrée principale des voyageurs dans l'aérogare ou les niveaux en dioxyde d'azote sont en partie liés à des transferts de pollution en provenance des parkings de stationnement et de «dépose minute» situés à proximité.

³ Formaldéhyde, acétaldéhyde, acroléine, benzaldéhyde, butanal, hexanal, isopentanal, propanal, pentanal

⁴ Benzène, Toluène, Ethylbenzène, méta-ortho-paraXylène

Pour le bar altitude et la salle d'embarquement 3, il a été identifié que pour le renouvellement de l'air de ces salles, une prise d'air est réalisée en terrasse de l'aérogare à proximité de conduits évacuant des gaz de combustion (hotte du restaurant, chaudière), ce qui pourraient expliquer les niveaux en dioxyde d'azote atteints.

Plus globalement, les concentrations moyennes, minimales et maximales mesurées en air extérieur et en air intérieur sont résumées dans le tableau suivant :

| | Sites au sein de la plateforme aéroportuaire (6 sites) | Sites de fond (10 sites) | Air intérieur (4 sites) |
|----------------|--|--------------------------|-------------------------|
| Moyenne | 33,2 | 18,5 | 44,4 |
| min | 16,9 | 12,7 | 33,6 |
| max | 45,5 | 18,9 | 56,4 |

Tableau 8 : concentrations moyennes en dioxyde d'azote durant la campagne de mesure en 2011

Les concentrations moyennes mesurées à l'intérieur de l'aérogare sont supérieures de 34% (38% en 2010) à celles mesurées en air extérieur au sein de la plateforme aéroportuaire et de 42 % (60% en 2010) à celles relevées au niveau des sites de fond (figure 22). Ceci confirme à nouveau l'hypothèse de l'existence d'un transfert de la pollution extérieure vers l'intérieur de l'aérogare

suivi de la réglementation

Il n'existe pas de valeur réglementaire en air intérieur pour le dioxyde d'azote mais ce polluant est classé comme prioritaire par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) et va faire l'objet de publication d'une valeur guide de la qualité de l'air intérieur dans les années à venir.

comparaison aux études précédentes

L'évolution des concentrations moyennes en dioxyde d'azote pour l'ensemble des campagnes de mesure réalisées depuis 2008 est représentée sur la Figure 67. La campagne de 2008 a été réalisée sur deux sites (halls d'embarquement 1 et 4), alors que les campagnes de 2009 et 2010 ont porté sur 4 sites de mesure. Les différentes campagnes de mesure ont été effectuées lors de saisons différentes : hiver 2008, été 2009, hiver 2010 et été 2011.

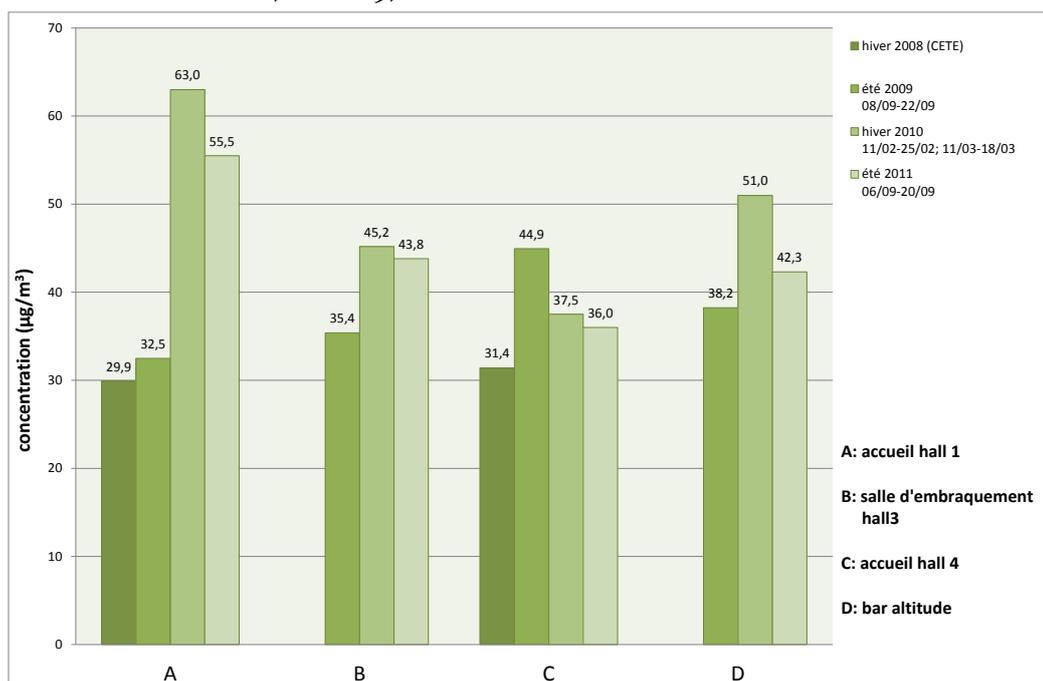


Figure 68: évolution des concentrations moyennes en dioxyde d'azote au niveau de 2 et 4 sites investigués depuis 2008

Durant l'été 2011, les concentrations moyennes en dioxyde d'azote sur tous les sites sont moins importantes qu'en hiver 2010 (-3% à -20%). Ceci s'explique par la saisonnalité des mesures : en saison estivale, période de réalisation de la campagne 2011, les émissions du trafic routier et du secteur résidentiel -tertiaire (chauffage) sont moins importantes qu'en hiver (saison de réalisation de la campagne 2010).

De plus, l'origine sud-ouest du vent a permis de réduire le transfert de polluants extérieurs en provenance des parkings de stationnement vers les bâtiments (orientés Nord-est).

représentativité des niveaux de pollution de la période de mesure

La représentation de la distribution des concentrations mesurées sous forme de boxplots (ou boîtes à moustache), durant les années 2009 à 2011 met en évidence les sites où la distribution des concentrations est la plus importante, ceci en lien avec l'apparition de valeurs extrêmes pour deux sites: l'accueil du hall 1 et dans une moindre mesure, le bar altitude.

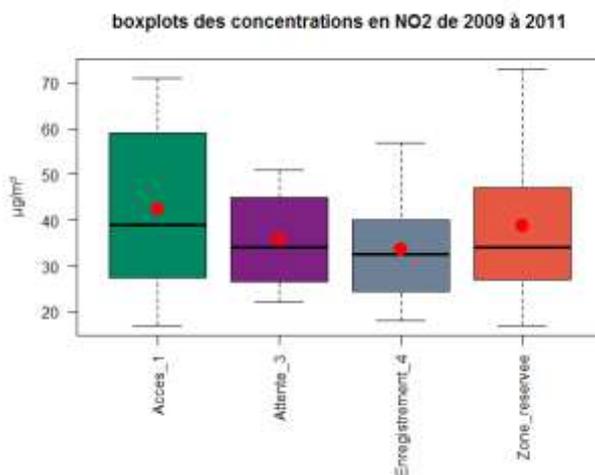


Figure 69:représentation des niveaux de concentration sous forme de boxplot

Au niveau de l'entrée du hall 1, la qualité de l'air est influencée en partie par des transferts de pollution en provenance des parkings de stationnement situés à proximité. Pour le bar altitude et la salle d'embarquement 3, les niveaux en dioxyde d'azote atteints peuvent avoir pour origine des gaz de combustion (hotte du restaurant, chaudière), introduits dans le bâtiment par le système de ventilation (prise d'air en terrasse située à proximité de conduits évacuant ces gaz de combustion).

les aldéhydes résultats 2011

Les concentrations moyennes en aldéhydes au niveau des 4 sites de l'aérogare en 2011 sont représentées sur la graphique suivant (résultats en annexe 2).

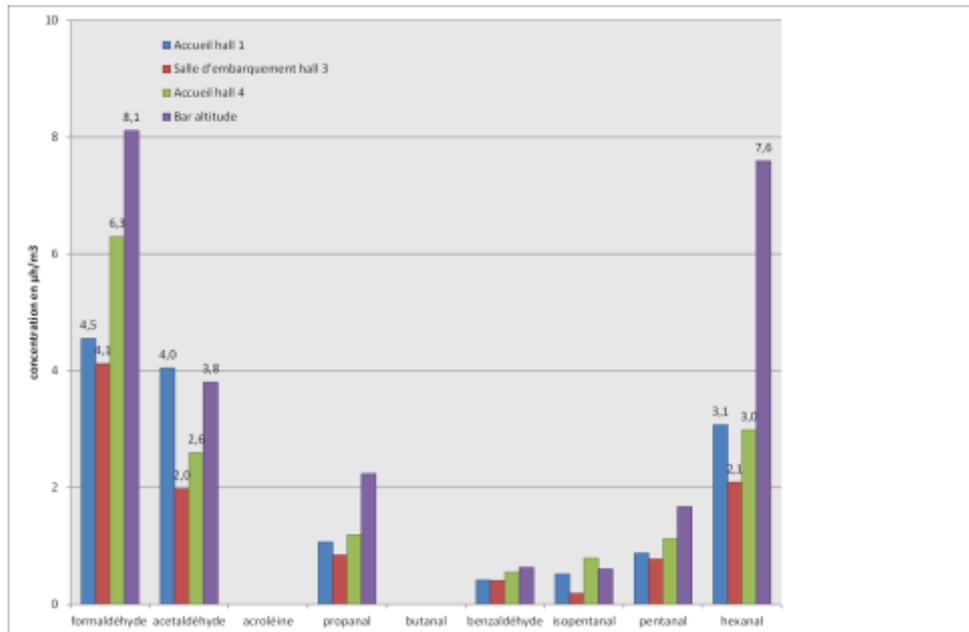


Figure 70 : concentrations moyennes en aldéhydes sur les 4 sites de l'aérogare en 2011

Comme les années précédentes, ce sont le formaldéhyde, l'hexanal et l'acétaldéhyde qui sont mesurés avec les plus grandes concentrations, majoritairement au niveau du bar altitude, puis à l'accueil du hall 1 et hall 4. La présence de nombreux services sur ces sites (points presse, restauration, bar, parfumeries – bar altitude) et les aménagements (moquettes au bar altitude, hall 3) sont à l'origine de ces niveaux d'aldéhydes plus importants. Pour les autres aldéhydes les concentrations sont inférieures à 2 µg/m³.

Dans la famille des aldéhydes, une attention particulière est portée au formaldéhyde, polluant classé prioritaire par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) qui a défini une valeur guide air intérieur pour ce polluant.

La figure 70 présente les concentrations moyennes en formaldéhyde pour les 2 périodes de mesure en 2011.

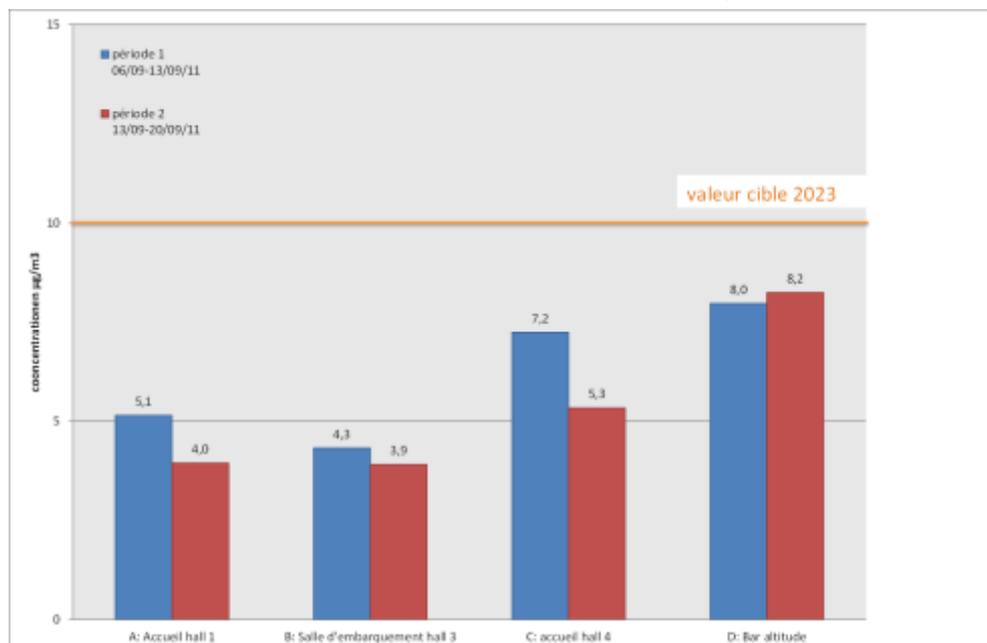


Figure 71: concentrations moyennes en formaldéhyde sur les 2 périodes de mesure en 2011

C'est au niveau du bar altitude que les plus fortes concentrations en formaldéhyde sont enregistrées, avec une légère augmentation en deuxième période de mesure. Cet espace est plus confiné que les autres sites et son aménagement (moquette au sol, point presse, parfumerie) permet d'expliquer ces niveaux plus importants. L'utilisation quotidienne de produits de nettoyage pour la moquette a pu aussi influencer le niveau de pollution en formaldéhyde. Au niveau de l'accueil du Hall 4, les niveaux plus importants en formaldéhyde peuvent avoir pour origine la présence de services (point presse, restauration, bar) et les aménagements en bois reconstitué (guichets, panneaux verticaux) potentiellement émetteurs en ce polluant. Les conditions climatiques de ce hall (chaudes et humides) sont favorables à l'émission des matériaux.

comparaison à la valeur cible air intérieur pour le formaldéhyde

En l'absence de valeurs réglementaires dans l'air intérieur pour le formaldéhyde, des valeurs guides de qualité d'air intérieur basées sur des critères sanitaires ont été proposées par l'Anses en 2007. Sur la base des valeurs de l'Anses, le Haut conseil en santé publique (HCSP) a défini des valeurs dites «de gestion» pour le formaldéhyde en 2009. La valeur guide pour une exposition long terme de 10 µg/m³ de l'Anses est devenue une valeur cible à atteindre en 2023.

En 2011, tous les niveaux moyens de formaldéhyde mesurés apparaissent en dessous de cette valeur cible de 10 µg/m³

comparaison aux études précédentes

Le graphique ci-dessous représente l'évolution des concentrations moyennes en formaldéhyde enregistrées lors des campagnes de mesure réalisées par Air Pays de la Loire depuis 2009.

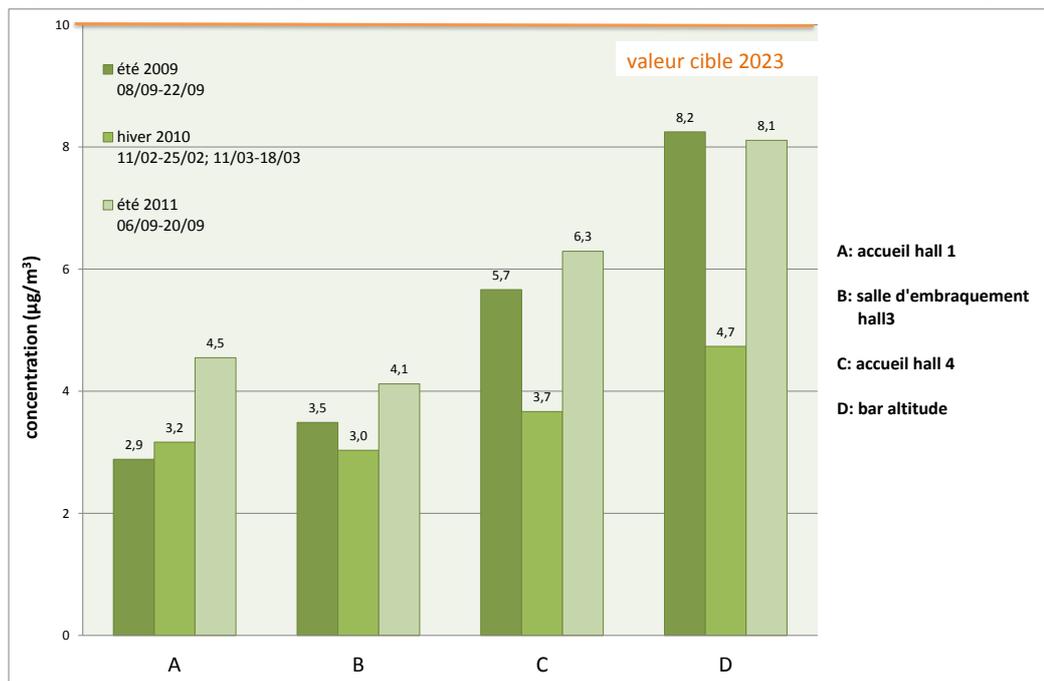


Figure 72 : concentrations moyennes en formaldéhyde enregistrées lors des campagnes de mesure depuis 2009

Les niveaux moyens en formaldéhyde sont plus élevés lors des campagnes estivales (été 2011 et 2009), en lien avec des émissions plus importantes de ce polluant lorsque les températures sont chaudes (études dans établissements scolaires) [24]. Les niveaux les plus importants sont mesurés au niveau du bar altitude et à l'accueil du hall 4, à l'image des campagnes précédentes.

comparaison avec d'autres études

Des campagnes de mesure en air intérieur ont été réalisées par différentes Associations de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) comme Air Pays de la Loire dans les environnements intérieurs, dont les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

| | Commentaires | Acé. | Acro. | Benzal. | Buty. | Formal. | Hexal. | Isoval. | Prop. | Valéral. |
|-------------------------------------|--|-------------------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Nantes Atlantique 2010 | 4 sites | 3,1 [2,0-4,3] | 0,0 | 0,5 [0,3-0,8] | 0,0 | 5,8 [3,9-8,2] | 3,9 [2,1-7,8] | 0,5 [0,2-1,3] | 1,3 [0,8-2,3] | 1,1 [0,8-1,7] |
| 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 9: concentrations moyennes [min-max] en aldéhydes mesurées en air intérieur d'études de référence

Les concentrations en aldéhydes dans l'aéroport Nantes-Atlantique sont dans la moyenne, voire inférieures aux autres environnements intérieurs répertoriés dans le tableau 9.

les BTEX résultats 2011

Les concentrations moyennes en BTEX enregistrés en 2011 sur les sites de mesure sont représentées sur le graphique suivant (résultats en annexe 2).

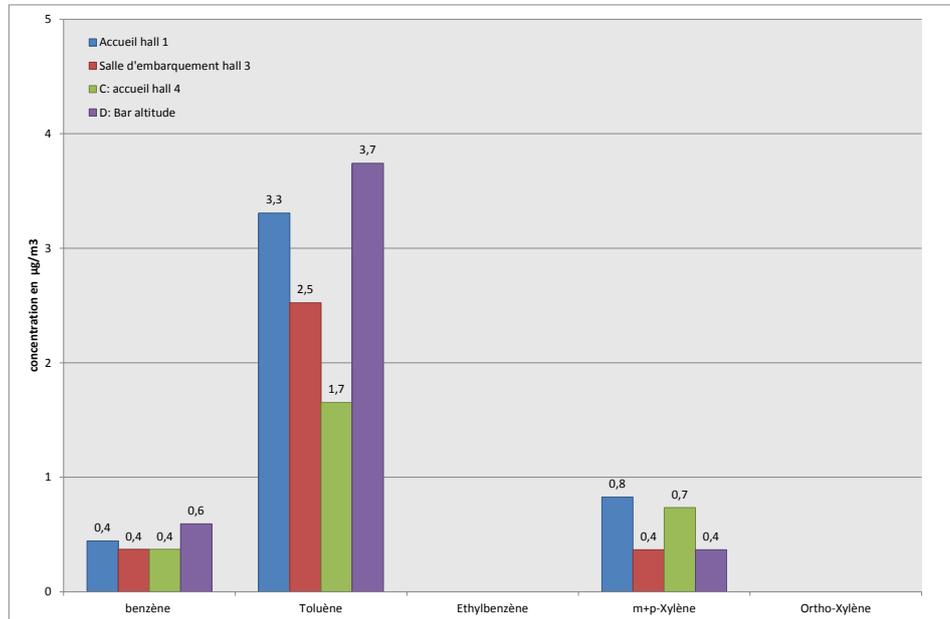


Figure 73: concentrations moyennes en BTEX sur les 4 sites de l'aérogare en 2011

Parmi les 3 polluants mesurés en 2011 (benzène, toluène et m,p xylène), c'est le toluène qui est mesuré avec les plus fortes concentrations (x3), en particulier au niveau de l'accueil du hall 1 et du bar altitude. Des sources intérieures émettant du toluène peuvent expliquer ces différences de concentrations (émission des espaces presse et colle des moquettes).

Classé comme polluant prioritaires par l'Anses, le benzène a essentiellement pour origine le trafic dans l'environnement de l'aérogare. Les concentrations moyennes en benzène mesurées en 2011 sont présentées ci-après (niveaux intérieurs comparés au niveau extérieur du parking 2 dont mesure sur 2 semaines).

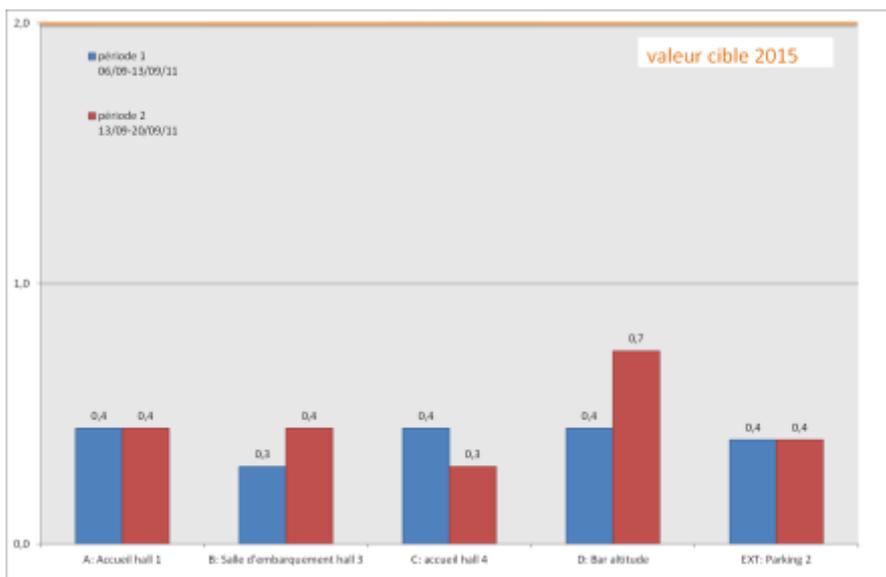


Figure 74: concentrations moyennes en benzène mesurées en air intérieur sur les 4 sites de l'aérogare et au niveau du parking 2 extérieur

Les niveaux de benzène mesurés à l'intérieur de l'aérogare sont très faibles et apparaissent homogènes quel que soit le site de mesure. Une comparaison avec la concentration mesurée en extérieur au niveau du parking 2 indique des niveaux comparables, en lien avec un possible transfert de la pollution extérieure dans le bâtiment.

Le tableau 10 présente les concentrations moyennes, minimales et maximales mesurées en air extérieur et en air intérieur dans l'environnement de l'aéroport.

| | Sites au sein de la plateforme aéroportuaire (6 sites) | Sites de fond (10 sites) | Air intérieur (4 sites) |
|----------------|--|--------------------------|-------------------------|
| Moyenne | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| min | 0,4 | 0,5 | 0,5 |
| max | 1,0 | 0,8 | 0,8 |

Tableau 10: concentrations moyennes externe et interne en benzène durant la campagne de mesure 2011

Les concentrations moyennes mesurées à l'intérieur de l'aérogare sont du même ordre de grandeur que celles mesurées en air extérieur au sein de la plateforme aéroportuaire et des sites de fond.

Ces niveaux comparables laissent penser qu'il existe un transfert de ce polluant vers l'intérieur de l'aérogare et une absence de sources internes significatives.

comparaison à la valeur cible air intérieur

L'Anses a proposé par une Valeur guide air intérieur (VGAI) de 10 µg/m³, pour une exposition long terme en 2008. Sur cette base, le Haut conseil en santé publique (HCSP) a défini des valeurs dites «de gestion» pour le benzène en 2010. Une valeur cible de 2 µg/m³ à atteindre en 2015 a ainsi été définie.

Pour le benzène, la concentration moyenne en benzène sur tous les sites est inférieure à cette valeur cible de 2 µg/m³.

comparaison aux études précédentes

Une étude comparée des résultats pour le benzène peut être réalisée avec ceux enregistrés lors des campagnes de mesure de 2009 et 2010.

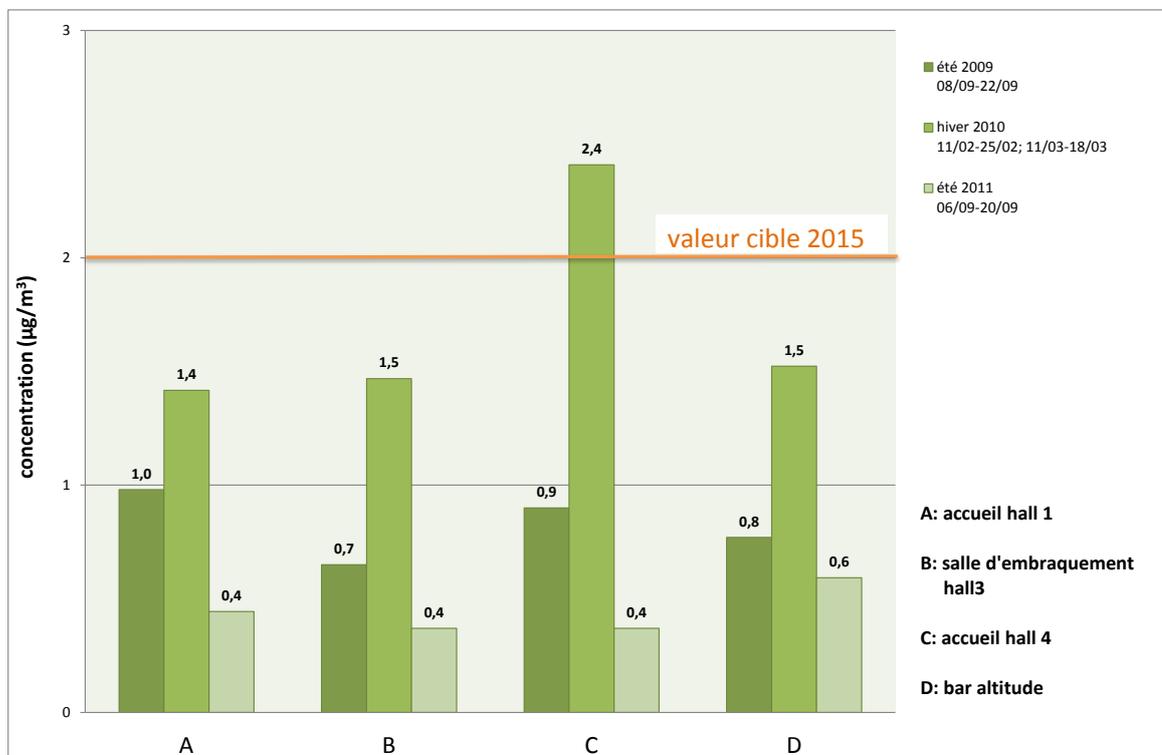


Figure 75: évolution des concentrations moyennes en benzène mesurées en air intérieur dans les 4 sites de l'aérogare depuis 2009

En 2011, une forte baisse des niveaux de benzène est enregistrées par rapport aux années précédentes (jusqu'à -83%). Les plus faibles niveaux émis en 2011 peuvent s'expliquer par le fait que les mesures ont été réalisées en saison estivale, où les émissions de benzène sont moins importantes qu'en hiver (campagne 2010).

La représentation des résultats de BTEX (figure 75) selon les sites et les années de mesure montre que le toluène représente le polluant mesuré avec les plus fortes concentrations depuis 2009.

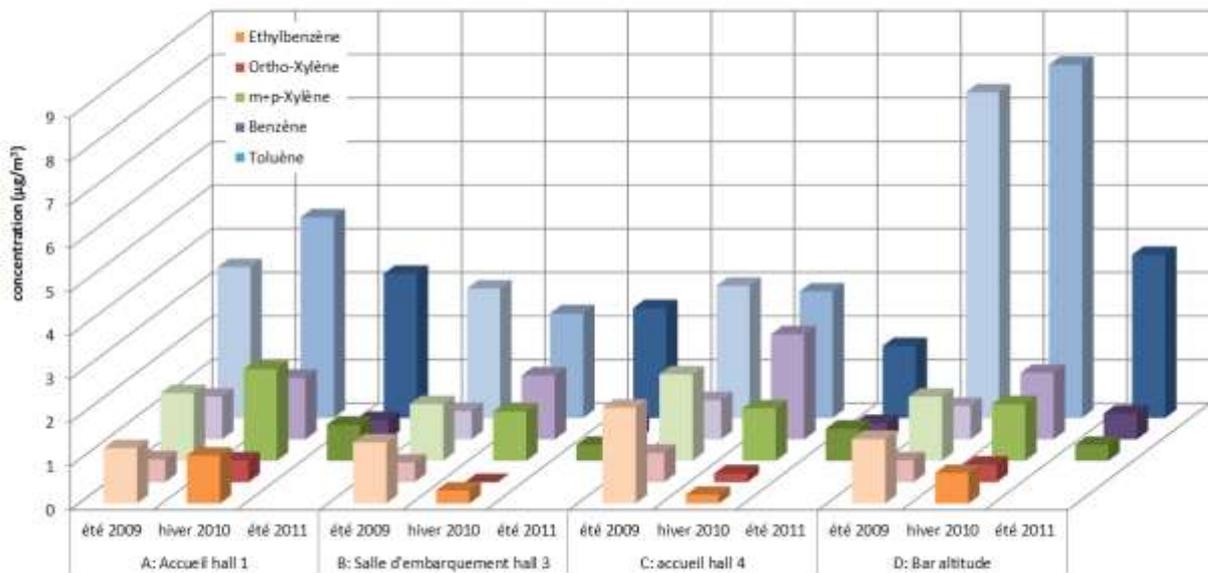


Figure 76: évolution des concentrations moyennes en BTEX mesurées en air intérieur dans les 4 sites de l'aérogare depuis 2009

Pour toutes les campagnes, les concentrations en toluène sont plus importantes et présentent des disparités selon les sites de mesure. Pour les 4 autres polluants analysés, les concentrations moyennes sont moins fortes ($< 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

C'est au niveau du «bar altitude» qu'une concentration plus forte en toluène est enregistrée puis à l'accueil du Hall 1. Cette observation peut être liée aux émissions des produits de décoration, de matériaux (moquette) et autres produits utilisés sur ces sites (colles, peintures, produits d'entretien).

La représentation graphique du ratio toluène/benzène (figure 76) sur les sites de mesures depuis 2009 permet de voir un ratio plus élevé (> 9) lors des mesures en été 2009 au niveau du bar altitude en lien avec des travaux de rénovation sur ce site réalisés quelques mois auparavant.

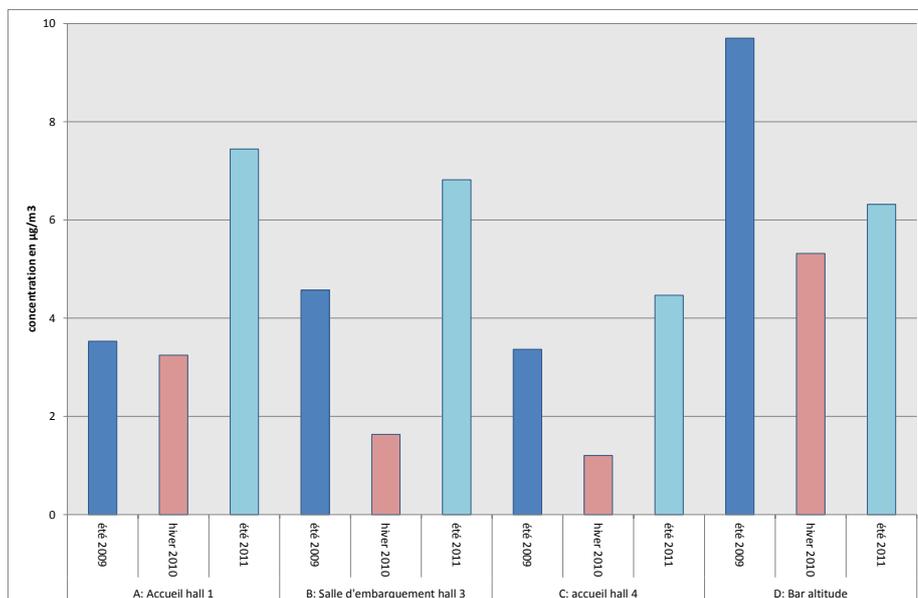


Figure 77: représentation du ratio toluène/benzène sur les sites de mesures depuis 2009

comparaison aux études de référence

Des résultats des campagnes de mesure de la qualité de l'air intérieur réalisées par les AASQA sont résumés dans le tableau ci-dessous.

| | Commentaires | Benzène | Toluène | Ethylbenzène | M+p xylène | o-xylène | styrène |
|-------------------------------------|---|------------------|---------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Nantes Atlantique 2011 | 4 sites | 0,4 [0,3-0,7] | 2,8 [1,0-6,4] | nd | 0,6 [0,4-,09] | nd | |
| 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 moyennes [min,max] en BTEX mesurées en air intérieur d'études de référence

La comparaison avec les mesures réalisées dans les autres environnements intérieurs met en évidence :

- des niveaux en benzène mesurés en 2011 comparables aux niveaux mesurés lors des études dans les autres aéroports (hormis en 2010) et en dessous des valeurs mesurées dans les établissements scolaires et les logements
- des concentrations en toluène dans la moyenne des autres études mais plus faibles au regard des concentrations retrouvées à l'aéroport de Toulouse en 2001 et 2002.

conclusions et perspectives

évaluation de la qualité de l'air ambiant

La pollution moyenne sur la période d'étude mesurée dans les communes jouxtant la zone aéroportuaire Nantes-Atlantique est représentative de niveaux de fond urbain, tendant parfois même vers des niveaux de fond rural.

Si l'étude d'impact n'indique pas d'influence remarquable des émissions de la zone aéroportuaire sur les teneurs atmosphériques mesurées à proximité, celle de l'agglomération et de son boulevard périphérique est clairement mise en évidence, notamment pour le dioxyde d'azote et les particules PM₁₀.

L'étude confirme par ailleurs l'impact de l'activité de la zone aéroportuaire sur quatre sites : le parking voitures et les zones de stationnement avions face aux halls 3 et 4 pour le dioxyde d'azote, et la zone d'avitaillement en kérosène pour le benzène. Cette influence reste toutefois limitée à la plateforme.

Les seuils d'information et d'alerte n'ont fait l'objet d'aucun dépassement durant la période de mesure. Les niveaux moyens mesurés n'étant pas représentatifs des niveaux annuels, la comparaison aux seuils annuels n'a pas été réalisée.

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

Cette succession d'études alternant les saisons hivernales et estivales a finalement permis de mettre en évidence un effet de saisonnalité, les conditions météorologiques ayant à la fois un effet sur les émissions et la dispersion des polluants. La qualité de l'air intérieur étant partiellement liée aux paramètres extérieurs, ce phénomène se révèle également au travers des mesures réalisées dans l'aérogare.

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

Les concentrations moyennes en formaldéhyde et en benzène enregistrées lors de la campagne de mesure sont en dessous des valeurs cibles du Haut conseil en santé publique de cible de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ⁽²⁰²³⁾ pour le formaldéhyde et $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ⁽²⁰¹⁵⁾ pour le benzène.

Comme les années précédentes, il apparaît que les niveaux moyens en dioxyde d'azote (NO₂) mesurés en air intérieur sont plus importants que ceux de l'air extérieur. La réalisation de la campagne de mesure en période estivale implique des émissions moins importantes en NO₂. Une direction des vents favorable à la dispersion des polluants a aussi influencé ces niveaux plus faibles.

Concernant les composés organiques volatils, une augmentation des niveaux des aldéhydes a été enregistrée en 2011 en lien avec une plus forte émissivité de ces polluants en période estivale.

A l'inverse, des faibles niveaux en benzène ont été enregistrés lors de la campagne de 2011 du fait d'émissions moins importante en été.

C'est au niveau du bar altitude que les plus fortes concentrations en COV sont enregistrées: Cet espace est plus confiné que les autres sites et son aménagement particulier permet d'expliquer ces niveaux plus importants (moquette au sol, point presse, restauration, parfumeries).

Les plus fortes concentrations en COV sont ensuite mesurées au sein des accueils du hall 1 et 4, du fait de la présence de nombreux services sur ces sites (restauration, bar, points presse), émetteurs potentiels de COV dans l'environnement de l'aérogare.

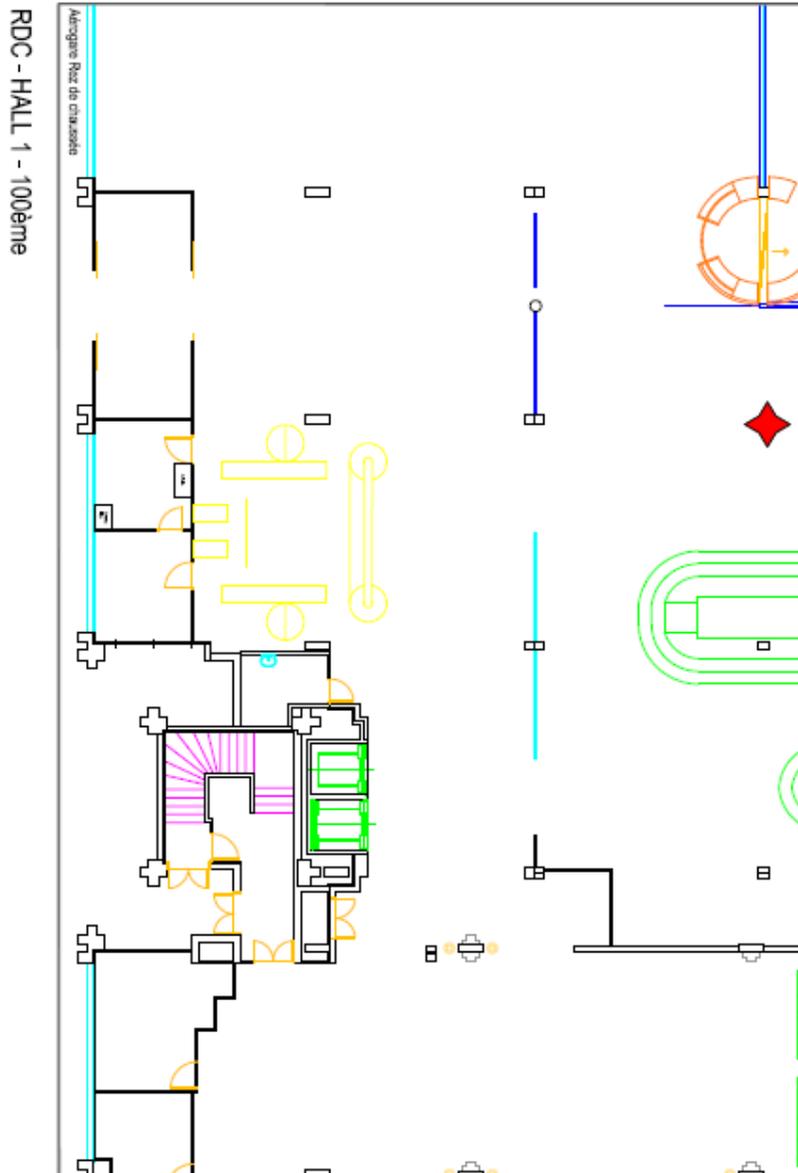
Leurs concentrations moyennes sont dans la moyenne, voire plus faibles que celles relevées dans d'autres environnements intérieurs d'aérogares

annexes

- annexe 1 : localisation des sites de mesure à l'intérieur de l'aérogare
- annexe 2 : résultats des mesures par tubes à diffusion passive
- 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 2011
- annexe 8 : valeurs de référence de l'air intérieur 2011

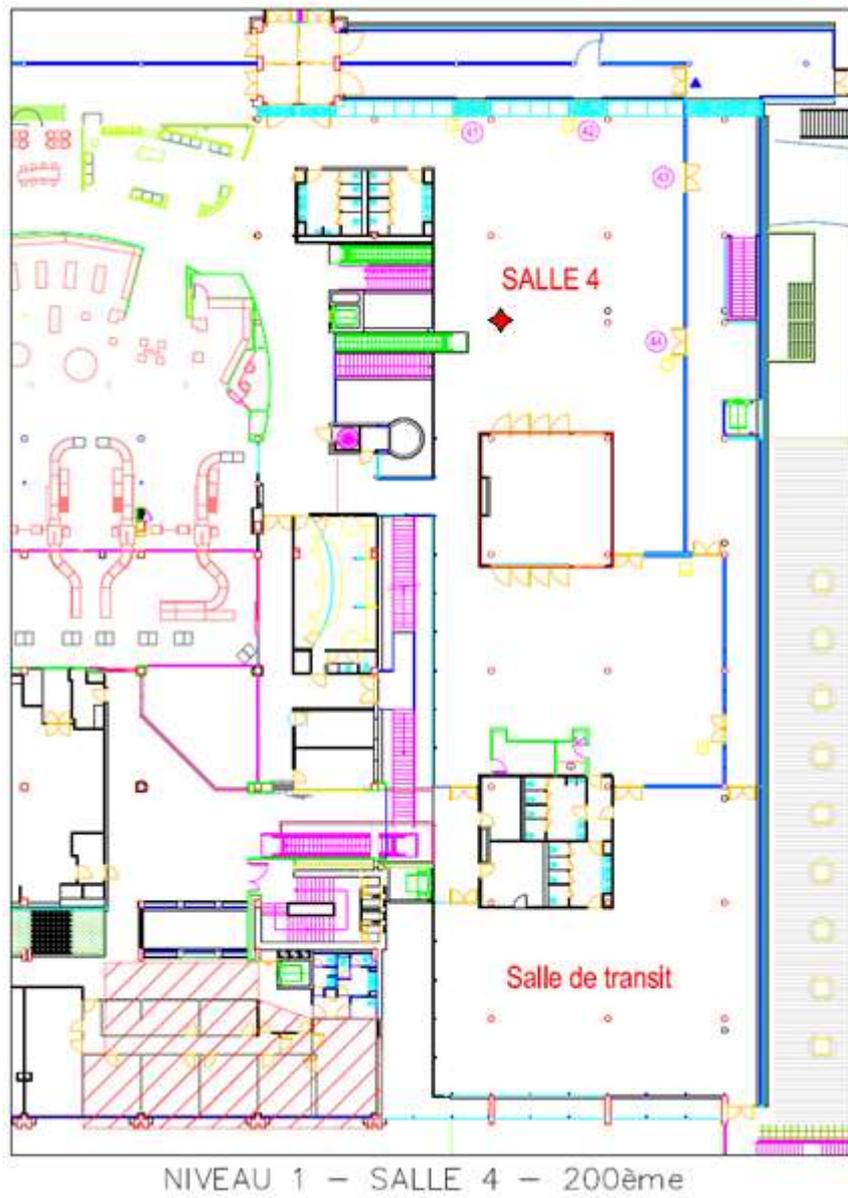
annexe 1 : localisation des sites de mesure à l'intérieur de l'aérogare

Les sites de mesure sont positionnés à l'aide du symbole rouge.



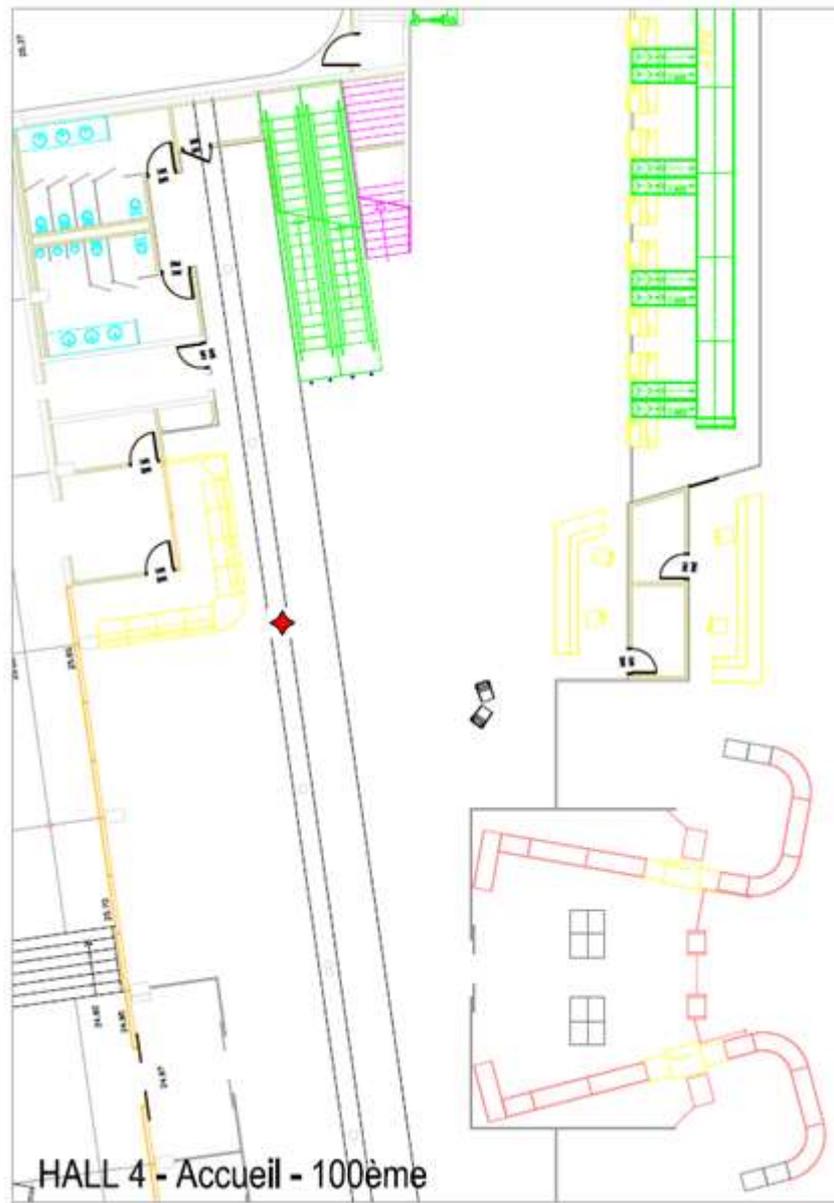
Localisation de l'accueil hall 1 (site A)



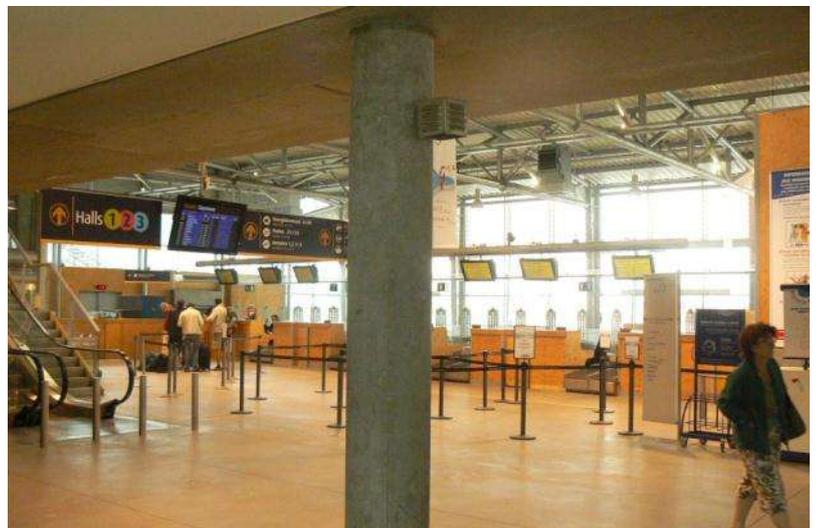


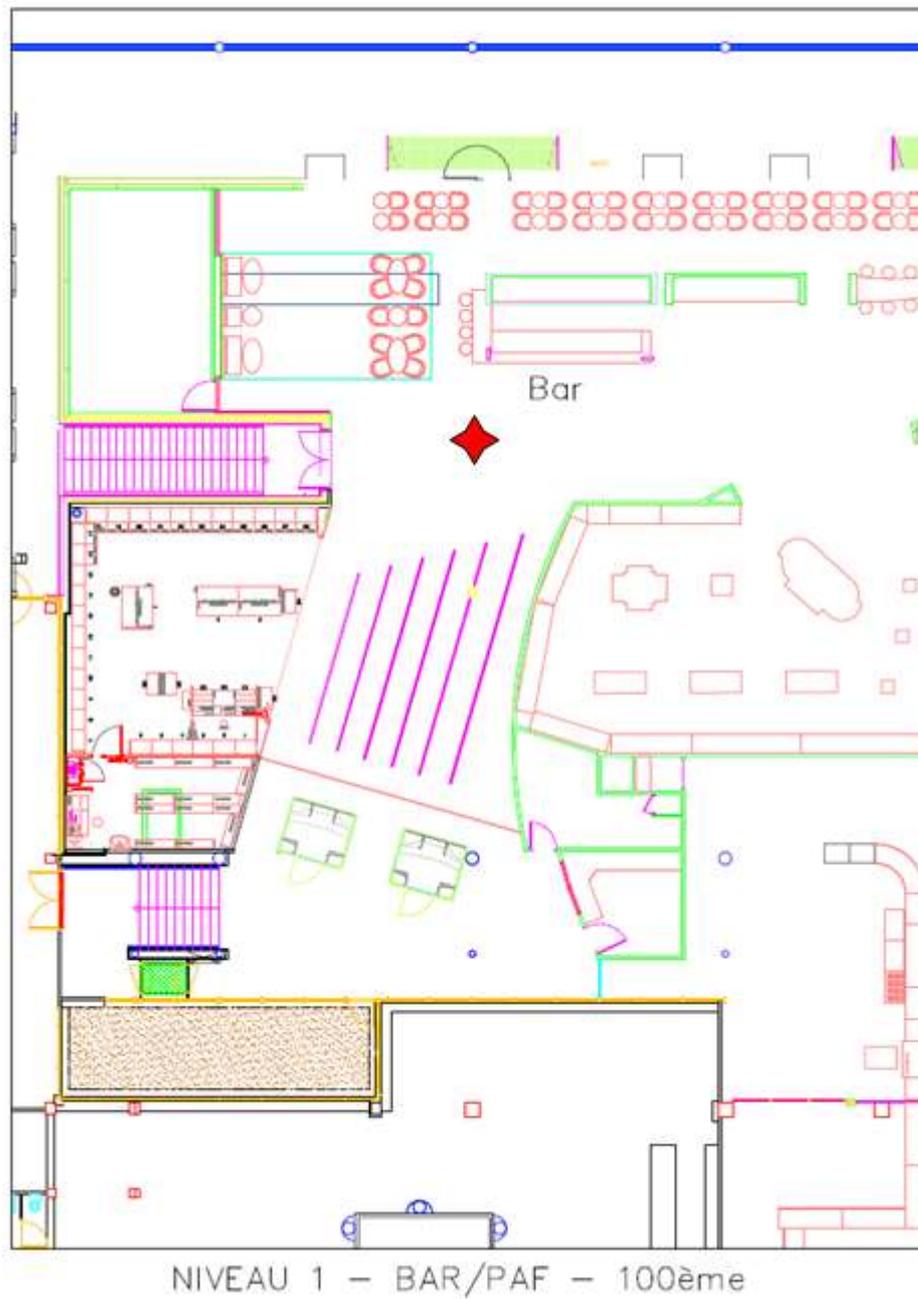
Localisation de la salle
d'embarquement hall 3 (site B)





Localisation de l'accueil hall 4 (site C)





Localisation du bar altitude (site D)



annexe 2 : résultats des mesures par tubes à diffusion passive

dioxyde d'azote : air extérieur

| site | début | fin | NO2 (µg/m3) |
|----------------------------|------------------|------------------|-------------|
| n°1: Musse | 06/09/2011 14:25 | 20/09/2011 14:13 | 11,5 |
| n°2: Louis Rossel | 06/09/2011 14:30 | 20/09/2011 14:20 | 21,2 |
| n°3 parachutistes | 06/09/2011 14:35 | 20/09/2011 14:30 | 8,9 |
| n°4 : Ecosbuts | 06/09/2011 14:40 | 20/09/2011 14:40 | 12,4 |
| n°5 : Ecurie du grand lac | 06/09/2011 14:50 | 20/09/2011 14:50 | 6,2 |
| n°6 : Bauches | 06/09/2011 15:00 | 20/09/2011 15:00 | 10,1 |
| n°7 : Pinier | 06/09/2011 15:10 | 20/09/2011 15:10 | 6,6 |
| n°8 : Gauchaux | 06/09/2011 15:20 | 20/09/2011 15:20 | 10,2 |
| n°9 : Cendrie | 06/09/2011 15:30 | 20/09/2011 15:30 | 10,7 |
| n°10 : Ranjonnière | 06/09/2011 14:15 | 20/09/2011 14:00 | 10,9 |
| n°15 : NATL Piste Nord | 06/09/2011 10:55 | 20/09/2011 10:00 | 10,4 |
| n°12 : NATL Avitaillement | 06/09/2011 10:45 | 20/09/2011 10:30 | 15,1 |
| n°14 : NATL Embarquement 4 | 06/09/2011 11:10 | 20/09/2011 10:45 | 38,1 |
| n°13 : NATL Embarquement 3 | 06/09/2011 11:00 | 20/09/2011 10:55 | 32,8 |
| n°11 : NATL Piste Sud | 06/09/2011 10:20 | 20/09/2011 10:10 | 13,4 |
| n°16 : NATL Parking 2 | 06/09/2011 13:40 | 20/09/2011 15:40 | 32,0 |
| n°1: Musse | 20/09/2011 14:13 | 04/10/2011 13:05 | 31,2 |
| n°2: Louis Rossel | 20/09/2011 14:20 | 04/10/2011 13:15 | 56,5 |
| n°3 parachutistes | 20/09/2011 14:30 | 04/10/2011 13:30 | 19,8 |
| n°4 : Ecosbuts | 20/09/2011 14:40 | 04/10/2011 13:45 | 18,9 |
| n°5 : Ecurie du grand lac | 20/09/2011 14:50 | 04/10/2011 14:00 | 21,3 |
| n°6 : Bauches | 20/09/2011 15:00 | 04/10/2011 14:15 | 15,3 |
| n°7 : Pinier | 20/09/2011 15:10 | 04/10/2011 14:30 | 29,0 |
| n°8 : Gauchaux | 20/09/2011 15:20 | 04/10/2011 14:45 | 19,6 |
| n°9 : Cendrie | 20/09/2011 15:30 | 04/10/2011 15:00 | 31,3 |
| n°10 : Ranjonnière | 20/09/2011 14:00 | 04/10/2011 11:30 | 18,9 |
| n°15 : NATL Piste Nord | 20/09/2011 10:00 | 04/10/2011 10:00 | 32,7 |
| n°12 : NATL Avitaillement | 20/09/2011 10:30 | 04/10/2011 10:35 | 43,6 |
| n°14 : NATL Embarquement 4 | 20/09/2011 10:45 | 04/10/2011 11:05 | 52,9 |
| n°13 : NATL Embarquement 3 | 20/09/2011 10:55 | 04/10/2011 10:50 | 52,6 |
| n°11 : NATL Piste Sud | 20/09/2011 10:10 | 04/10/2011 10:25 | 20,4 |
| n°16 : NATL Parking 2 | 20/09/2011 15:40 | 04/10/2011 11:20 | 54,6 |

dioxyde d'azote : air intérieur

| site | début | fin | NO2 (µg/m3) |
|--------------------------|------------------|------------------|-------------|
| A: NATL Accès 1 | 06/09/2011 14:00 | 13/09/2011 15:30 | 56,4 |
| B: NATL Attente 3 | 06/09/2011 11:15 | 13/09/2011 14:45 | 43,6 |
| C: NATL Enregistrement 4 | 06/09/2011 11:40 | 13/09/2011 15:10 | 35,3 |
| D: Zone réservée | 06/09/2011 11:25 | 13/09/2011 15:00 | 51,0 |
| A: NATL Accès 1 | 13/09/2011 15:30 | 20/09/2011 12:30 | 54,6 |
| B: NATL Attente 3 | 13/09/2011 14:45 | 20/09/2011 11:00 | 43,9 |
| C: NATL Enregistrement 4 | 13/09/2011 15:10 | 20/09/2011 11:30 | 36,7 |
| D: Zone réservée | 13/09/2011 15:00 | 20/09/2011 12:00 | 33,6 |

BTEX : air extérieur

| site | début | fin | Quantités en µg/m ³ | | | | |
|----------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|---------|--------------|------------|--------------|
| | | | Benzène | Toluène | Ethylbenzène | m+p-Xylène | Ortho-Xylène |
| n°1: Musse | 06/09/2011 14:25 | 20/09/2011 14:13 | 0,7 | 9,4 | ND | 0,4 | ND |
| n°2: Louis Rossel | 06/09/2011 14:30 | 20/09/2011 14:20 | 0,4 | 1,9 | ND | 0,6 | ND |
| n°3 parachutistes | 06/09/2011 14:35 | 20/09/2011 14:30 | 0,4 | 1,4 | ND | 0,4 | ND |
| n°4 : Ecosbuts | 06/09/2011 14:40 | 20/09/2011 14:40 | 0,4 | 1,7 | ND | 0,7 | ND |
| n°5 : Ecurie du grand lac | 06/09/2011 14:50 | 20/09/2011 14:50 | 0,4 | 2,4 | ND | 2,4 | ND |
| n°6 : Bauches | 06/09/2011 15:00 | 20/09/2011 15:00 | 0,3 | 3,3 | ND | 0,4 | ND |
| n°7 : Pinier | 06/09/2011 15:10 | 20/09/2011 15:10 | 0,4 | 7,3 | ND | 0,6 | ND |
| n°8 : Gauchaux | 06/09/2011 15:20 | 20/09/2011 15:20 | ND | 3,0 | ND | ND | ND |
| n°9 : Cendrie | 06/09/2011 15:30 | 20/09/2011 15:30 | 0,4 | 3,8 | ND | 0,6 | ND |
| n°10 : Ranjonnière | 06/09/2011 14:15 | 20/09/2011 14:00 | 0,3 | 2,4 | ND | 0,6 | ND |
| n°15 : NATL Piste Nord | 06/09/2011 10:55 | 20/09/2011 10:00 | 0,3 | 1,7 | ND | ND | ND |
| n°12 : NATL Avitaillement | 06/09/2011 10:45 | 20/09/2011 10:30 | 0,7 | 6,3 | 1,0 | 2,4 | 0,9 |
| n°14 : NATL Embarquement 4 | 06/09/2011 11:10 | 20/09/2011 10:45 | 0,6 | 3,0 | ND | 0,7 | ND |
| n°13 : NATL Embarquement 3 | 06/09/2011 11:00 | 20/09/2011 10:55 | 0,4 | 3,3 | ND | 0,9 | ND |
| n°11 : NATL Piste Sud | 06/09/2011 10:20 | 20/09/2011 10:10 | 0,4 | 2,4 | ND | ND | ND |
| n°16 : NATL Parking 2 | 06/09/2011 13:40 | 20/09/2011 15:40 | 0,4 | 3,3 | ND | 0,7 | ND |
| n°1: Musse | 20/09/2011 14:13 | 04/10/2011 13:05 | 0,9 | 6,4 | 0,4 | 2,2 | 0,7 |
| n°2: Louis Rossel | 20/09/2011 14:20 | 04/10/2011 13:15 | 0,9 | 7,3 | 0,5 | 2,2 | 0,9 |
| n°3 parachutistes | 20/09/2011 14:30 | 04/10/2011 13:30 | 0,7 | 6,6 | 0,3 | 1,5 | 0,6 |
| n°4 : Ecosbuts | 20/09/2011 14:40 | 04/10/2011 13:45 | 0,6 | 6,4 | 0,4 | 2,6 | 0,9 |
| n°5 : Ecurie du grand lac | 20/09/2011 14:50 | 04/10/2011 14:00 | 0,7 | 6,8 | 0,3 | 1,7 | 0,6 |
| n°6 : Bauches | 20/09/2011 15:00 | 04/10/2011 14:15 | 0,7 | 4,0 | 0,3 | 1,7 | 0,6 |
| n°7 : Pinier | 20/09/2011 15:10 | 04/10/2011 14:30 | 0,7 | 6,1 | 0,3 | 1,8 | 0,7 |
| n°8 : Gauchaux | 20/09/2011 15:20 | 04/10/2011 14:45 | 0,6 | 4,0 | 0,3 | 1,7 | 0,6 |
| n°9 : Cendrie | 20/09/2011 15:30 | 04/10/2011 15:00 | 0,7 | 6,4 | 1,6 | 3,9 | 1,1 |
| n°10 : Ranjonnière | 20/09/2011 14:00 | 04/10/2011 11:30 | 0,9 | 3,7 | 0,3 | 1,7 | 0,6 |
| n°15 : NATL Piste Nord | 20/09/2011 10:00 | 04/10/2011 10:00 | 0,7 | 4,9 | 0,3 | 2,0 | 0,6 |
| n°12 : NATL Avitaillement | 20/09/2011 10:30 | 04/10/2011 10:35 | 1,3 | 8,0 | 0,7 | 3,3 | 1,3 |
| n°14 : NATL Embarquement 4 | 20/09/2011 10:45 | 04/10/2011 11:05 | 0,4 | 2,1 | ND | 0,6 | ND |
| n°13 : NATL Embarquement 3 | 20/09/2011 10:55 | 04/10/2011 10:50 | 0,6 | 4,7 | 0,3 | 1,7 | 0,7 |
| n°11 : NATL Piste Sud | 20/09/2011 10:10 | 04/10/2011 10:25 | 0,4 | 1,7 | ND | ND | ND |
| n°16 : NATL Parking 2 | 20/09/2011 15:40 | 04/10/2011 11:20 | 0,9 | 7,3 | 0,5 | 2,8 | 1,1 |

BTEX : air intérieur

| site | début | fin | Quantités en µg/m ³ | | | | |
|--------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|---------|--------------|------------|--------------|
| | | | Benzène | Toluène | Ethylbenzène | m+p-Xylène | Ortho-Xylène |
| A: NATL Accès 1 | 06/09/2011 14:00 | 13/09/2011 15:15 | 0,4 | 4,9 | ND | 0,9 | ND |
| B: NATL Attente 3 | 06/09/2011 11:15 | 13/09/2011 14:40 | 0,3 | 3,7 | ND | 0,4 | ND |
| C: NATL Enregistrement 4 | 06/09/2011 11:40 | 13/09/2011 15:05 | 0,4 | 2,1 | ND | ND | ND |
| D: Zone réservée | 06/09/2011 11:25 | 13/09/2011 14:55 | 0,4 | 1,0 | ND | ND | ND |
| A: NATL Accès 1 | 13/09/2011 15:15 | 20/09/2011 12:30 | 0,4 | 1,7 | ND | 0,7 | ND |
| B: NATL Attente 3 | 13/09/2011 14:40 | 20/09/2011 11:00 | 0,4 | 1,4 | ND | 0,4 | ND |
| C: NATL Enregistrement 4 | 13/09/2011 15:05 | 20/09/2011 11:30 | 0,3 | 1,2 | ND | 0,7 | ND |
| D: Zone réservée | 13/09/2011 14:55 | 20/09/2011 12:00 | 0,7 | 6,4 | ND | 0,4 | ND |

aldéhydes : air intérieur

| site | début | fin | formaldéhyde 06/09- 13/09/11 | acetaldéhyde | acroléine | propanal | butanal | benzaldéhyde | isopentanal | pentanal | hexanal |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------------------------|--------------|-----------|----------|---------|--------------|-------------|----------|---------|
| A: NATL Accès 1 | 06/09/2011 14:00 | 13/09/2011 15:20 | 5,1 | 4,3 | < 0.1 | 1,1 | < 0.4 | 0,5 | 0,3 | 0,9 | 3,2 |
| B: NATL Attente 3 | 06/09/2011 11:15 | 13/09/2011 14:50 | 4,3 | 2,0 | < 0.1 | 0,8 | < 0.4 | 0,5 | 0,2 | 0,8 | 2,1 |
| C: NATL Enregistrement 4 | 06/09/2011 11:40 | 13/09/2011 15:10 | 7,2 | 2,7 | < 0.1 | 0,8 | < 0.4 | 0,8 | 0,2 | 1,0 | 2,7 |
| D: Zone réservée | 06/09/2011 11:25 | 13/09/2011 15:00 | 8,0 | 3,5 | < 0.1 | 2,3 | < 0.4 | 0,7 | 0,6 | 1,7 | 7,8 |
| A: NATL Accès 1 | 13/09/2011 15:20 | 20/09/2011 12:30 | 4,0 | 3,8 | < 0.1 | 1,0 | < 0.4 | 0,3 | 0,7 | 0,9 | 2,9 |
| B: NATL Attente 3 | 13/09/2011 14:50 | 20/09/2011 11:00 | 3,9 | 2,0 | < 0.1 | 0,9 | < 0.4 | 0,3 | 0,2 | 0,7 | 2,1 |
| C: NATL Enregistrement 4 | 13/09/2011 15:10 | 20/09/2011 11:30 | 5,3 | 2,5 | < 0.1 | 1,6 | < 0.4 | 0,3 | 1,3 | 1,2 | 3,2 |
| D: Zone réservée | 13/09/2011 15:00 | 20/09/2011 12:00 | 8,2 | 4,1 | < 0.1 | 2,2 | < 0.4 | 0,5 | 0,7 | 1,7 | 7,3 |

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, du Développement Durable, des Transports et du Logement pour surveiller la qualité de l'air de la région des Pays de la Loire. Air Pays de la Loire regroupe de manière équilibrée l'ensemble des acteurs de la qualité de l'air : services de l'État et établissements publics, collectivités territoriales, industriels et associations et personnalités qualifiées.

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

surveiller pour savoir et comprendre



l'air de la région sous haute surveillance

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

mesurer où et quand c'est nécessaire

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

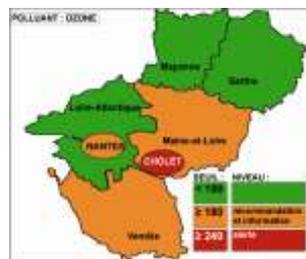
la fiabilité des mesures garantie

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



simuler et cartographier la pollution

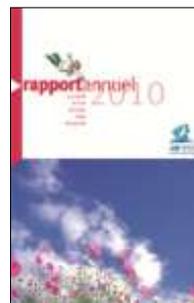
Pour évaluer la pollution dans les secteurs non mesurés, Air Pays de la Loire utilise des logiciels de modélisation. Ces logiciels simulent la répartition de la pollution dans le temps et l'espace et permettent d'obtenir une cartographie de la qualité de l'air. La modélisation permet par ailleurs d'estimer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



prévoir la qualité de l'air

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

informer pour prévenir



pics de pollution : une vigilance permanente

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

sur Internet : tous les résultats, tous les dossiers

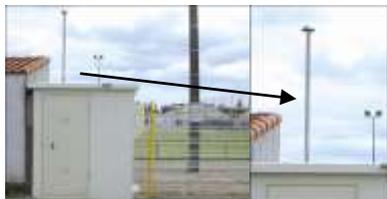
Le site Internet www.airpl.org donne accès à de très nombreuses informations sur la qualité de l'air des Pays de la Loire. Elles sont actualisées toutes les heures. On y trouve les cartes de pollution et de vigilance, les communiqués d'alerte, les indices de la qualité de l'air (Atmo, IQA), les mesures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

des publications largement diffusées

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

annexe 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 PM₁₀ ou PM_{2,5}, monoxyde de carbone, BTX. Ces stations sont reliées au poste central d'Air Pays de la Loire où les données sont traitées et servent le cas échéant à activer les procédures d'information et d'alerte.



les laboratoires mobiles

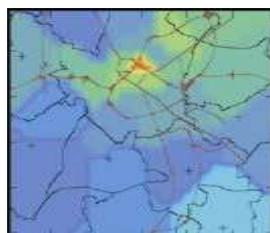
La région des Pays de la Loire est dotée de deux laboratoires mobiles de surveillance de la qualité de l'air. Ces systèmes, équipés d'analyseurs spécifiques (NO_x, SO₂, O₃, PM₁₀, CO) comme les sites fixes, permettent d'établir un diagnostic de la qualité de l'air dans des secteurs non couverts par le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



les tubes à diffusion passive

Ces systèmes sont le plus souvent utilisés pour la mesure des "nouveaux polluants" (métaux lourds, pesticides et HAP) avec un prélèvement à la journée ou à la semaine. À la différence des analyseurs spécifiques, l'analyse est réalisée en différé en laboratoire.

modélisation

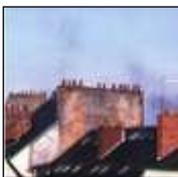


les systèmes d'interpolation

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.

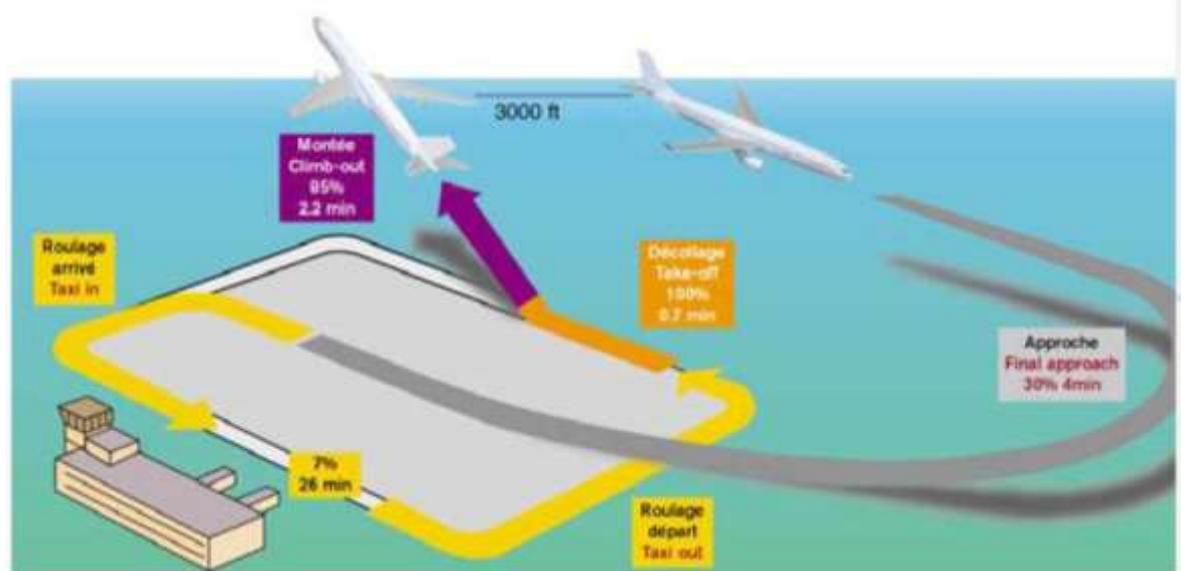


Figure 78 : cycle LTO [2]

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'antigelage 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 plateforme (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 plateforme) ou au sein même de la plateforme 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 2009 ainsi que leur évolution par rapport à l'année 1990.

Source CITEPA / format SECTEN - Avril 2011 Sector_Transport_MT-d.xls

| | Les transports | | | Routier | | | Ferroviaire | | Maritime ^(a) | | Aérien | | Fluvial ^(a) | |
|---------------------------------------|----------------|---------------------------------|------|---------|-----------------------------------|------|-------------|------|-------------------------|------|--------|------|------------------------|------|
| | 2009 | % par rapport au total national | Δ% | 2009 | % par rapport au total transports | Δ% | 2009 | Δ% | 2009 | Δ% | 2009 | Δ% | 2009 | Δ% |
| SO ₂ (kt) | 9 | 2,6 | -94 | 0,8 | 9 | -99 | 0,00 | -100 | 6,5 | -43 | 0,8 | 29 | 0,8 | -67 |
| NOx (kt) | 671 | 56 | -44 | 598 | 89 | -47 | 6,8 | -50 | 21 | -32 | 10 | 49 | 34 | 76 |
| CO (kt) | 871 | 19 | -86 | 745 | 85 | -88 | 1,8 | -50 | 2,8 | -32 | 8,3 | -21 | 114 | 44 |
| COVNM (kt) | 161 | 17 | -85 | 126 | 79 | -88 | 0,8 | -50 | 1,0 | -32 | 1,4 | -56 | 31 | 23 |
| CO ₂ (Mt) ^(b) | 125 | 33 | 7 | 117 | 94 | 8 | 0,5 | -50 | 1,1 | -32 | 3,5 | 0 | 2,7 | 77 |
| N ₂ O (kt) | 4,8 | 2,3 | 53 | 4,6 | 96 | 56 | 0,01 | -50 | 0,02 | -32 | 0,1 | 0 | 0,1 | 88 |
| HFC (kt CO ₂ e) | 4 167 | 28 | - | 3 099 | 74 | - | 15 | - | 7 | - | 1 046 | - | 0,0 | - |
| Pb (t) | 6,8 | 7,0 | -100 | 0 | 0 | -100 | 0 | - | 0,01 | -100 | 6,8 | -23 | 0 | -100 |
| Cu (t) | 144 | 87 | 25 | 86 | 60 | 27 | 57 | 22 | 0,02 | -35 | 0 | - | 0,3 | 65 |
| HAP ^(c) (t) | 5,1 | 27 | 1238 | 4,8 | 95 | - | 0,03 | -59 | 0,06 | - | 0 | -100 | 0,1 | 68 |
| HCB (kg) | 8,3 | 56 | 146 | 8,2 | 99 | 150 | 0,01 | -50 | 0,03 | -32 | 0 | - | 0,1 | 92 |
| TSP (kt) ^(d) | 104 | 9 | -14 | 93 | 90 | -14 | 5,3 | -29 | 1,4 | -34 | 0,8 | 11 | 3,3 | 73 |
| PM ₁₀ (kt) ^(d) | 52 | 11 | -33 | 44 | 85 | -36 | 2,9 | -30 | 1,3 | -34 | 0,6 | 13 | 3,1 | 73 |
| PM _{2,5} (kt) ^(d) | 36 | 13 | -41 | 30 | 83 | -45 | 1,5 | -40 | 1,3 | -34 | 0,4 | 15 | 2,8 | 66 |
| PM ₁₀ (kt) | 28 | 18 | -44 | 24 | 85 | -48 | 0 | - | 1,2 | -34 | 0,3 | 18 | 2,8 | 73 |

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

(a) CO₂, N₂O 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 maritimes internationales, les émissions de la phase croisière (> 1000 m) des trafics aériens domestique et international.

(b) émissions CO₂ hors UTCF

(c) L'usure des routes, des pneus et des freins est prise en compte en plus de l'échappement pour les particules (sauf PM₁₀).

(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 79 : 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 pour tous les polluants à l'exception du dioxyde de soufre et du plomb.

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 (SO₂), les oxydes d'azote (NO_x), les poussières fines (PM₁₀), le monoxyde de carbone (CO), l'ozone (O₃) et les composés organiques volatils (COV).

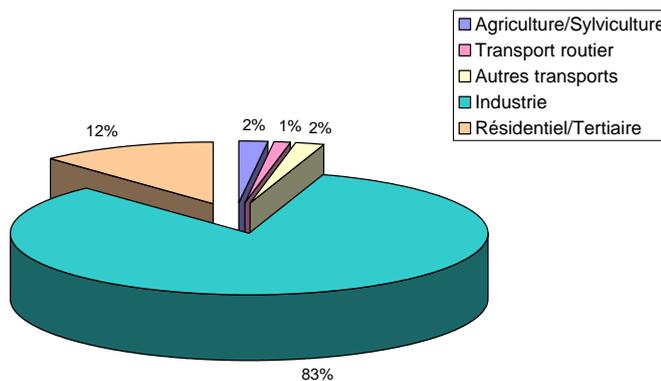
Le dioxyde de soufre

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 SO₂ 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 SO₂ par secteur



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

Au niveau d'un aéroport, le SO₂ est issu de l'oxydation du soufre contenu dans le **kérosène** et de la **centrale thermique** [5].

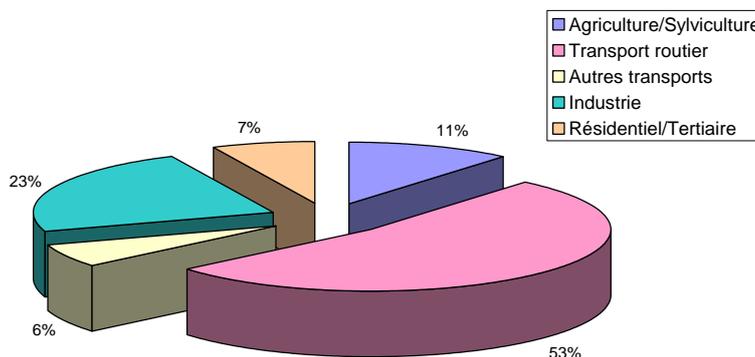
les oxydes d'azote

Les NO_x comprennent essentiellement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). 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 NO₂ est issu de l'oxydation du NO.

En France, de 1995 à 2007, les émissions en NO_x ont diminué de 24 %.

Le transport routier est le premier secteur émetteur de NO_x 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_x par secteur



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

Au niveau d'un aéroport, les NO_x 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_x sont majoritaires lors des phases nécessitant de fortes poussées (**décollage et montée**) [2, 4].

air intérieur

La présence des NO_x dans les bâtiments est due à des sources externes (foyers pour l'industrie et le chauffage, trafic automobile) ou internes telles que les appareils fonctionnant au gaz (chaudières) et dans une moindre mesure la fumée de cigarette.

les poussières fines PM10

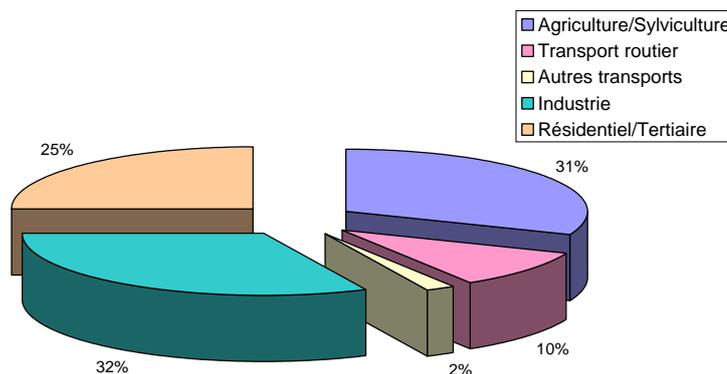
Les combustions incomplètes des combustibles fossiles (carburants, chaudières ou procédés industriels) sont à l'origine des émissions de particules.

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



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

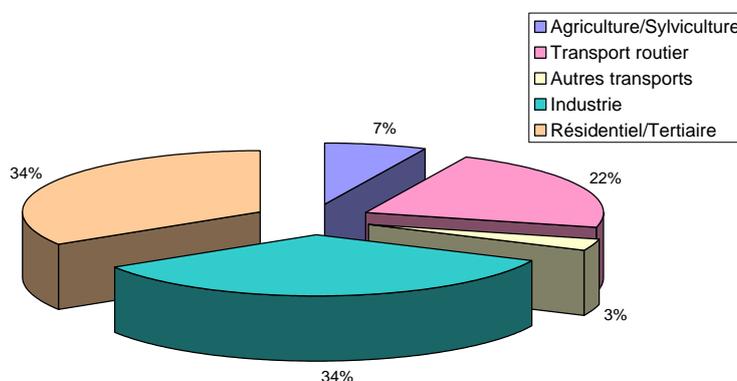
Au niveau d'un aéroport, les particules PM10 sont libérées par la **combustion incomplète du kérosène** [5]. L'inventaire des émissions réalisé par l'ASPA, sur la plateforme aéroportuaire de Strasbourg-Entzheim, a montré que les émissions, hors aéronefs, de PM10 proviennent majoritairement de l'utilisation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



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)

air extérieur

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 10⁵ 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.

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.

air intérieur

Les COV sont largement utilisés dans la fabrication de nombreux produits, matériaux d'aménagement et de décoration : peinture, vernis, colles, nettoyeurs, bois agglomérés, moquettes, tissus neufs,... Ils sont également émis par le tabagisme et par les activités d'entretien et de bricolage (tableau 1 et 2).

| Sources des aldéhydes | |
|-----------------------|--|
| formaldéhyde | produits 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 |
| 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 |
| isobutanal | Photocopieurs |
| isopentanal | Parquets traités, panneaux de particules |
| 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 |
| éthylbenzène | Carburants, cires |

Tableau 13 : sources de BTEX [8]

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 2011

| TYPE DE SEUIL (µg/m³) | DONNÉE DE BASE | POLLUANT | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|---|--|-------------------|---------------------------|--------------------|-------|---------|---------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| | | Ozone | Dioxyde d'azote | Oxydes d'azote | Poussières (PM10) | Poussières (PM2.5) | Plomb | Benzène | Monoxyde de carbone | Dioxyde de soufre | Arsenic | Cadmium | Nickel | Benzo(a)pyrène |
| décret 2010-1250 du 21/10/2010 | | | | | | | | | | | | | | |
| valeurs limites | moyenne annuelle | - | 40 | 30 ⁽¹⁾ | 40 | 28 ⁽²⁾ | 0,5 | 5 | - | 20 ⁽³⁾ | - | - | - | - |
| | moyenne hivernale | - | - | - | - | - | - | - | - | 20 ⁽⁴⁾ | - | - | - | - |
| | moyenne journalière | - | - | - | 50 ⁽⁵⁾ | - | - | - | - | 125 ⁽⁶⁾ | - | - | - | - |
| | moyenne 8-horaire maximale du jour | - | - | - | - | - | - | - | 10 000 | - | - | - | - | - |
| | moyenne horaire | - | 200 ⁽⁷⁾ | - | - | - | - | - | - | 350 ⁽⁸⁾ | - | - | - | - |
| seuils d'alerte | moyenne horaire | 240 ⁽⁹⁾ 1 ^{er} seuil : 240 ⁽⁸⁾ 2 ^{ème} seuil : 300 ⁽⁸⁾ 3 ^{ème} seuil : 360 | 400 ⁽⁸⁾ 200 ⁽⁹⁾ | - | - | - | - | - | - | 500 ⁽⁸⁾ | - | - | - | - |
| | moyenne 24-horaire | - | - | - | 125 80 ⁽¹⁰⁾ | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| seuils de recommandation et d'information | moyenne horaire | 180 | 200 | - | - | - | - | - | - | 300 | - | - | - | - |
| | moyenne 24-horaire | - | - | - | 80 50 ⁽¹¹⁾ | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| objectifs de qualité | moyenne annuelle | - | 40 | - | 30 | 10 | 0,25 | 2 | - | 50 | - | - | - | - |
| | moyenne journalière | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | moyenne 8-horaire maximale du jour | 120 ⁽¹²⁾ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | moyenne horaire | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | AOT 40 | 6000 ⁽¹³⁾ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| valeurs cibles | AOT 40 | 18 000 ⁽¹⁴⁾ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | moyenne annuelle | - | - | - | - | 20 | - | - | - | - | 0,006 ⁽¹⁵⁾ | 0,005 ⁽¹⁵⁾ | 0,02 ⁽¹⁵⁾ | 0,001 ⁽¹⁵⁾ |
| | moyenne 8-horaire maximale du jour | 120 ⁽¹⁴⁾ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

- (1) pour la protection de la végétation
- (2) valeur intégrant la marge de tolérance applicable en 2011 : 3 (valeur applicable à compter du 01/01/2015 : 25)
- (3) à ne pas dépasser plus de 35j par an (percentile 90,4 annuel)
- (4) à ne pas dépasser plus de 3j par an (percentile 99,2 annuel)
- (5) à ne pas dépasser plus de 18h par an (percentile 99,8 annuel)
- (6) à ne pas dépasser plus de 24h par an (percentile 99,7 annuel)
- (7) pour une protection sanitaire pour toute la population, en moyenne horaire
- (8) dépassé pendant 3h consécutives

- (9) si la procédure de recommandation et d'information a été déclenchée la veille et le jour même et que les prévisions font craindre un nouveau risque de déclenchement pour le lendemain
- (10) opérationnel à partir de la mise en application de l'arrêté prévu en octobre 2011
- (11) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, calculé sur une année civile
- (12) calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet
- (13) en moyenne sur 5 ans, calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet
- (14) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, à ne pas dépasser plus de 25 j par an en moyenne sur 3 ans
- (15) à compter du 31 décembre 2012

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

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

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

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

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

Remarquons que le seuil d'information va être abaissé à 50 µg/m³ et que ce niveau a été atteint lors de la campagne hiver 2010. Cette diminution aura pour effet d'augmenter les risques de déclenchement de procédure d'information dans le futur.

annexe 8 : valeurs de référence de l'air intérieur 2011

| | | |
|-------|--------------|---|
| ANSES | Formaldéhyde | <p>VGAI court terme</p> <ul style="list-style-type: none"> • 50 $\mu\text{g.m}^{-3}$: pour une exposition de 2 heures <p>VGAI long terme</p> <ul style="list-style-type: none"> • 30 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour une exposition supérieure à un an |
| | Benzène | <p>VGAI long terme</p> <ul style="list-style-type: none"> • 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour les effets chroniques non cancérigènes pour une durée d'exposition supérieure à un an. • 2 $\mu\text{g.m}^{-3}$: valeur pour les effets chroniques cancérigènes et une durée d'exposition vie entière, correspondant à un excès de risque de 10^{-5}. • 0,2 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour les effets chroniques cancérigènes et une durée d'exposition vie entière, correspondant à un excès de risque de 10^{-6}. <p>VGAI intermédiaire</p> <ul style="list-style-type: none"> • 20 $\mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne sur un an pour les effets hématologiques non cancérigènes et afin de prendre en compte des effets cumulatifs du benzène (8 heures). <p>VGAI court terme</p> <ul style="list-style-type: none"> • 30 $\mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne sur 14 jours pour les effets hématologiques non cancérigènes et afin de prendre en compte des effets cumulatifs du benzène. |
| HCSP | Formaldéhyde | <ul style="list-style-type: none"> • Valeurs de gestion • 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$: valeur cible à atteindre en 2023 pour une exposition de longue durée • 30 $\mu\text{g.m}^{-3}$: valeur cible à atteindre en 2015 pour une exposition de longue durée |
| | Benzène | <ul style="list-style-type: none"> • Valeurs de gestion • 2 $\mu\text{g.m}^{-3}$: valeur cible à atteindre en 2016 pour une exposition de longue durée • 5 $\mu\text{g.m}^{-3}$: valeur cible à atteindre en 2013 pour une exposition de longue durée • |
| OMS | Toluène | <ul style="list-style-type: none"> • Valeur Guide (OMS) : • 260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (moyenne sur une semaine). |
| | Particules | <ul style="list-style-type: none"> • Valeurs de gestion (OMS) : • $\text{PM}_{2,5}$: 25 $\mu\text{g.m}^{-3}$ sur 24 heures, 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$ sur le long terme • PM_{10} : 50 $\mu\text{g.m}^{-3}$ sur 24 heures, 20 $\mu\text{g.m}^{-3}$ sur le long terme |

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 connaîtra également une décroissance linéaire afin d'atteindre également à terme la VGAI de l'Afsset. (10 $\mu\text{g.m}^{-3}$)

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, avril 2011
- [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 plateforme aéroportuaire de Strasbourg-Entzheim (hors aéronefs)*, rapport de synthèse, 2003
- [8] Observatoire de la qualité de l'air intérieur, www.air-interieur.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 septembre 2008-juillet 2009, janvier 2010
- [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
- [19] <http://www.aeroport.fr/les-aeroports-de-l-uaf/stats-nantes-atlantique.php>
- [20] Air Pays de la Loire, *Evaluation de la qualité de l'air dans l'environnement de l'aéroport Nantes-Atlantique – campagne 2010*, juin 2010
- [21] Air Pays de la Loire, *Cartographies de la qualité de l'air sur l'agglomération de Nantes pour l'année 2010* – novembre 2011
- [22] Air Pays de la Loire, Rapport annuel 2010, juin 2011.
- [23] Projet d'arrêté du 20 juin 2011 relatif au déclenchement des procédures préfectorales lors d'épisodes de pollution de l'air ambiant et au document simplifié d'information mentionné à l'article R. 222-13-1 du code de l'environnement, Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement.
- [24] Air Pays de la Loire, évaluation de la qualité de l'air intérieur dans deux établissements scolaires nantais-septembre 2008- juillet 2009-rapport final, janvier 2010.

abréviations

| | |
|-------------------------------|--|
| Aasqa | Association agréée de surveillance de la qualité de l'air |
| BTEX | benzène, toluène, éthylbenzène, xylènes |
| C ₆ H ₆ | 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 ₂ | dioxyde d'azote |
| NOx | oxydes d'azote (= dioxyde d'azote + monoxyde d'azote) |
| O ₃ | ozone |
| OMS | Organisation mondiale de la santé |
| PM ₁₀ | particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm |
| SO ₂ | dioxyde de soufre |
| TU | temps universel |

définitions

| | |
|--------------------------|--|
| année civile | période allant du 1er janvier au 31 décembre |
| AOT ₄₀ | somme des différences entre les moyennes horaires supérieures à 80 µg/m ³ et 80 µg/m ³ , 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'AOT₄₀, 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

