

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

campagne été 2013

février 2014



sommaire

synthèse	1
introduction	7
la réglementation.....	8
le dispositif mis en œuvre	9
présentation de la plateforme aéroportuaire	9
les objectifs de la campagne de mesure.....	9
mesures des polluants par analyseurs automatiques.....	10
mesure des polluants par tubes à diffusion passive.....	12
périodes de mesure	14
les résultats	15
représentativité de la période de mesure	16
résultats : air ambiant.....	19
résultats : air intérieur.....	43
conclusions et perspectives	54
annexes	55
annexe 1 : localisation des sites de mesure à l'intérieur de l'aérogare	56
annexe 2 : résultats des mesures par tubes à diffusion passive.....	60
annexe 3 : Air Pays de la Loire.....	62
annexe 4 : techniques d'évaluation.....	63
annexe 5 : types des sites de mesure.....	64
annexe 6 : les polluants mesurés.....	65
annexe 7 : seuils de qualité de l'air extérieur 2013	70
annexe 8 : valeurs de référence de l'air intérieur 2013	71
bibliographie	72
glossaire	73
abréviations	73
définitions	74
précisions sur les calculs statistiques.....	74

contributions

Coordination de l'étude : Alexandre Algoët et Florence Guillou, Rédaction : Alexandre Algoët, Cartographie : Frédéric Penven, Exploitation statistique : Alexandre Algoët et Frédéric Penven, Mise en page : Bérangère Poussin, Exploitation du matériel de mesure : Arnaud Tricoire, Crédit photographies : Aéroports du Grand Ouest-Vinci Airports, Arnaud Tricoire, Validation : François Ducroz et Arnaud Rebours.

conditions de diffusion

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

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

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

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

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

synthèse

Dans le cadre de leur démarche environnementale, la société Aéroports du Grand Ouest a souhaité poursuivre les campagnes de mesure visant à apprécier la qualité de l'air au sein et aux abords de la plateforme aéroportuaire de Nantes-Atlantique.

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 et les BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes) sont par ailleurs suivis.

La présente campagne réalisée majoritairement durant la saison estivale, du **3 septembre au 1^{er} octobre 2013**, s'inscrit dans le prolongement d'une succession d'études initiées en 2002 par Air Pays de la Loire.

objectifs ➤ apprécier la qualité de l'air extérieur et intérieur en période estivale

Les objectifs de surveillance poursuivis sont :

- la caractérisation de la répartition spatiale des polluants autour et au sein de l'environnement de la plateforme aéroportuaire ;
- l'évaluation de la qualité de l'air intérieur dans l'aérogare ;
- l'observation de la variabilité saisonnière par une mise en perspective de cette étude au regard des précédentes.

moyens ➤ deux méthodes de mesures complémentaires pendant un mois

mesures des polluants par analyseurs automatiques

Du 3 septembre au 1^{er} octobre 2013, 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 sud de la piste, Route de la Bretagne à Saint-Aignan de Grand Lieu. Il s'agit d'un nouveau site de mesure, instrumenté à la demande d'AGO pour appréhender finement la qualité de l'air au sud de la plateforme, les précédentes études étant réalisées dans le prolongement nord de la piste, sur le site dit de la « Ferme de la Ranjonnière ».

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 17 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 2013 est identique à celui des études réalisées de 2009 à 2012, avec une mesure supplémentaire Route de la Bretagne, à l'emplacement des mesures automatiques.

Localisation des tubes à diffusion passive



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

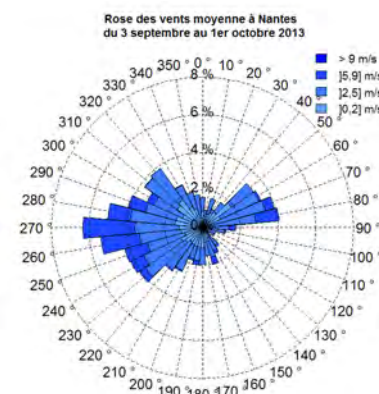
Les mêmes sites de mesure qu'en 2011 et 2012 (accueils du hall 1, salle d'embarquement du hall 3, zone d'enregistrement du hall 4 et Café News) ont été instrumentés de tubes à diffusion passive durant 2 périodes de mesure de 7 jours : du 17 au 24 septembre, puis du 24 septembre au 1^{er} octobre 2013.

résultats

air ambiant : situation météorologique

La rose des vents pour la période du 3 septembre au 1^{er} octobre 2013, 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 Route de la Bretagne 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 (16,6°C), elles ont été dépassées à la fin de la période de mesure (moyenne de 19°C du 24 septembre au 1^{er} octobre 2013).



Température moyenne : 17,2°C

des niveaux de pollution plus faibles qu'à la normale au mois de septembre 2013

Les niveaux de dioxyde d'azote, particules fines PM10 et ozone mesurés dans l'agglomération de Nantes en septembre 2013 sont inférieurs à ceux mesurés en moyenne au mois de septembre de 2002 à 2012, l'écart relatif variant entre 2,6% pour l'ozone et 25,4% pour les particules fines PM10. Les concentrations de dioxyde de soufre sont, quant à elles, négligeables.

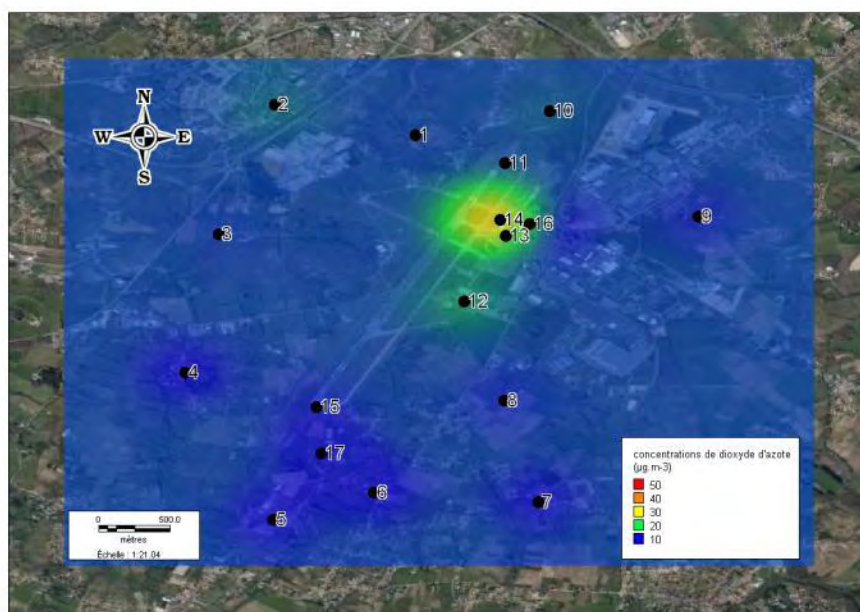
Le mois de septembre 2013 se caractérise donc par des niveaux de pollution plus faibles qu'à la normale.

un impact en baisse des activités aéroportuaires pour le dioxyde d'azote, et limité au périmètre 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 sont comparables, voire inférieurs, aux niveaux enregistrés dans l'agglomération nantaise durant cette même période et ils demeurent légèrement plus élevés que les niveaux enregistrés en milieu rural.

Au sein de la plateforme aéroportuaire, pour le dioxyde d'azote, le constat établi lors des précédentes études se trouve confirmé : parmi les 6 sites dits « situés au sein de la plateforme », 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, bien que le phénomène soit moins marqué pour la zone d'avitaillement. En moyenne, les concentrations sur ces derniers sites (20,2 µg/m³) sont près de deux fois supérieures à celles relevées sur les sites de fond localisés à l'extérieur de la plateforme (11,3 µg/m³). 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.

Néanmoins, on observe une diminution moyenne de 25% des concentrations en dioxyde d'azote au niveau des zones de stationnement avions, et de 40% au niveau du parking voiture n°1, par rapport aux campagnes de mesures précédentes réalisées en période estivale. Cette évolution est en partie liée à deux phénomènes principaux : une pollution générale, en septembre 2013, inférieure à la normale et l'arrêt temporaire de la circulation automobile sur la voie de «dépose minute», pour expliquer l'évolution des concentrations au niveau du parking.



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

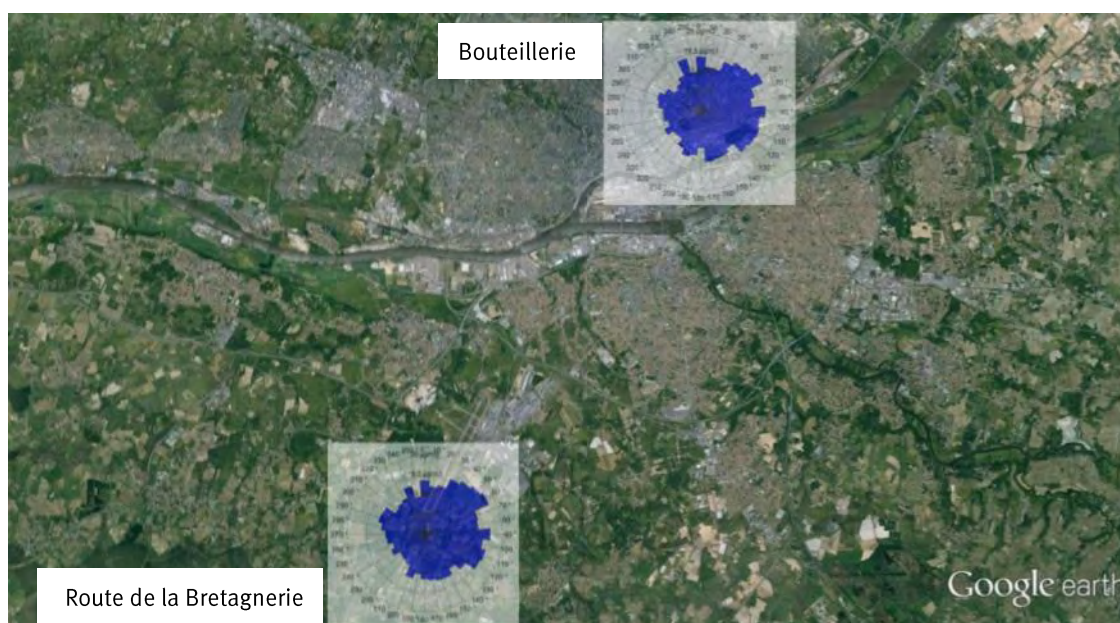
influence prédominante de l'agglomération nantaise sur les concentrations de polluants mesurées

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



Rose des concentrations moyennes en dioxyde d'azote pour la station de mesure Epinettes et les mesures automatiques réalisées Route de la Bretagne du 3 septembre au 1^{er} octobre 2013

En comparant les roses des concentrations moyennes en dioxyde d'azote au niveau de la station de mesures Epinettes (mesures réalisées de juillet 2001 à juin 2003) et route de la Bretagne, on observe une élévation des concentrations par vents de secteur nord-est. Sachant qu'il n'existe pas de plateforme aéroportuaire entre le site de mesure Epinettes et l'agglomération nantaise, les niveaux plus élevés mesurés par vents de Nord Est sur ces deux sites sont essentiellement dus à l'influence de l'agglomération nantaise et non de l'aéroport. Cela est confirmé par les niveaux faibles, mesurés par tubes à diffusion passive dans les communes environnantes de la plateforme aéroportuaire, et comparables aux niveaux enregistrés dans l'agglomération nantaise.



Rose des concentrations moyennes en particules fines PM₁₀ pour la station de mesures cimetière de la Bouteillerie et les mesures automatiques réalisées Route de la Bretagne du 3 septembre au 1^{er} octobre 2013

Les mêmes observations sont réalisées dans le cas des concentrations mesurées en particules fines PM₁₀. Sur le site permanent du cimetière de la Bouteillerie ainsi que sur le site de la route de la Bretagne, la rose de pollution montre des niveaux en particules fines PM₁₀ plus élevés par vents de secteurs nord-est, pour la même période, démontrant une influence prédominante de l'agglomération nantaise sur les niveaux mesurés.

des niveaux mesurés qui respectent globalement la réglementation

Les seuils de recommandation et d'information, ainsi que les seuils d'alerte, n'ont fait l'objet d'aucun dépassement durant la période de mesure, du 3 septembre au 1^{er} octobre 2013.

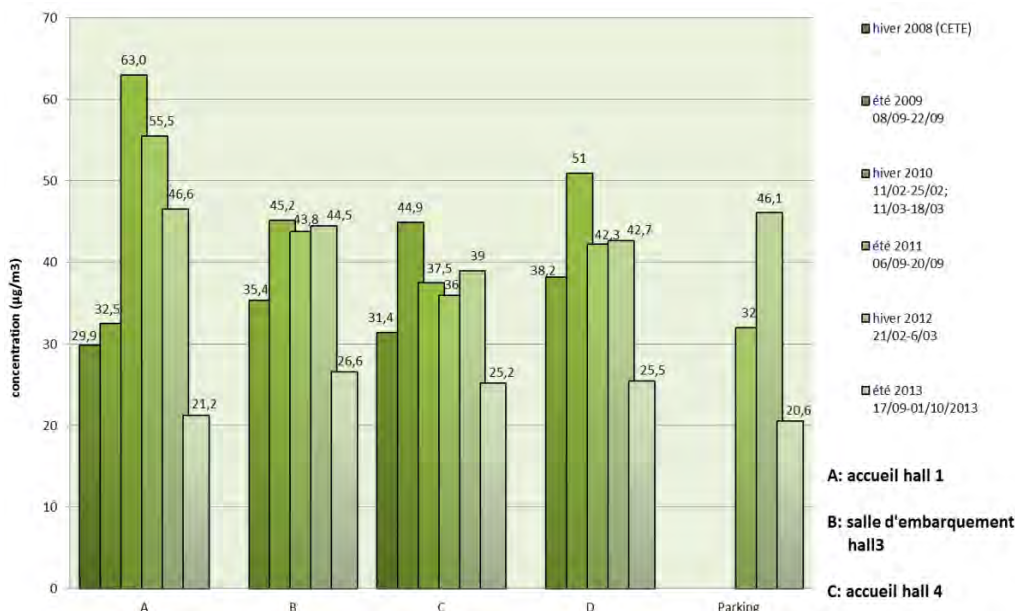
Pour le dioxyde d'azote NO₂, la moyenne horaire la plus élevée enregistrée sur le site de la Route de la Bretagne a atteint 55 µg/m³ (un quart du seuil d'information, fixé à 200 µg/m³). Pour les particules fines PM₁₀, le maximum atteint 34 µg/m³ en moyenne 24-horaire (68% du seuil d'information, fixé à 50 µg/m³).

Les valeurs limites et objectifs de qualité sont définis par des éléments statistiques calculés sur l'année civile. Une comparaison stricte avec les concentrations mesurées durant un mois n'est alors pas possible. Toutefois une évaluation des risques de dépassement peut être établie par comparaison avec les sites fixes. On peut alors raisonnablement penser que les niveaux en dioxyde d'azote, particules fines PM₁₀, monoxyde de carbone, dioxyde de soufre et benzène mesurés à l'extérieur de la plateforme aéroportuaire ont de fortes chances de respecter les valeurs limites et objectifs de qualité. L'objectif de qualité pour l'ozone a été dépassé durant 2 journées dans l'agglomération nantaise et route de la Bretagne, en lien avec une pollution de grande échelle.

air intérieur :

un transfert atténué de la pollution extérieure en dioxyde d'azote vers l'air intérieur de l'aérogare

Les concentrations en dioxyde d'azote mesurées à l'intérieur de l'aérogare sont significativement supérieures à celles relevées au niveau des sites de fond localisés dans les communes avoisinantes. Comme les années précédentes, l'hypothèse de l'existence d'un transfert de la pollution extérieure vers l'intérieur de l'aérogare est confirmée mais de façon atténuée par rapport aux années précédentes.



Évolution des concentrations moyennes en dioxyde d'azote au niveau des investigués depuis 2008

En particulier, on observe par rapport aux étés précédents une diminution d'environ 50% de concentrations en dioxyde d'azote au niveau du Hall 1, qui ne s'explique pas uniquement par des niveaux généraux extérieurs plus faibles qu'à la normale, mais également par **l'arrêt de la circulation automobile sur la voie de «dépose minute», devant le Hall 1.**

Sur les autres sites intérieurs à l'aérogare, on observe également une diminution significative, résultant d'une qualité de l'air extérieure généralement plus favorable au mois de septembre 2013, et d'une amélioration de la qualité de l'air intérieur au niveau du Hall 1.

Par rapport à l'hiver 2012, les concentrations moyennes en dioxyde d'azote mesurées en 2013 sont moins importantes, avec une baisse de 35% (hall 4) à 55% (Hall 1). Les conditions météorologiques en 2013 ont été propices à la diminution des émissions d'oxydes d'azote et à leur dispersion dans l'air, confirmé par la baisse de 55% des niveaux de dioxyde d'azote au niveau du parking extérieur.

des niveaux d'aldéhydes qui respectent la valeur guide

En 2013, tous les niveaux moyens de formaldéhyde mesurés apparaissent en dessous de la valeur guide de 30 µg/m³ à atteindre à compter du 1^{er} janvier 2015.

Les concentrations moyennes en formaldéhyde enregistrées au sein de l'aérogare sont plus élevées par rapport aux campagnes de mesures menées depuis 2009, avec une augmentation de 38% (Hall 4) à 47% (Hall 1) par rapport à l'hiver 2012. Cette variation des niveaux moyens s'explique par la saisonnalité des mesures, la période estivale favorisant les émissions en air intérieur. D'une manière générale, les niveaux de formaldéhyde sont 39% plus élevés que les mesures réalisées lors des précédentes campagnes de mesure en saison estivale.

Les plus fortes concentrations en formaldéhyde sont enregistrées au niveau du Café News en lien avec un confinement plus important que les autres sites de mesure et un aménagement spécifique (moquette, presse, parfumerie).

des niveaux de benzène faibles

En 2013, tous les niveaux moyens en benzène mesurés apparaissent inférieurs d'un facteur 5 à la valeur guide de 5 µg/m³, à atteindre à compter du 1^{er} janvier 2013.

Les niveaux de benzène enregistrés sur les sites de mesure sont inférieurs à ceux mesurés en 2012. Ces plus faibles concentrations sont liées à des émissions de benzène moins importantes en été.

conclusions et perspectives

évaluation de la qualité de l'air ambiant

Dans les communes jouxtant la zone aéroportuaire Nantes-Atlantique, la pollution moyenne mesurée au cours du mois de septembre 2013 est représentative de niveaux de fond urbain, tendant parfois même vers des niveaux de fond rural pour les sites les plus éloignés de l'agglomération nantaise et de son boulevard périphérique. Sur le site de la route de la Bretagne, les seuils d'informations n'ont pas été dépassés et les risques de dépassements des valeurs limites et objectifs de qualité demeurent très faibles. L'influence des activités de l'aéroport sur les niveaux enregistrés est négligeable devant les émissions de l'agglomération nantaise.

Au sein de la plateforme aéroportuaire, cette étude confirme l'impact de l'activité de la zone aéroportuaire, impact limité à la plateforme, notamment au niveau du parking voitures et des 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, mais de façon atténuée par rapport aux étés précédents. En septembre 2013, l'arrêt de la circulation automobile sur la voie de «dépose minute», a permis de diminuer significativement les concentrations en dioxyde d'azote au niveau du parking voitures. Cette voie sera à nouveau ouverte à la circulation, mais limitée aux taxis et véhicules autorisés uniquement. Enfin, les mouvements de décollage et atterrissage des avions n'ont pas d'impact sur les teneurs mesurées en bout de piste.

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

Les concentrations moyennes en benzène enregistrées lors de la campagne de mesure de 2013 sont en dessous de la valeur guide $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ⁽²⁰¹³⁾. Concernant le formaldéhyde, les concentrations moyennes enregistrées sont en dessous de la valeur guide de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ⁽²⁰¹⁵⁾.

Concernant le dioxyde d'azote, on observe une diminution d'environ 50% de concentrations au niveau du Hall 1, qui s'explique par une qualité de l'air extérieur plus favorable et l'arrêt de la circulation automobile sur la voie de «dépose minute».

Comme les campagnes de mesure précédentes, il apparaît que les niveaux moyens en dioxyde d'azote (NO_2) mesurés en air intérieur sont plus importants que ceux de l'air extérieur (parking 2, à proximité), excepté pour le hall 1 où l'arrêt de la circulation automobile à proximité a provoqué une baisse des niveaux enregistrés, entraînant une exposition moindre aux transferts de pollution en provenance des parkings de stationnement, par rapport aux années précédentes.

Les risques de dépassements de la valeur guide NO_2 , parue en 2013 et fixée par l'ANSES à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur un an, restent significatifs. Néanmoins, les teneurs observées sur un mois, en 2013, se rapprochent de cette valeur guide. Cette tendance devrait être confirmée lors de futures études.

Concernant les composés organiques volatils (COV), une augmentation des niveaux des aldéhydes a été enregistrée en 2013 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 2013 du fait d'émissions moins importantes en été.

Comme les années précédentes, les plus fortes concentrations en COV sont mesurées au niveau du Café News, en lien avec un confinement plus important et un aménagement spécifique (moquettes, point presse, restauration, parfumeries). Puis c'est au niveau de l'accueil du hall 1 et de la salle d'enregistrement du hall 4, que les COV sont détectés avec les plus fortes concentrations du fait de sources d'émissions identifiées : services et aménagements en bois.

Leurs concentrations moyennes sont dans la moyenne, voire plus faibles que celles relevées dans d'autres environnements intérieurs d'aérogares (cf. Tableau 17, page 55).

En 2014, des mesures de polluants atmosphériques pendant la période hivernale (février-mars) et selon le même dispositif qu'en 2013 permettront d'étudier l'évolution de la qualité de l'air intérieur de l'aérogare ainsi que l'effet de saisonnalité sur le site de la route de la Bretagne et de confirmer les résultats de cette étude.

introduction

Dans le cadre de leur démarche environnementale, la société Aéroports du Grand Ouest a souhaité poursuivre les campagnes de mesure visant à apprécier la qualité de l'air au sein et aux abords de la plateforme aéroportuaire de Nantes-Atlantique. Air Pays de la Loire a été retenu en 2009 pour mener ce projet. Les moyens et techniques utilisés par Air Pays de la Loire ont été soumis et acceptés par AGO.

La présente campagne réalisée durant l'été (du 3 septembre au 1^{er} octobre 2013) s'inscrit dans le prolongement d'une succession d'études initiées en 2002 par Air Pays de la Loire :



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

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 3 septembre au 1^{er} octobre 2013, 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, les objectifs de qualité, les seuils de recommandation et les seuils d'alerte. L'annexe 7 explicite ces terminologies et récapitule les seuils réglementaires pour l'année 2013.

Pour les polluants de l'air intérieur, il existait jusqu'à présent des valeurs guides (VGAI) 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).

Des valeurs réglementaires ont été publiées en décembre 2011 pour deux polluants : le formaldéhyde et le benzène.

Le Décret n° 2011-1727 du 2 décembre 2011 relatif aux valeurs-guides pour l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène indique que la « valeur-guide pour l'air intérieur » représente un niveau de concentration de polluants dans l'air intérieur fixé, pour un espace clos donné, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine, à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné.

Ces valeurs guides sont répertoriées dans le tableau ci-dessous :

formaldéhyde	• 30 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour une exposition de longue durée à compter du 1^{er} janvier 2015 ; • 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour une exposition de longue durée à compter du 1^{er} janvier 2023.
benzène	• 5 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour une exposition de longue durée à compter du 1^{er} janvier 2013 ; • 2 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour une exposition de longue durée à compter du 1^{er} janvier 2016.

Tableau 1 : valeurs guides pour l'air intérieur pour le formaldéhyde et le benzène selon le décret n° 2011-1727 du 2 décembre 2011

En 2013, l'Anses a également publié des valeurs guides de qualité d'air intérieur concernant le dioxyde d'azote :

- VGAI court terme : 200 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour une exposition de 2 heures ;
- VGAI long terme : 20 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour une exposition supérieure à 1 an.

le dispositif mis en œuvre

présentation de la plateforme aéroportuaire

L'aéroport Nantes-Atlantique 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 3,6 millions de passagers en 2012, l'aéroport Nantes-Atlantique est le deuxième aéroport le plus important de l'ouest de la France après Bordeaux-Mérignac et se classait à la 10^{ème} place au niveau national en 2011 [A].



Figure 2 : localisation de l'aéroport Nantes-Atlantique



Photo 1 : aéroport Nantes-Atlantique

les objectifs de la campagne de mesure

Les objectifs de surveillance poursuivis sont :

- **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 à diffusion passive** afin de réaliser une cartographie de ces niveaux dans l'environnement de la plateforme aéroportuaire ;
- **mesurer les niveaux de dioxyde d'azote, de BTEX¹ et d'aldéhydes à l'intérieur de l'aéroport** afin d'en évaluer la qualité de l'air ;
- **mettre en perspective les résultats de la présente étude avec les études précédentes** afin d'apprécier la variabilité saisonnière.

¹ benzène, toluène, éthylbenzène, ortho, méta et para-xylènes

mesures des polluants par analyseurs automatiques

Le dioxyde d'azote (NO₂), les poussières fines (PM₁₀), le dioxyde de soufre (SO₂), l'ozone (O₃) et le monoxyde de carbone (CO) 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

A la demande d'AGO, en 2013, le camion laboratoire a été placé au sud de la piste de décollage de l'aéroport. Il se situe Route de la Bretagne à Saint-Aignan de Grand Lieu, à 500 mètres de l'extrémité de la piste et à environ 4,5 kilomètres du périphérique.



Figure 3 : emplacement du camion laboratoire

Lors des campagnes de mesure de 2009 à 2011, le camion laboratoire était positionné dans le prolongement de l'extrémité nord de la piste de décollage, à environ 600 mètres du périphérique, sur le site dit de la « Ferme de la Ranjonnière ».

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, 3 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 PM ₁₀ PM _{2.5}	
Bouteillerie	urbain	8 rue Gambetta 44000 Nantes	NOx O ₃ BTX PM ₁₀ PM _{2.5}	
Epinettes	périurbain	rue des Epinettes 44830 Bouaye	O ₃	

Tableau 2 : 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 à diffusion passive

Le dioxyde d'azote, les BTEX, et les aldéhydes sont 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.

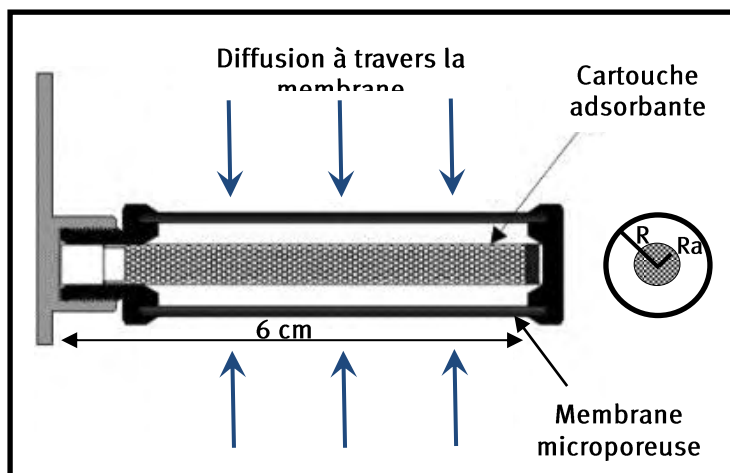


Figure 5 : principe du tube à diffusion passive



Photo 2 : tubes installés pour la collecte

Après une période d'exposition d'une durée de 28 jours à l'air ambiant (analyses NO₂ et BTEX), réduite à 14 jours pour l'air intérieur (analyses NO₂, BTEX et aldéhydes), les tubes ont été analysés au laboratoire Lasair d'Airparif.

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.

Un site de mesures passives supplémentaire est positionné à l'emplacement du camion laboratoire, route de la Bretagne à Saint-Aignan de Grand Lieu.



Figure 6 : localisation des tubes à diffusion passive

Les caractéristiques se rapportant aux sites sont regroupées 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 kérosène
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
/	Route de la Bretagne	Commune environnante (Saint-Aignan de Grand Lieu)

Tableau 3 : localisation des sites de mesure pour la mesure dans l'air ambiant

localisation des sites de mesure dans l'aérogare

Comme en 2011 et 2012, 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	Zone d'Enregistrement hall 4
D	Zone réservée : Café News

Tableau 4 : localisation des tubes passifs à l'intérieur de l'aérogare



Figure 7 : localisation des sites de mesure dans l'aérogare

périodes de mesure

La campagne de mesure s'est déroulée du 3 septembre au 1^{er} octobre 2013.

Le tableau suivant récapitule les périodes 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 03/09/2013 au 01/10/2013		1
tubes à diffusion passive	air extérieur	NO ₂	03/09 - 17/09/2013	17/09 - 01/10/2013	17
		BTEX			17
	air intérieur	NO ₂	17/09 - 24/09/2013	24/09 - 01/10/2013	4
		BTEX			4
		Aldéhydes			4

Tableau 5 : caractéristiques des mesures

les résultats

Ce rapport présente les résultats de la campagne de mesure de la qualité de l'air dans l'environnement de l'aéroport Nantes-Atlantique, concernant :

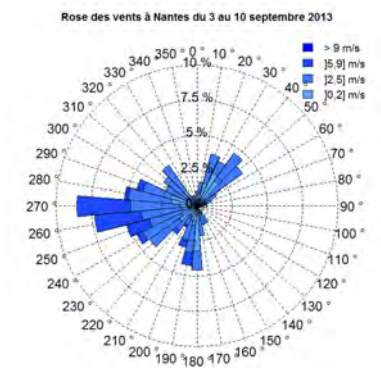
- la représentativité de la période de mesure ;
- les résultats des mesures de qualité d'air en air ambiant ;
- les résultats des mesures de qualité d'air en air intérieur.

représentativité de la période de mesure

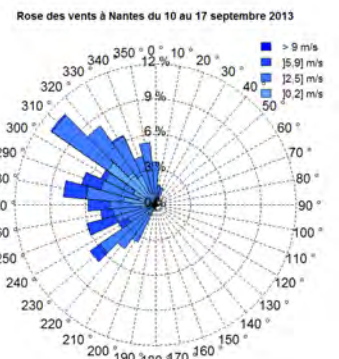
représentativité de la situation météorologique

Les données météorologiques présentées ci-dessous ont été obtenues à partir des informations horaires (vitesse, direction du vent et température) fournies par la station Météo-France Nantes-Atlantique, située à Saint-Aignan de Grandlieu.

1^{ère} série : 03/09/13 - 17/09/13

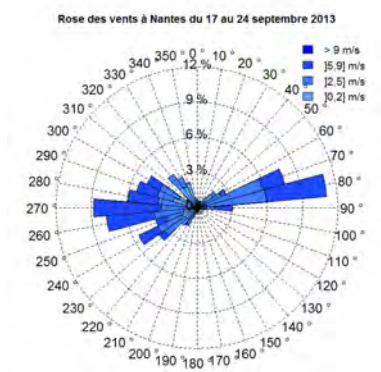


Température moyenne : 17,4 °C
03/09/13 - 10/09/13

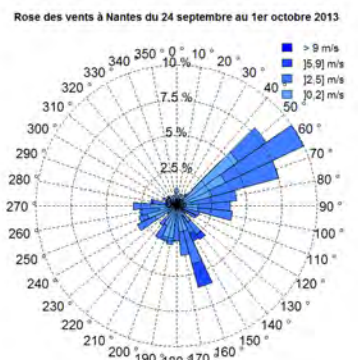


Température moyenne : 15,6°C
10/09/13 - 17/09/13

2^{ème} série : 17/09/13 - 01/10/13



Température moyenne : 16,6°C
17/09/13 - 24/09/13



Température moyenne : 19,0°C
24/09/13 - 01/10/13

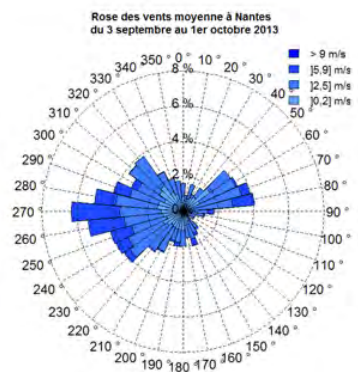
Figure 8 : roses des vents et températures moyennes hebdomadaires durant la campagne de mesure

Les températures relevées durant les 3 premières semaines approchent les normales saisonnières (t° normale septembre=16,6°C) pour finalement les dépasser à la fin de la période de mesure, avec une moyenne de 19°C du 24 septembre au 1^{er} octobre 2013. La température maximale est enregistrée le 4 septembre (33°C).

Alors que le nombre d'heures d'ensoleillement enregistré en septembre 2013 (195 heures) correspond à la normale (193,8 heures), un léger déficit de précipitations a été enregistré avec 48,5 mm de précipitations cumulées (normales saisonnières = 62,9 mm).

La rose des vents pour la totalité de la campagne de mesure, du 3 septembre au 1^{er} octobre 2013, est présentée ci-contre.

une prédominance des vents de secteur ouest à sud-ouest, notamment lors des 2 premières semaines de mesure est enregistrée. Les sites situés à l'est du périmètre de l'étude (n°8 à n°10) ont donc été potentiellement influencés par les activités aéroportuaires.



Température moyenne : 17,2°C

Figure 9 : rose des vents du 3 septembre au 1^{er} octobre 2013

représentativité des niveaux de pollution

La représentativité des niveaux de pollution lors de la campagne 2013 a été évaluée par rapport aux années précédentes.

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

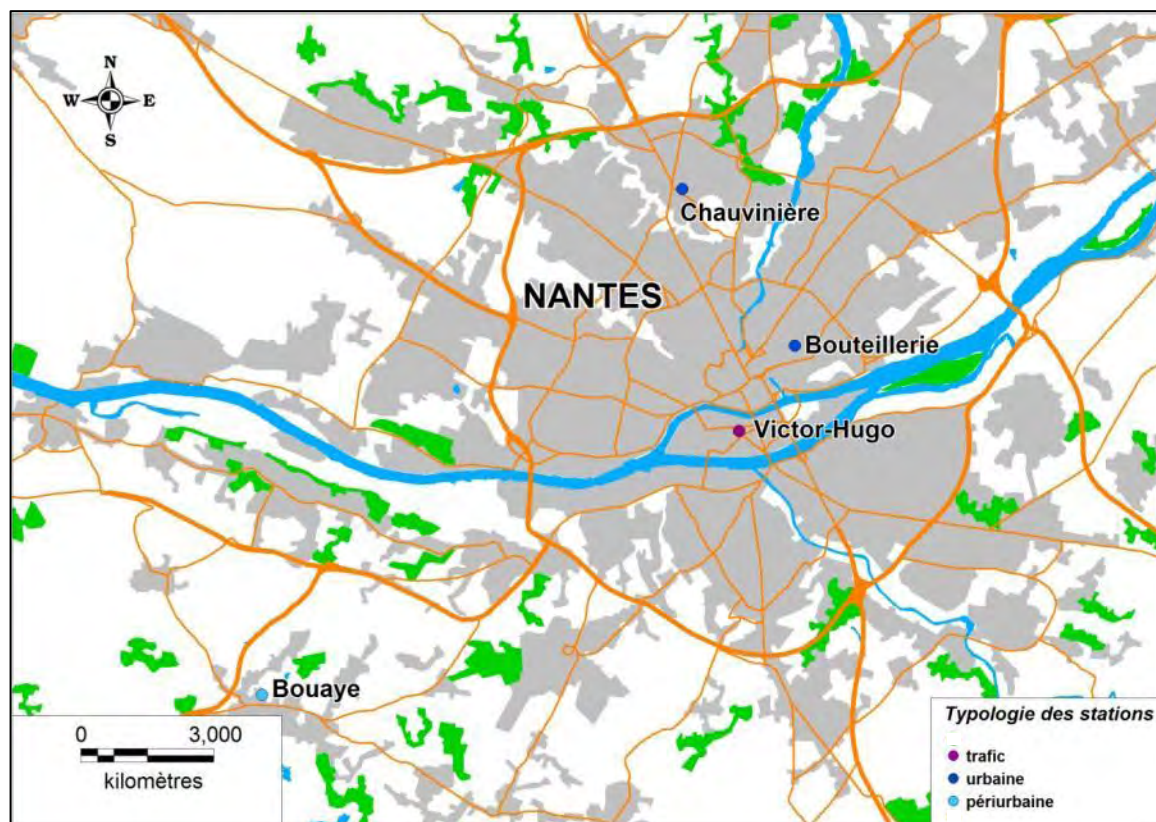


Figure 10 : réseau permanent de surveillance de la qualité de l'air à Nantes

représentativité des niveaux de pollution de la période de mesure

Les graphiques suivants, appelés boxplots² (ou boîtes à moustache), représentent la distribution des concentrations mesurées durant les mois de septembre des années 2002 à 2012 en comparaison avec le mois de septembre 2013 au cimetière de la Bouteillerie.

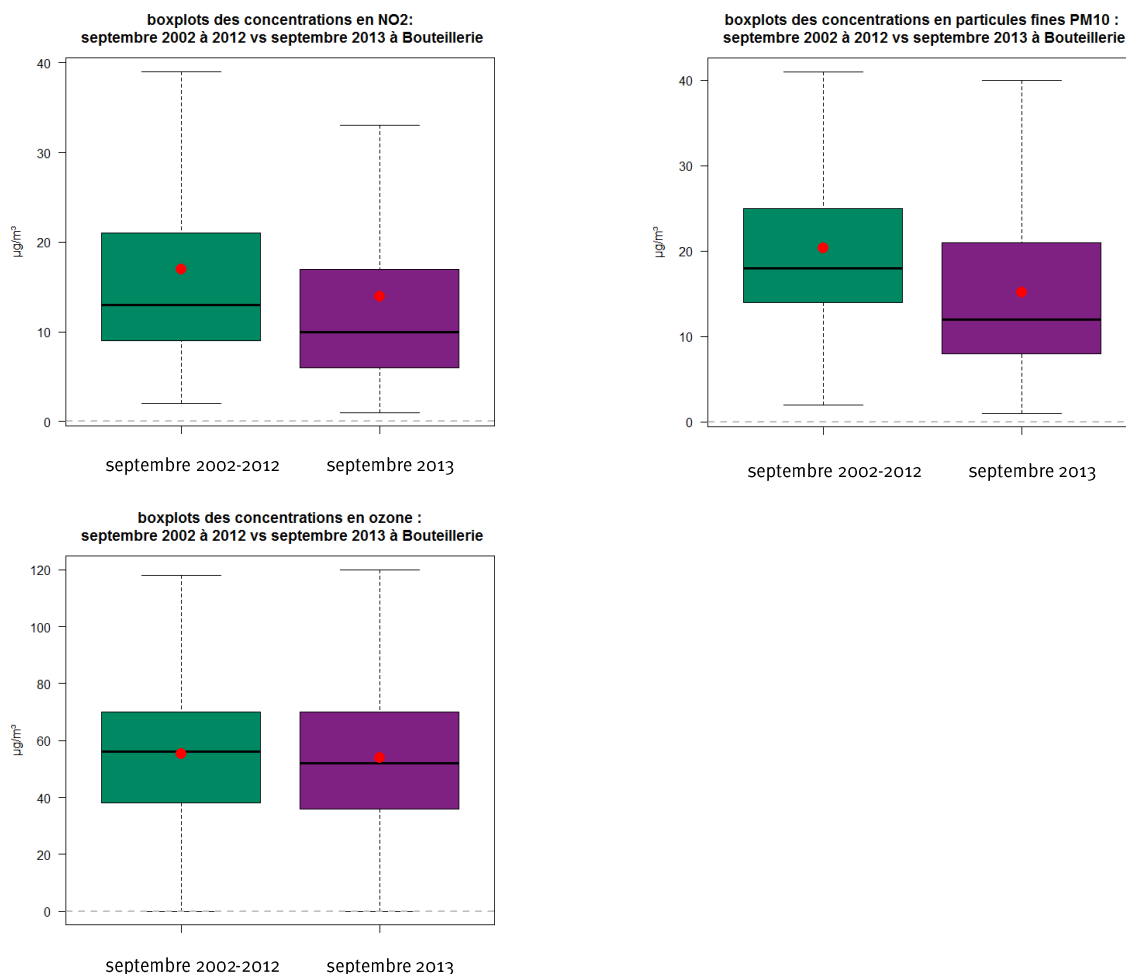


Figure 11 : boxplots des concentrations de dioxyde d'azote, particules fines PM₁₀ et ozone des mois de septembre 2002 à 2013 au cimetière de la Bouteillerie à Nantes

		septembre 2002-2012 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	septembre 2013 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Δ	$\Delta\%$
Concentrations moyennes	NO ₂	17,0	14,0	-3,0	-17,6%
	PM ₁₀	19,9	15,2	-4,8	-23,9%
	O ₃	55,3	53,8	-1,4	-2,6%
	SO ₂	0,2	Non mesuré	/	/

Tableau 6 : écarts relatifs entre les concentrations moyennes des mois de septembre 2002 à 2012 et septembre 2013 au cimetière de la Bouteillerie à Nantes.

Quel que soit le polluant considéré, les niveaux mesurés en septembre 2013 sont globalement inférieurs à ceux mesurés en moyenne au mois de septembre de 2002 à 2012. Les écarts relatifs varient ainsi entre 2,6% pour l'ozone et 25,4% pour les particules fines PM₁₀.

En d'autres termes, le mois de septembre 2013 se caractérise par des niveaux de pollution plus faibles qu'à la normale.

² 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 $q_1 - 1,5 \cdot (q_3 - q_1)$, et à la plus grande donnée inférieure à $q_3 + 1,5 \cdot (q_3 - q_1)$.

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 2013

mesures par tubes à diffusion passive

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

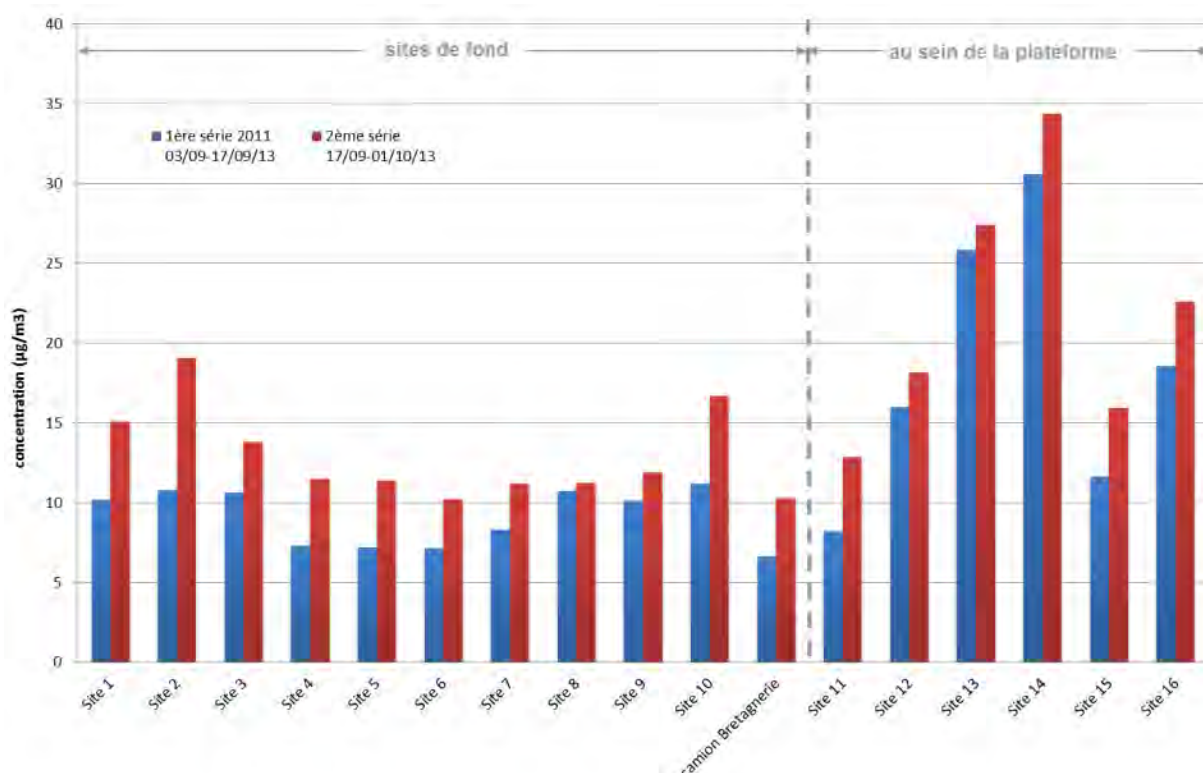


Figure 12 : moyennes bimensuelles en dioxyde d'azote mesurées par tubes à diffusion passive

		au sein de la plateforme aéroportuaire (sites n°11 à 16)	fond (sites n°1 à 10)
1 ^{ère} série	Moyenne	18,5	9,4
	Min	8,2	7,1
	Max	30,6	11,2
2 ^{ème} série	Moyenne	21,9	13,2
	Min	12,8	10,2
	Max	34,4	19,1
campagne	moyenne	20,2	11,3
	Min	10,5	8,7
	Max	32,5	14,9

Tableau 7 : 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 sont liés aux conditions météorologiques et notamment aux directions de vents enregistrées lors de ces deux périodes. Lors de la première quinzaine, les vents ont soufflé essentiellement du secteur ouest à sud-ouest, apportant des masses d'air océaniques appauvries en oxydes d'azote. En revanche, les conditions météorologiques du 17 septembre au 1^{er} octobre, et notamment les vents d'est, ont été plus propices à la présence d'oxydes d'azote dans l'air.

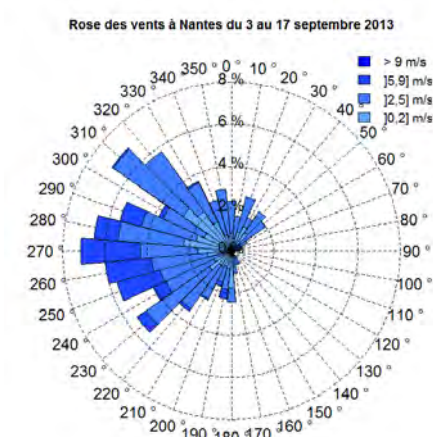


Figure 13: rose des vents du 3 au 17 septembre 2013

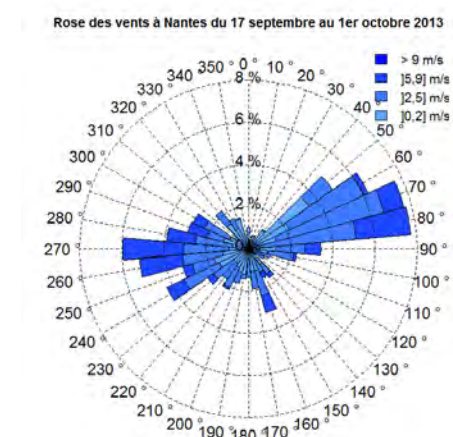


Figure 14 : rose des vents du 17 septembre au 1^{er} octobre 2013

Sur l'ensemble de la campagne, les niveaux moyens en dioxyde d'azote enregistrés **dans les communes environnant la plateforme aéroportuaire** varient entre 9 et 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ils sont comparables, voire plutôt inférieurs, aux niveaux enregistrés dans l'agglomération nantaise durant cette même période (14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ relevés au cimetière de la Bouteillerie) et ils demeurent légèrement plus élevés que les niveaux enregistrés en milieu rural (respectivement 6 et 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ont été mesurés sur les sites ruraux de la Tardière et Saint Denis d'Anjou, sur la période de mesure).

Au sein de la plateforme aéroportuaire, les concentrations moyennes en dioxyde d'azote sur l'ensemble de la campagne varient de 11 à 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et sont supérieures à celles enregistrées dans les communes environnantes, hormis pour les sites 11 et 15 situés aux extrémités de la piste où les niveaux sont plutôt comparables à ceux relevés sur les sites non influencés des abords de la plateforme.

Les cartes suivantes illustrent la répartition spatiale de la pollution par le dioxyde d'azote sur le domaine d'étude lors des deux quinzaines de mesure.

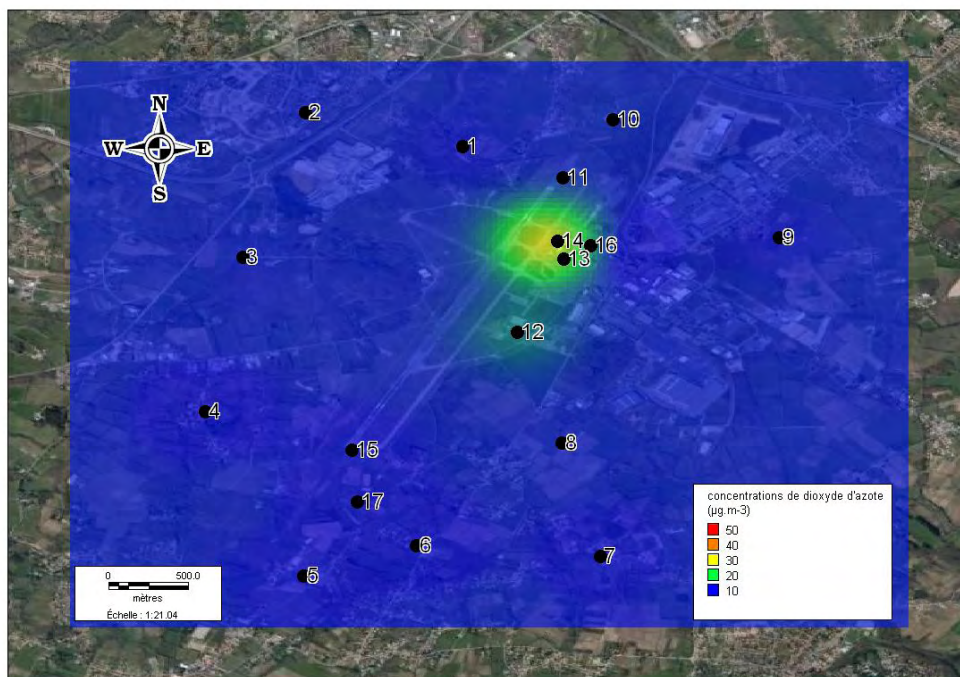


Figure 15 : cartographie des niveaux de dioxyde d'azote lors de la 1ère série de mesures, du 3 au 17 septembre 2013 (site n°17: Route de la Bretagne)

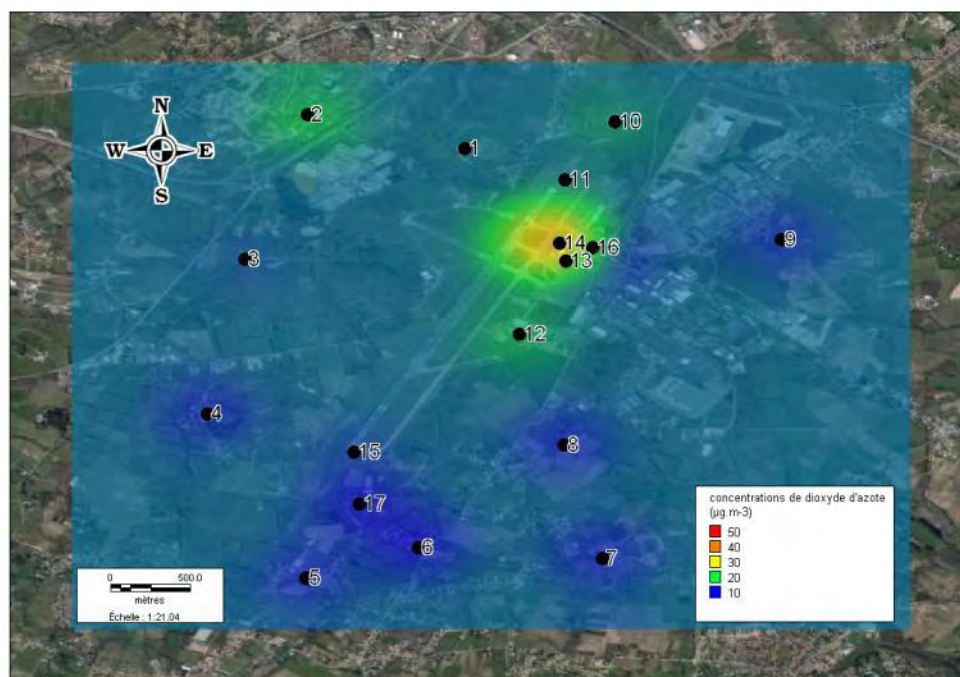


Figure 16 : cartographie des niveaux de dioxyde d'azote lors de la 2ème série de mesures, du 17 septembre au 1er octobre 2013 (site n°17: Route de la Bretagne)

Le constat établi lors des précédentes études se trouve confirmé. Parmi les 6 sites « 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, bien que le phénomène soit moins marqué pour la zone d'avitaillement (site 12). En moyenne, les concentrations sur ces derniers sites sont une fois et demie supérieures à celles relevées sur les sites de fond hors plateforme aéroportuaire. Ceci suggère que les activités de l'aéroport ont un impact sur les niveaux de dioxyde d'azote, mais limité spatialement. Les faibles teneurs mesurées en bout de pistes, comparables à celles hors de la plateforme suggèrent une absence d'influence des décollages et atterrissages des avions sur les teneurs moyennes en NO2.

mesures automatiques

Le graphique suivant présente l'évolution temporelle des moyennes journalières en dioxyde d'azote mesurés Route de la Bretagne et sur le site urbain du cimetière de la Bouteillerie situé au centre-ville de Nantes.

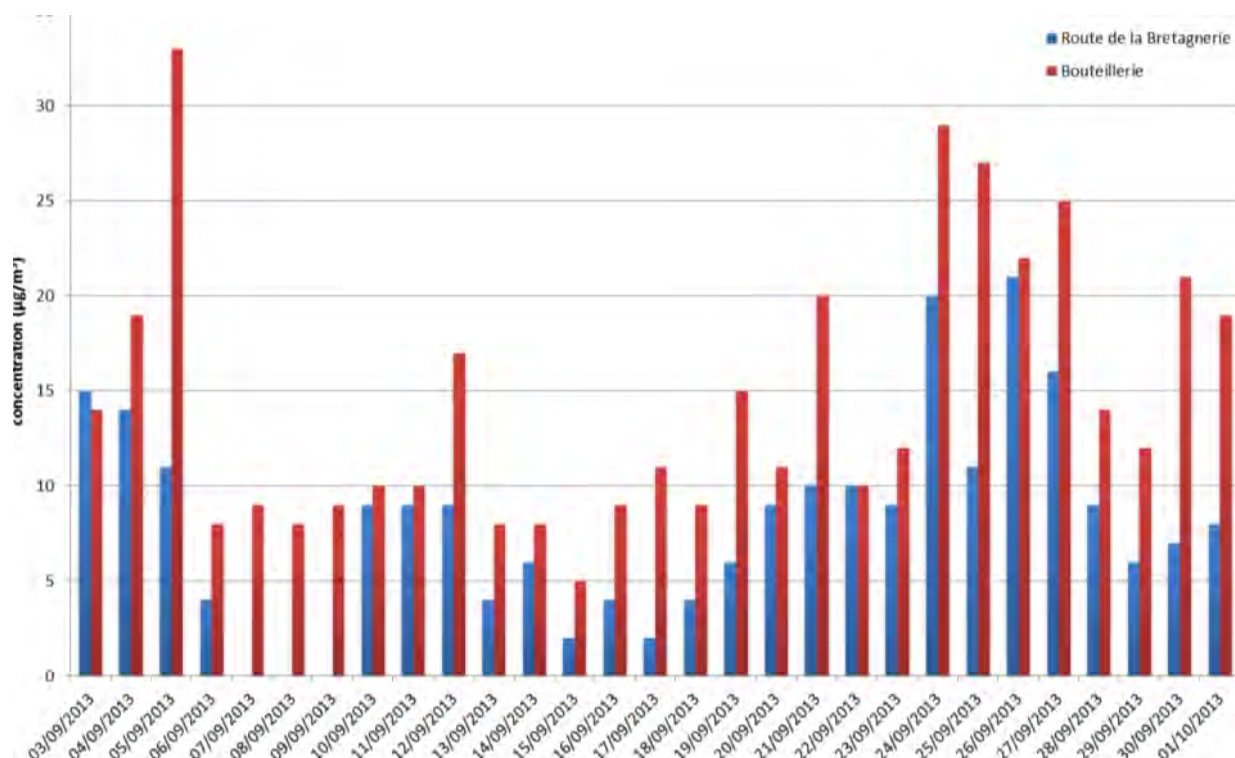


Figure 17 : moyennes journalières en NO₂ Route de la Bretagne et au cimetière de la Bouteillerie du 3 septembre au 1^{er} octobre 2013

Les concentrations enregistrées sur le site Route de la Bretagne sont inférieures à celles du cimetière de la Bouteillerie, avec des niveaux moyens journaliers respectifs de 9 µg/m³ et 15 µg/m³.

Le graphique suivant présente l'évolution temporelle des moyennes horaires en dioxyde d'azote NO₂ mesurés Route de la Bretagne et au cimetière de la Bouteillerie. La moyenne horaire la plus élevée enregistrée sur le site de la Route de la Bretagne a atteint 55 µg/m³, soit plus de 3 fois plus faible que le seuil d'information de la population, fixé à 200 µg/m³.

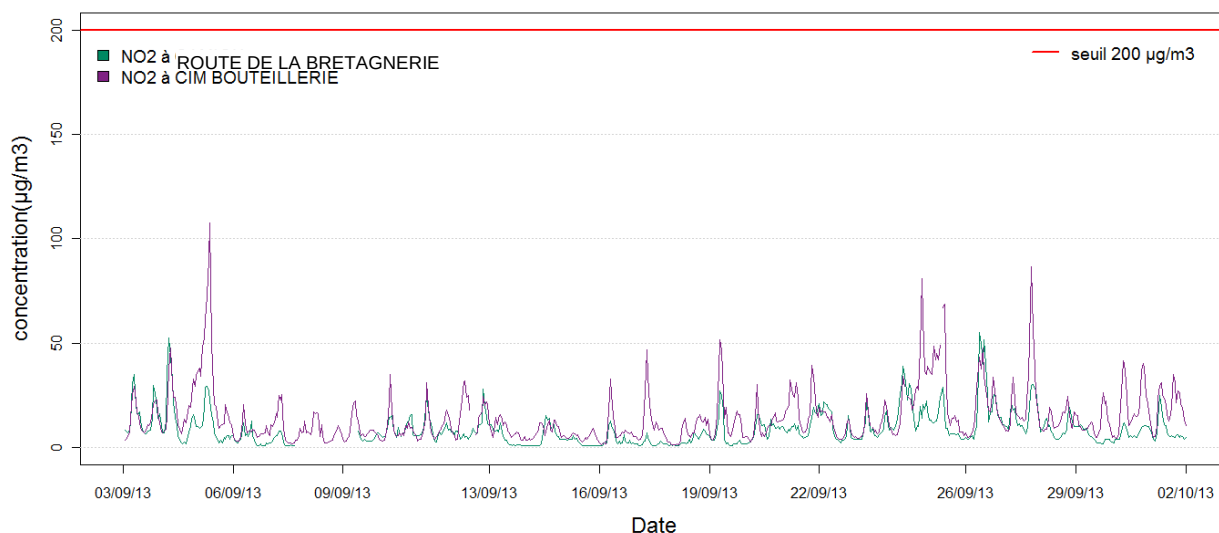


Figure 18 : moyennes horaires en dioxyde d'azote Route de la Bretagne et au cimetière de la Bouteillerie

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 Route de la Bretagne, $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ne représente qu'environ un quart du seuil fixé à $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire.

Les valeurs limites et objectifs de qualité sont définis par des éléments statistiques calculés sur l'année civile. Une comparaison stricte avec les concentrations mesurées durant un mois n'est alors pas possible. Toutefois une évaluation des risques de dépassement peut être établie par comparaison avec les sites fixes.

Sachant que les niveaux enregistrés dans l'environnement de l'aéroport sont plus faibles que ceux mesurés dans le centre-ville de Nantes d'une part, et d'autre part qu'aucun dépassement des valeurs réglementaires n'a été constaté en milieu urbain de fond à Nantes, on peut raisonnablement penser que les niveaux en dioxyde d'azote mesurés à l'extérieur de la plateforme aéroportuaire ont de fortes chances de respecter les valeurs limites et objectifs de qualité.

comparaison aux études passées

mesures automatiques

Le graphique ci-dessous illustre les concentrations journalières moyennes, minimales et maximales en dioxyde d'azote mesurées par analyseur automatique au niveau de la ferme de la Ranjonnière durant l'été 2002 [B], l'hiver 2008 [C], l'été 2009 [D], l'hiver 2010 [E], l'été 2011 [F], puis au niveau de la Route de la Bretagne à l'été 2013.

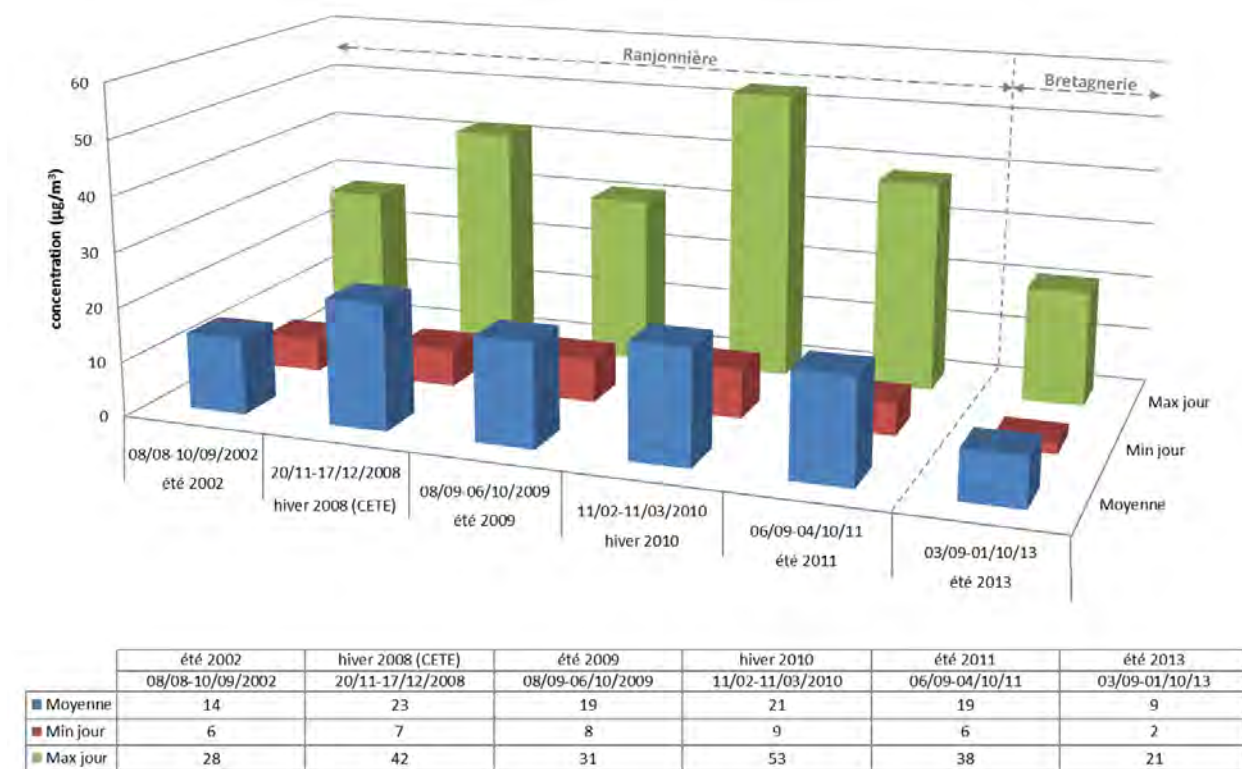


Figure 19 : concentrations journalières moyennes, minimales et maximales en dioxyde d'azote mesurées par analyseur automatique lors des études passées

Le suivi réalisé depuis 2002 au niveau de la ferme de la Ranjonnière fait 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 hivernale.

mesures par tubes à diffusion passive

Le graphique suivant représente la distribution des concentrations en NO₂ mesurée depuis 2002 sur l'ensemble des sites.

boxplots des concentrations en NO₂ de 2002 à 2013

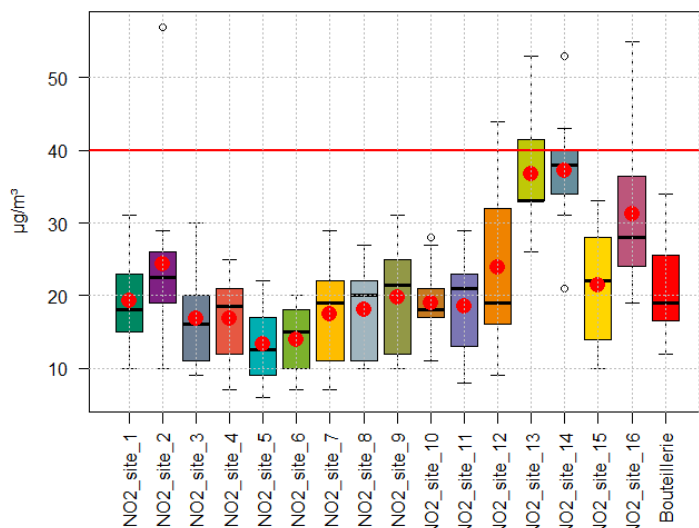


Figure 20 : boxplots des concentrations en dioxyde d'azote mesurées par tubes à diffusion à passive (périodes de 2 semaines) lors des campagnes de mesure de 2002 à 2013 comparées aux données automatiques du cimetière de la Bouteillerie (Nantes).

● moyenne — médiane

Les concentrations mesurées **aux extrémités de la piste et sur les sites situés aux abords de la plateforme aéroportuaire (sites 1 à 10)** 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.

On observe une diminution moyenne de 25% des concentrations en dioxyde d'azote au niveau des zones de stationnement avions, et de 40% au niveau du parking voiture n°1, par rapport aux campagnes de mesures précédentes réalisées en période estivale. Cette évolution est en partie liée à deux phénomènes principaux : une pollution générale, en septembre 2013, inférieure à la normale et l'arrêt de la circulation automobile sur la voie de «dépose minute», pour expliquer l'évolution des concentrations au niveau du parking.

Pour les sites influencés situés **au sein de la plateforme aéroportuaire**, les constats établis lors des précédentes études se trouvent confirmés en 2013 :

- 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 (APU, bus, véhicules de service et de transports aéroportuaires) combinée à une configuration défavorable à la dispersion des polluants permettent d'expliquer une hausse des concentrations au niveau des **sites n° 13 et 14**.



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



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

- 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.



Photo 5: site n°16, Parking voitures n°2, rangée 3

- si les premières mesures de dioxyde d'azote au niveau de la zone d'avitaillement en kérosène (site n°12) étaient plutôt faibles, celles des années 2010 à 2012 se maintenaient à des niveaux modérés (environ 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), avec une nouvelle diminution des concentrations moyennes observées en 2013 (17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Ces hétérogénéités sont à l'origine de la dispersion des valeurs constatée pour le site n°12.

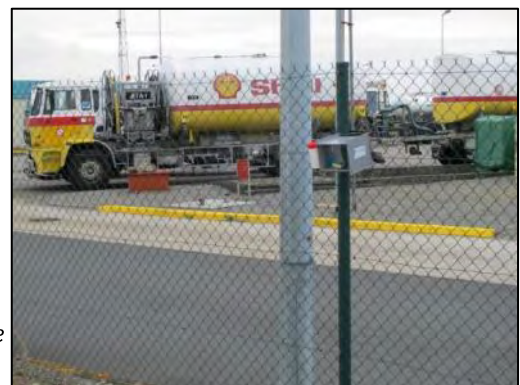


Photo 6: site n°12, zone d'avitaillement en kérosène

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.

A noter que le positionnement du site de mesures automatiques rend difficile la distinction de l'impact éventuel des activités de l'aéroport et de l'agglomération nantaise, sachant que le site est situé sous les vents majoritairement de nord-est, à la fois de la plateforme et de l'agglomération.

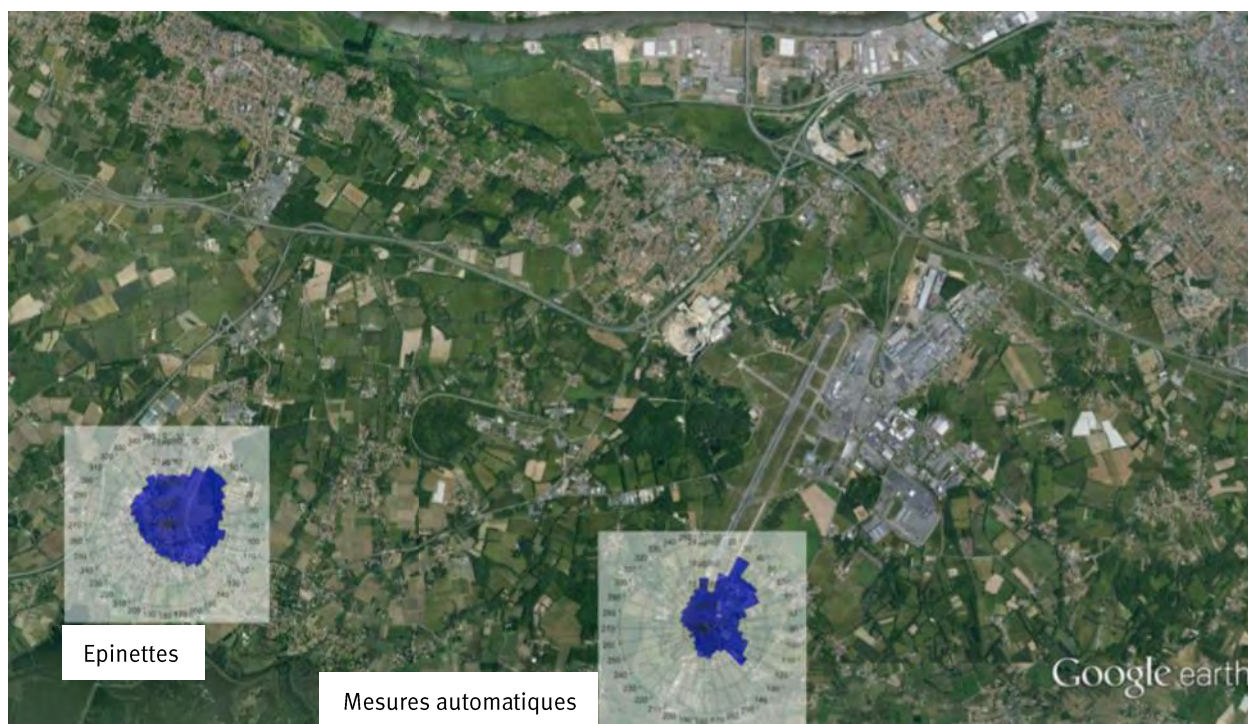


Figure 21: rose des concentrations moyennes en dioxyde d'azote sur l'ensemble de la campagne de mesure, du 3 septembre au 1^{er} octobre 2013, comparée à la rose des concentrations moyennes mesurées à la station de mesures Epinettes, du 1^{er} juillet 2001 au 1^{er} juin 2003

Au niveau des mesures automatiques, les élévations de concentrations en dioxyde d'azote s'observent principalement par vents de secteurs nord à nord-est. L'influence de l'agglomération nantaise, du périphérique, et des activités aéroportuaires n'est donc pas à exclure. En revanche, pour des directions de vent comprises entre 200 et 280°, les niveaux de dioxyde d'azote n'ont pas augmenté. Au contraire, les vents de secteur ouest et sud-ouest, appauvris en dioxyde d'azote, auraient même tendance à abaisser les niveaux Route de la Bretagne (cas de la première période de mesure).

En réalisant la même rose de pollution au niveau de la station de mesures Epinettes, les mesures de dioxyde d'azote étant réalisées de juillet 2001 à juin 2003, on observe une élévation des concentrations par vents de secteur nord-est, pour des directions comprises entre 20 et 70°. Sachant qu'il n'existe pas de plateforme aéroportuaire entre le site de mesure Epinettes et l'agglomération nantaise, les niveaux plus élevés mesurés par vents de Nord Est sur ces deux sites sont essentiellement dues à l'influence de l'agglomération nantaise et non de l'aéroport.

Les concentrations moyennes en dioxyde d'azote, mesurées Route de la Bretagne, ne sont donc pas influencées par les activités de l'aéroport. Ce constat est par ailleurs confirmé par :

- les niveaux faibles, mesurés par tubes à diffusion passive dans les communes environnantes de la plateforme aéroportuaire, et comparables aux niveaux enregistrés dans l'agglomération nantaise ;
- l'influence des activités de la zone aéroportuaire, limitée à l'intérieur de la plateforme (parkings avions et voitures, et de la zone d'avitaillement).

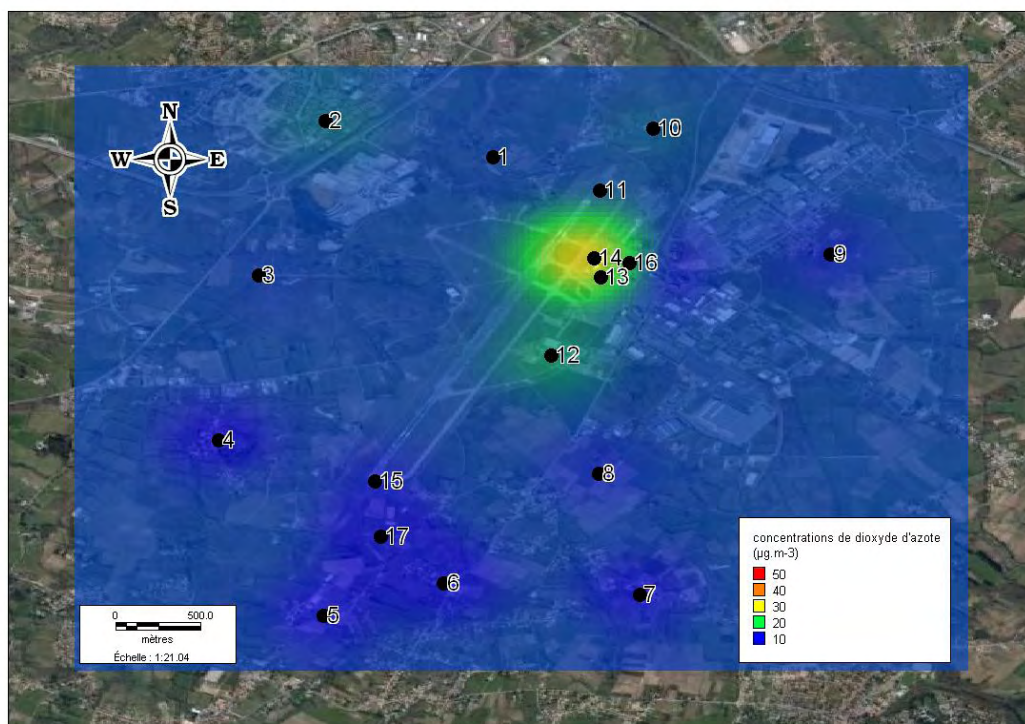


Figure 22 : cartographie des niveaux moyens en dioxyde d'azote enregistrés lors de la campagne de mesure, du 3 septembre au 1^{er} octobre 2013

le benzène

résultats tubes passifs 2013

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

L'ensemble des résultats, pour le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes est répertorié en annexe 2.

		au sein de la plateforme aéroportuaire (sites n°11 à 16)	fond (sites n°1 à 10)
1 ^{ère} série	Moyenne	0,6	0,4
	Min	0,5	0,3
	Max	0,7	0,6
2 ^{ème} série	Moyenne	0,3	0,4
	Min	0,2	0,3
	Max	0,4	0,5
campagne	moyenne	0,4	0,4
	Min	0,4	0,3
	Max	0,5	0,5

Tableau 8 : 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 varient entre 0,3 à 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les concentrations mesurées lors de la 1^{ère} série de prélèvements ont tendance à être supérieures à celles de la seconde série.

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

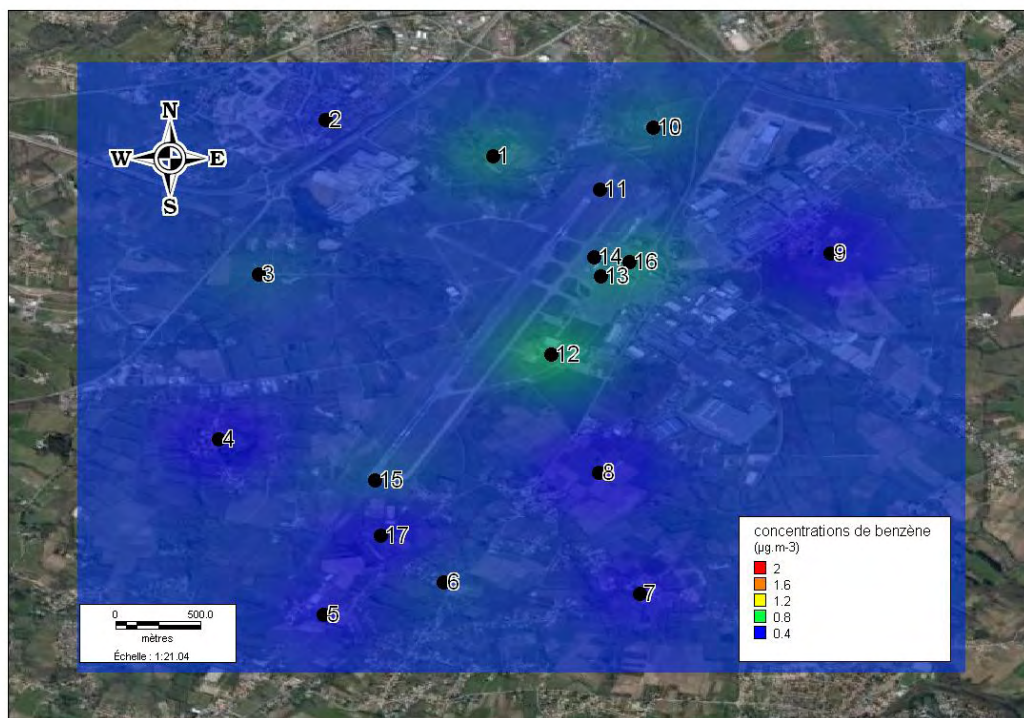


Figure 23 : cartographie des niveaux de benzène lors de la 1^{ère} série de mesures, du 3 au 17 septembre 2013 (site n°17 : Route de la Bretagne)

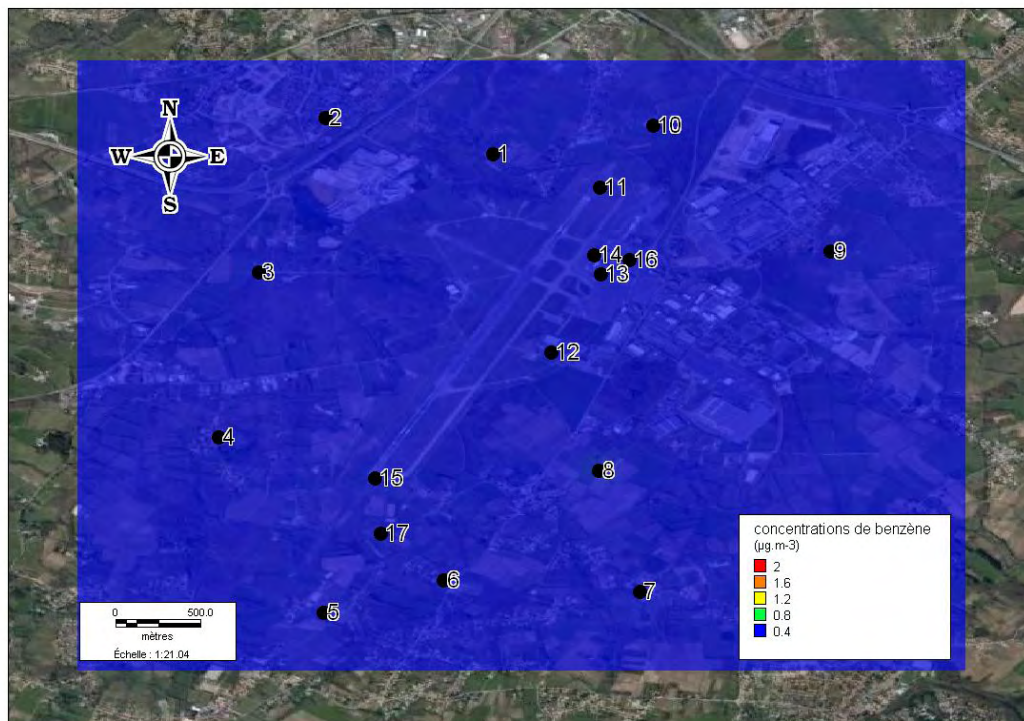


Figure 24 : cartographie des niveaux de benzène lors de la 2^{ème} série de mesures, du 17 septembre au 1^{er} octobre 2013 (site n°17 : Route de la Bretagne)

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 élévation est constatée au niveau des sites n°12, 13, 14 et 16, lors de la première série de mesures, avec en moyenne des concentrations 30% plus élevées que pour les sites situés dans les communes environnantes. Cependant cette élévation reste géographiquement isolée, n'ayant d'influence que dans son environnement immédiat.

suivi de la réglementation

Les concentrations en benzène 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 définis à l'échelle annuelle. Cependant, sur la base des valeurs obtenues dans cette étude et de la connaissance des niveaux de pollution en milieu urbain, 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'été 2009, l'hiver 2010, l'été 2011, l'hiver 2012 et l'été 2013.

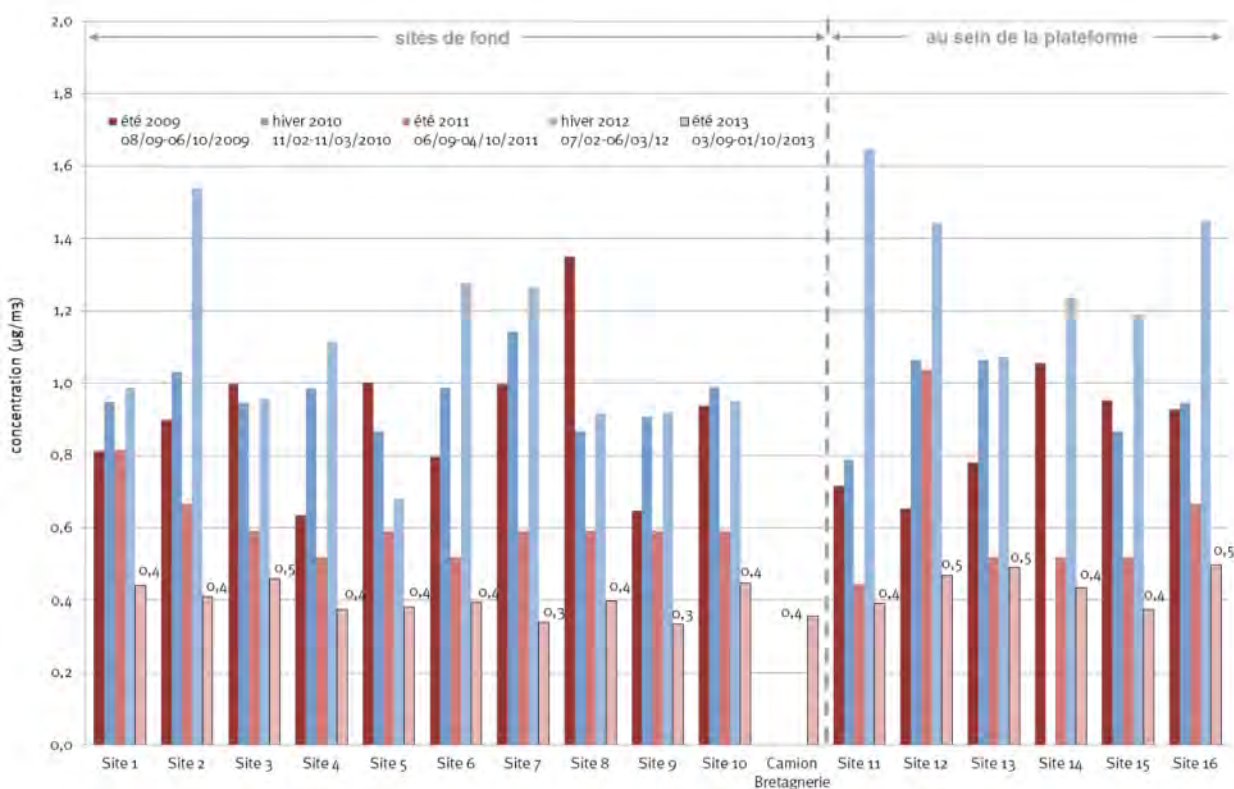


Figure 25 : concentrations moyennes en benzène durant les campagnes de mesure de l'été 2009, l'hiver 2010, l'été 2011, l'hiver 2012 et l'été 2013.

Ce graphique montre que les niveaux mesurés durant la campagne de mesures 2013 sont plus faibles, en moyenne de 55 %, par rapport à ceux mesurés lors des études précédentes, que ce soit à l'extérieur de la plateforme ou à l'intérieur de celle-ci.

Cette différence s'explique notamment par les conditions météorologiques survenues entre les différentes études.

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 à proximité de ce point, probablement liée à un phénomène d'évaporation au niveau des cuves de stockage de kérosène sous l'effet de la température (température maximale de 33°C, le 4 septembre 2013), 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.

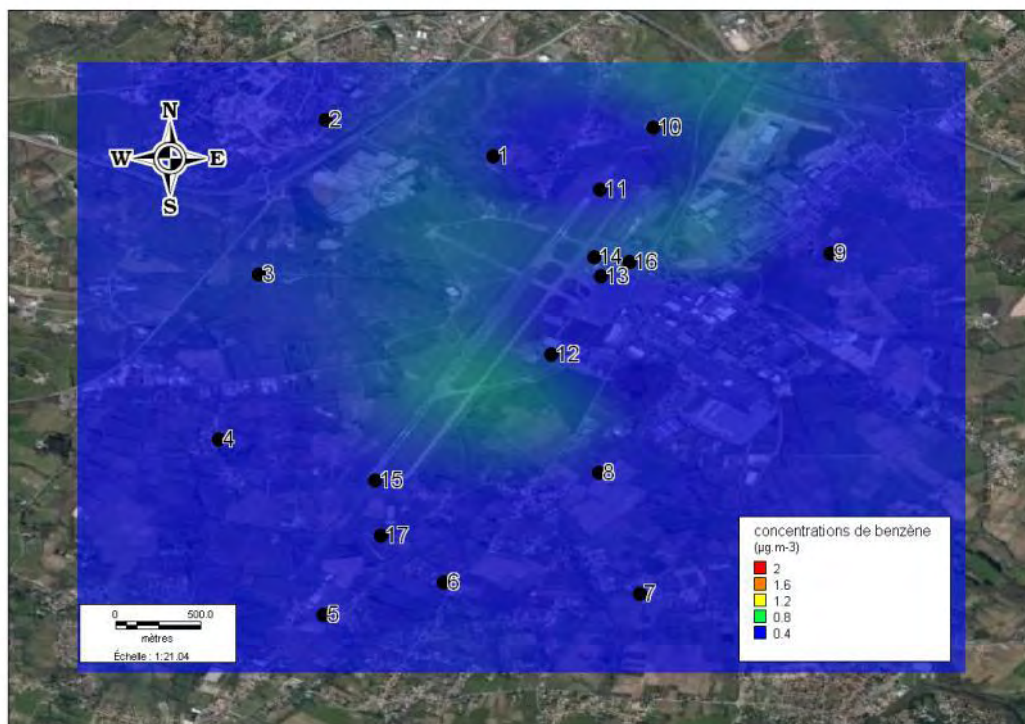


Figure 26 : cartographie des niveaux moyens de benzène enregistrés lors de la campagne de mesure, du 3 septembre au 1^{er} octobre 2013

les particules fines PM10

résultats 2013

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.

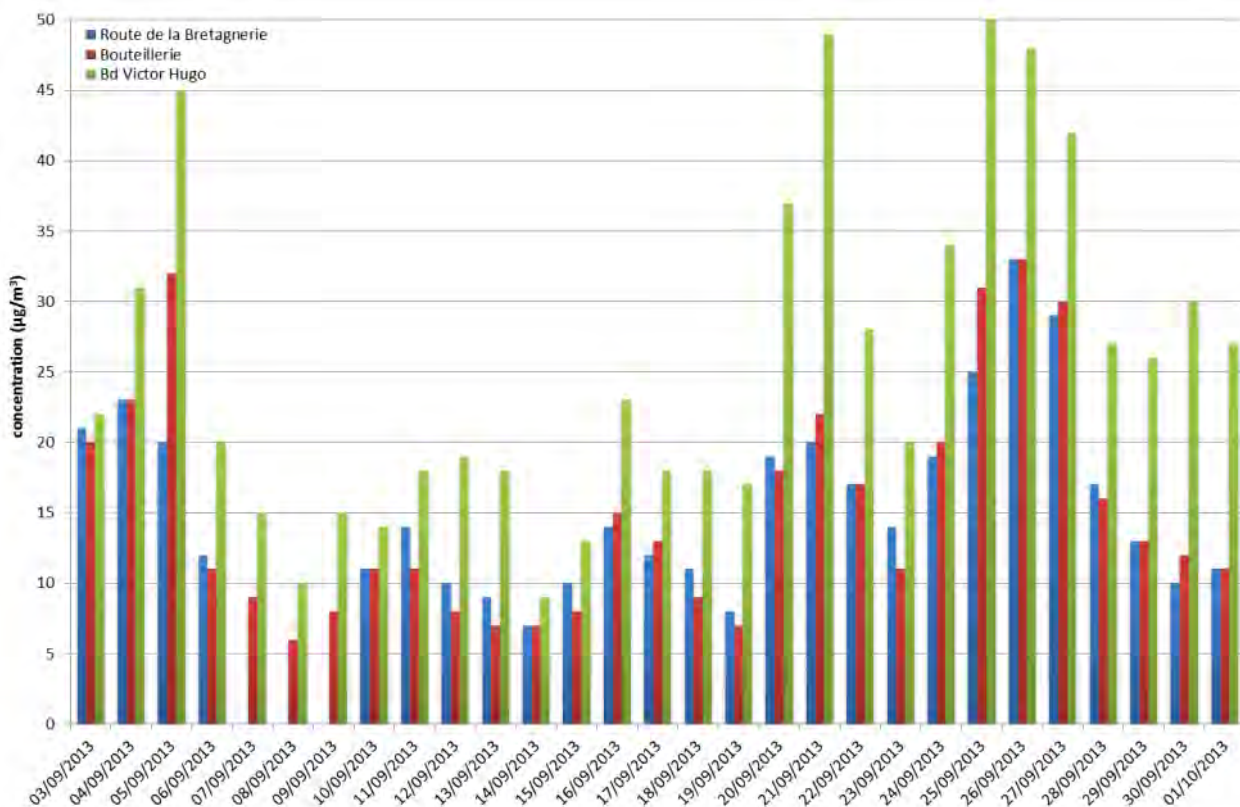


Figure 27: moyennes journalières en particules fines PM10 Route de la Bretagne, au cimetière de la Bouteillerie et sur le boulevard Victor Hugo

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

		Route de la Bretagne	Cimetière de la Bouteillerie	Boulevard Victor Hugo
03/09/13 au 01/10/13	moyenne	16	15	26
	Min	7	6	9
	Max	33	33	53

Tableau 9 : moyennes, minima et maxima journaliers en particules fines PM10 lors de la campagne de mesures, du 3 septembre au 1^{er} octobre 2013

Les concentrations moyennes en PM10 route de la Bretagne sont comparables à celles mesurées en centre-ville de Nantes et 40 % plus faible que celles mesurées en bordure du boulevard Victor Hugo à Nantes.

L'évolution temporelle des teneurs Route de la Bretagne est synchrone avec celle mesurée dans le centre-ville de Nantes, indiquant une influence des conditions météorologiques générales.

Le 26 septembre, les sites de mesure Route de la Bretagne et cimetière de la Bouteillerie enregistrent leur moyenne journalière maximale, avec $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mesuré Boulevard Victor Hugo à Nantes). Ces niveaux (cf. carte ci-dessous) sont liés à des phénomènes de pollution par les particules à large échelle qui affectent des zones géographiques de quelques centaines de kilomètres.

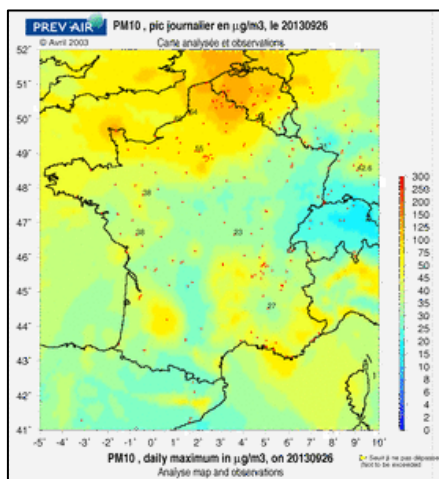


Figure 28 : carte analysée des niveaux de pointe en particules fines PM10 sur la France le 26 septembre 2013 (source: Prev'air)

Le graphique ci-dessous représente l'évolution moyenne, durant la campagne de mesure, des niveaux des particules fines PM10 mesurées au cours d'une journée.

Deux hausses des niveaux de particules fines PM10 sont observées, principalement le matin, et dans une moindre mesure le soir, essentiellement 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, et quasi inexistante sur le site de la route de la Bretagne.

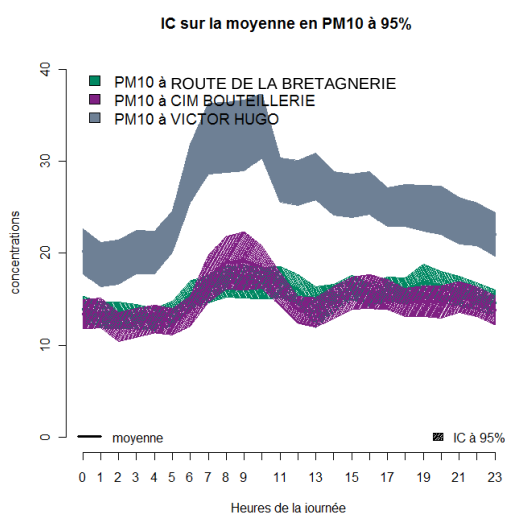


Figure 29 : profils journaliers en particules fines PM10 Route de la Bretagne, au cimetière de la Bouteillerie et boulevard Victor Hugo à Nantes, du 3 septembre au 1^{er} octobre 2013 (IC : intervalle de confiance)

suivi de la réglementation

Le graphique suivant présente l'évolution temporelle des moyennes 24-horaires en particules fines PM₁₀.

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.

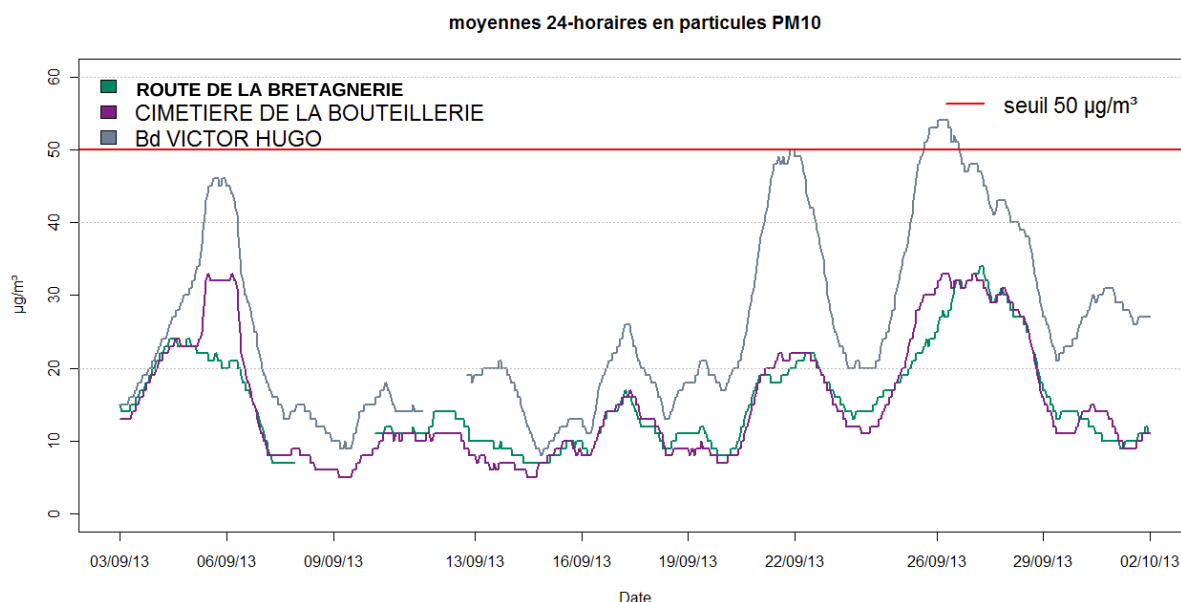


Figure 30 : moyennes 24-horaires en particules fines PM₁₀ Route de la Bretagne, au cimetière de la Bouteillerie et boulevard Victor-Hugo à Nantes, du 3 septembre au 1^{er} octobre 2013

La figure précédente met en évidence le respect du seuil d'information et de recommandation Route de la Bretagne, et *a fortiori* du seuil d'alerte, puisque le maximum atteint 34 µg/m³ le 27 septembre et se situe donc en dessous du seuil d'information fixé à 50 µg/m³ en moyenne 24-horaire. Concernant les deux sites de mesures permanents de l'agglomération nantaise, les maxima atteignent 33 et 54 µg/m³ le 26 septembre, respectivement au cimetière de la Bouteillerie et boulevard Victor-Hugo à Nantes.

Les valeurs limites et objectifs de qualité sont définis par des éléments statistiques calculés sur l'année civile. Une comparaison stricte avec les concentrations mesurées durant un mois n'est alors pas possible. Toutefois une évaluation des risques de dépassement peut être établie par comparaison avec les sites fixes.

Sachant que les niveaux en PM₁₀ mesurés sur le site de la route de la Bretagne sont comparables à ceux mesurés dans le centre-ville de Nantes d'une part, et d'autre part qu'aucun dépassement de l'objectif de qualité ni des valeurs limites n'a été constaté à Nantes, on peut raisonnablement penser que ces valeurs réglementaires sont respectées sur le site Route de la Bretagne.

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 :

	été 2002 08/08-10/09/2002	hiver 2008 (CETE) 20/11-17/12/2008	été 2009 08/09-06/10/2009	hiver 2010 11/02-11/03/2010	été 2011 06/09-04/10/11	été 2013 03/09-01/10/13
■ Moyenne	16	16	22	21	15	16
■ Min jour	7	7	12	8	6	7
■ Max jour	27	29	42	50	28	33

Tableau 10 : concentrations journalières moyennes, minimales et maximales en particules PM₁₀ (mesures automatiques)

Les niveaux mesures durant l'étude 2013 sont comparables à ceux mesurés durant la campagne de mesures 2011.

Concernant les concentrations plus faibles observées en 2011 puis en 2013, elles sont liées à l'effet de saisonnalité évoqué précédemment.

étude d'impact des activités de l'aéroport

L'impact des activités de l'aéroport est évalué pour les particules fines PM₁₀ à partir de la rose de pollution qui indique l'intensité de la pollution observée en fonction de la direction des vents.

A noter que le positionnement du site de la Bretagne rend difficile la distinction de l'impact éventuel des activités de l'aéroport et de l'agglomération sachant que ce site est situé sous les vents de nord-est, à la fois de la plateforme aéroportuaire et de l'agglomération.

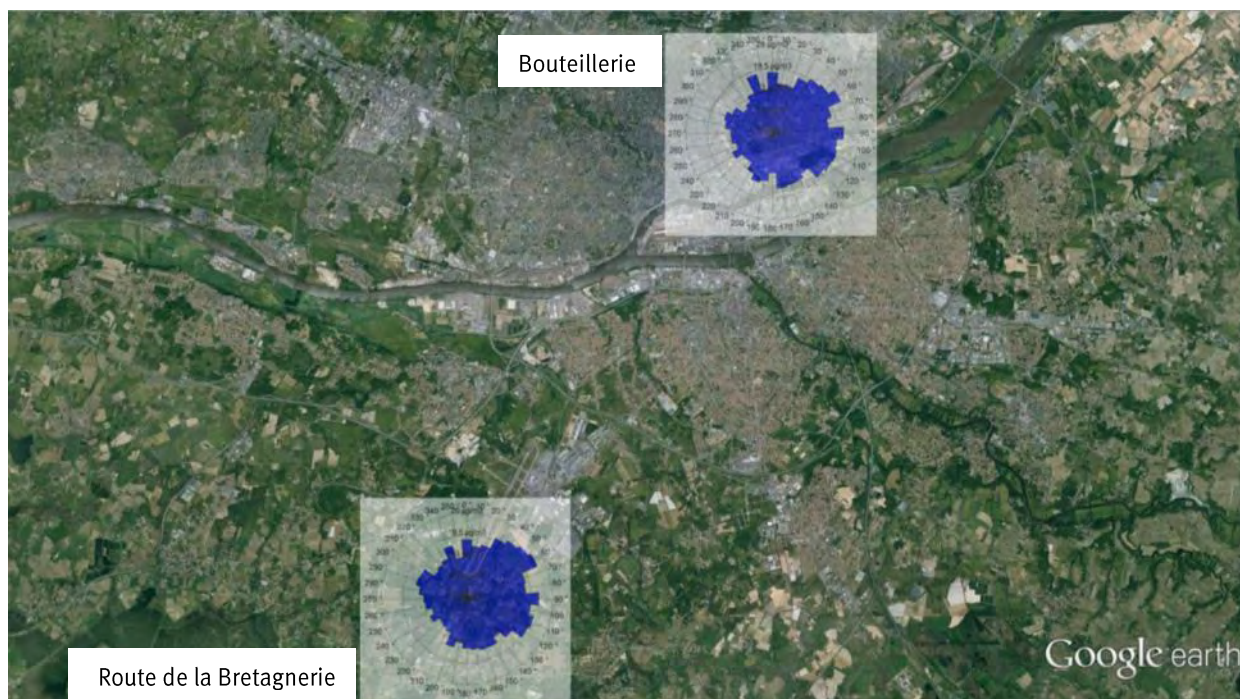


Figure 31 : rose des concentrations moyennes en particules fines PM₁₀ sur l'ensemble de la campagne de mesure, du 3 septembre au 1^{er} octobre 2013

Sur le site Route de la Bretagne, la rose de pollution montre des niveaux en particules fines PM₁₀ plus élevés par vents de secteurs nord-est, suggérant une influence de la plateforme aéroportuaire et de l'agglomération nantaise.

Toutefois nous retrouvons également cette direction de vent privilégiée sur la rose des concentrations moyennes en particules fines PM₁₀ du cimetière de la Bouteillerie, pour la même période. L'influence de l'agglomération nantaise sur les niveaux mesurés en particules fines PM₁₀, sur ces deux points mesure, est donc plutôt mise en évidence.

Par ailleurs, Les roses de pollution calculées les années précédentes sur le site de la ferme de la Ranjonnière ne montraient aucune influence de l'aéroport.

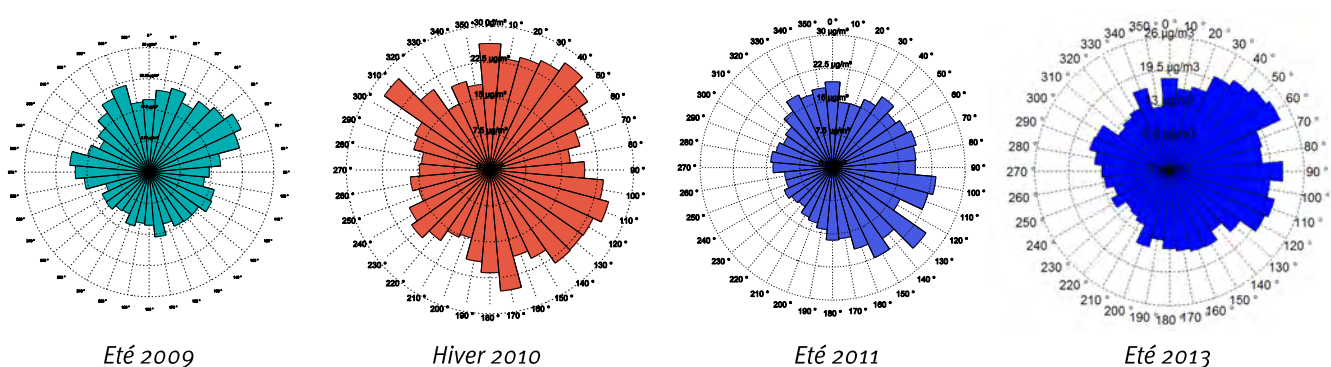


Figure 32 : rose de pollution moyenne en particules fines PM₁₀ pendant les campagnes de mesure de l'été 2009, l'hiver 2010, l'été 2011 et l'été 2013

La campagne 2013 confirme que pour des directions de vent comprises entre 190 et 250°, les niveaux de particules fines PM₁₀ ne sont pas augmentés. Cette constatation était déjà faite lors de la campagne de mesure 2011, à la ferme de la Ranjonnaire (Figure ci-dessous), suggérant 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 en provenance de l'agglomération nantaise et du périphérique.

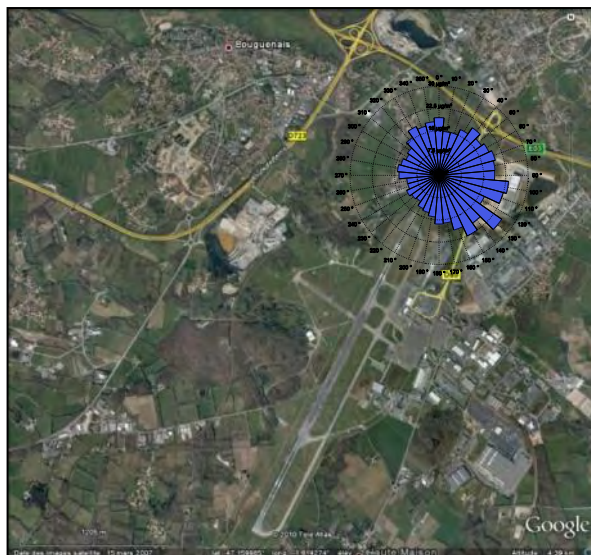


Figure 33 : rose de pollution en particules fines PM₁₀ sur l'ensemble de la campagne de mesure 2011

Ainsi, aux vues de ces résultats, et des concentrations mesurées et de leur évolution temporelle, on peut raisonnablement penser que l'influence des activités de l'aéroport sur les teneurs en particules fines PM₁₀ est négligeable devant les émissions de l'agglomération nantaise.

le monoxyde de carbone

résultats 2013

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.

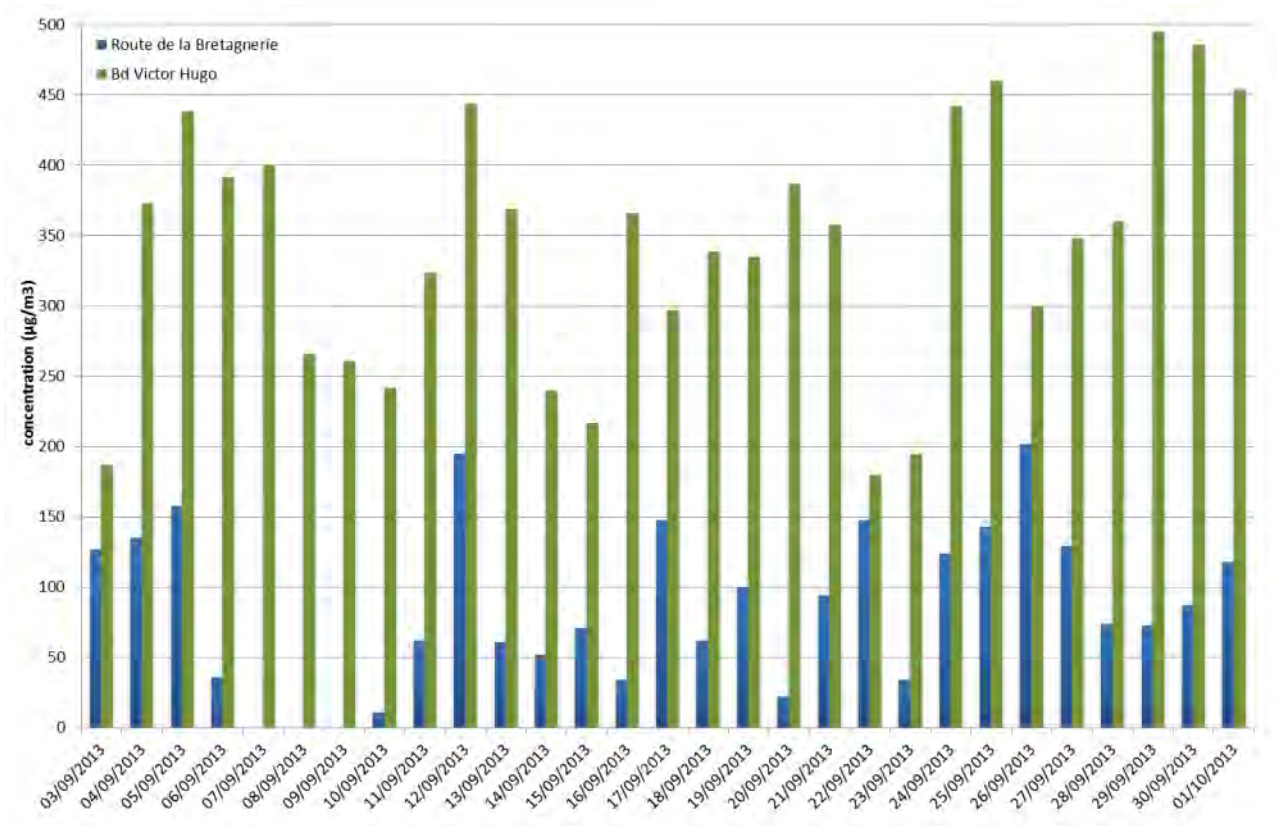


Figure 34 : moyennes journalières en monoxyde de carbone Route de la Bretagne et au niveau du boulevard Victor-Hugo à Nantes, du 3 septembre au 1^{er} octobre 2013

		Route de la Bretagne	Boulevard Victor Hugo
03/09/13 au 01/10/13	moyenne	96	343
	Min	11	180
	Max	202	495

Tableau 11 : moyennes, minima et maxima journaliers en monoxyde de carbone lors de la campagne de mesures, du 3 septembre au 1^{er} octobre 2013

Les concentrations enregistrées Route de la Bretagne sont très faibles, proches des limites de détection métrologique, avec un niveau moyen journalier de 96 µg/m³.

Le graphique ci-dessous représente l'évolution moyenne des niveaux de monoxyde de carbone mesurés au cours d'une journée Route de la Bretagne et au niveau du boulevard Victor Hugo à Nantes.

Ces profils journaliers confirment que les niveaux enregistrés boulevard Victor-Hugo sont plus élevés que Route de la Bretagne. 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.

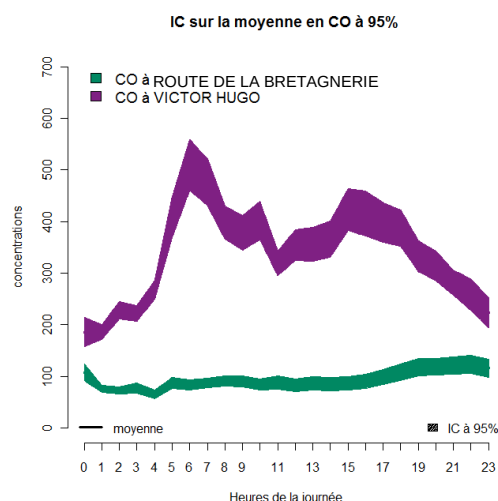


Figure 35 : profil journalier en CO Route de la Bretagne et au niveau du boulevard Victor-Hugo à Nantes, du 3 septembre au 1^{er} octobre 2013
(IC: intervalle de confiance)

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.

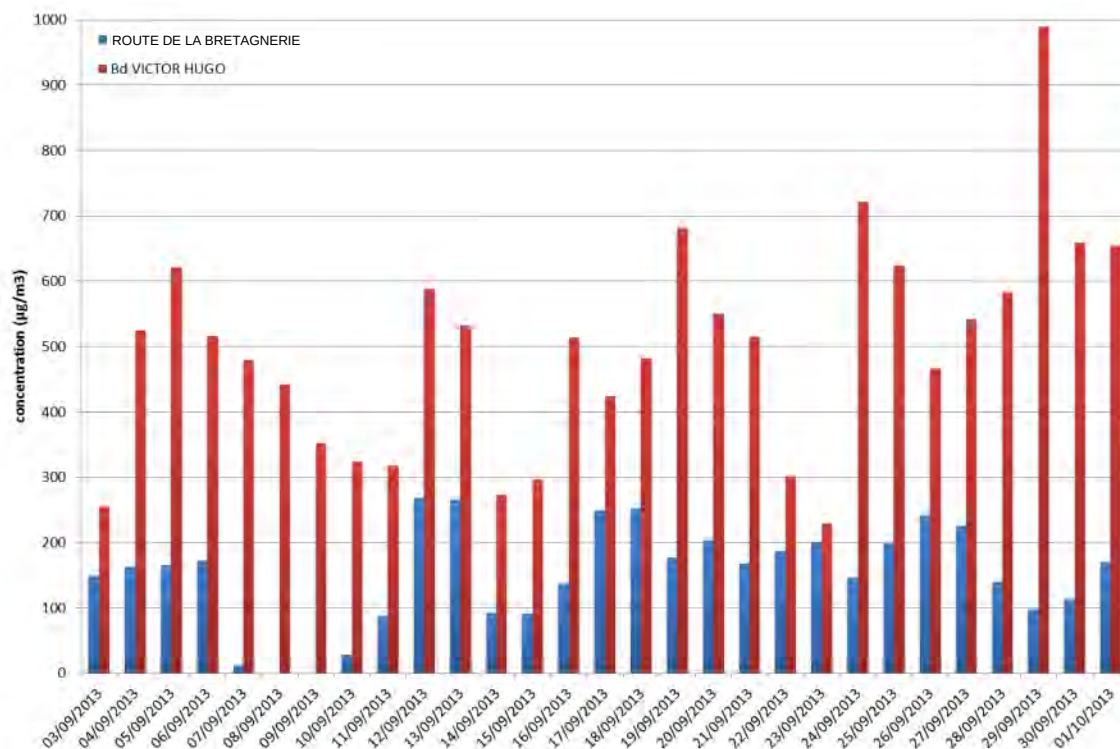


Figure 36 : moyennes 8-horaires maximales en CO Route de la Bretagne et au niveau du bd Victor-Hugo à Nantes

Les niveaux de monoxyde de carbone restent très inférieurs à la valeur limite 8-horaire fixée à $10\,000\ \mu\text{g}/\text{m}^3$, puisque les niveaux de pointe Route de la Bretagne et boulevard Victor-Hugo n'atteignent respectivement que 3 et 10 % de cette valeur réglementaire.

l'ozone

résultats 2013

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 sur le site périurbain d'Épinettes.

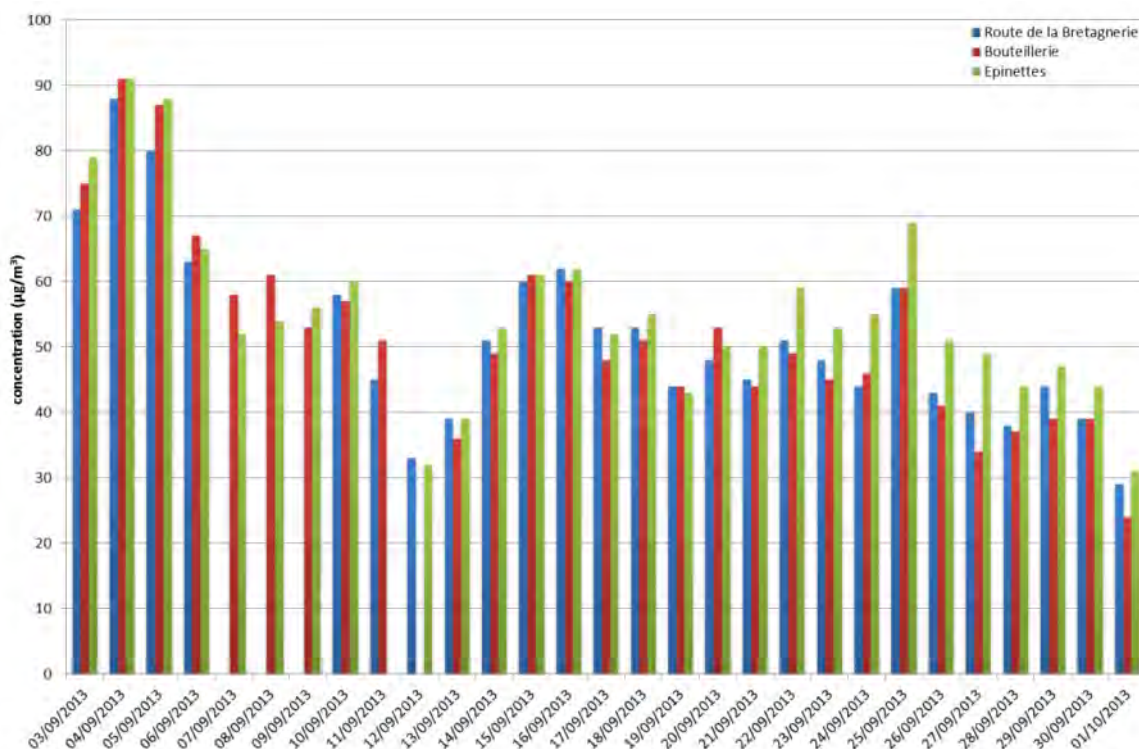


Figure 37 : moyennes journalières en ozone Route de la Bretagne, à Épinettes et au cimetière de la Bouteillerie

		Route de la Bretagne	Cimetière de la Bouteillerie	Épinettes
03/09/13 au 01/10/13	moyenne	51	52	55
	Min	29	24	31
	Max	88	91	91

Tableau 12 : moyennes, minima et maxima journaliers en ozone en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, lors de la campagne de mesures du 3 septembre au 1^{er} octobre 2013

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 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette homogénéité est liée à l'amplitude du phénomène de pollution par l'ozone qui s'étend à grande échelle.

Les niveaux les plus élevés ont été atteints au début du mois de septembre, sous l'influence de conditions anticycloniques à l'origine d'un temps ensoleillé et chaud, les températures dépassant les 30°C le 4 septembre. Ces conditions météorologiques favorisent la formation d'ozone, comme le montre la figure ci-dessous.

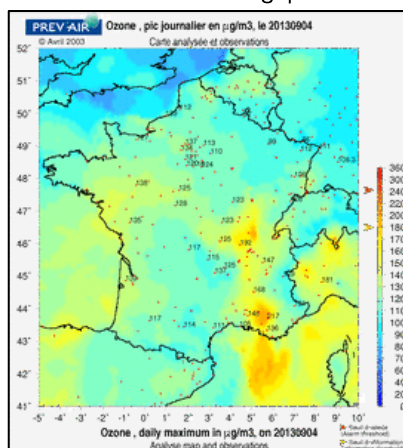


Figure 38 : carte analysée des niveaux d'ozone au niveau national le 4 septembre 2013 (source : Prev'air)

suivi de la réglementation

Les graphiques suivants représentent, pour l'ozone, les maxima horaires glissants et la distribution des moyennes horaires glissantes mesurées Route de la Bretagne à Epinettes durant la campagne de mesure, par pas de temps d'un quart d'heure. Ces mesures sont comparées au seuil de recommandation et d'information fixé à $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$:

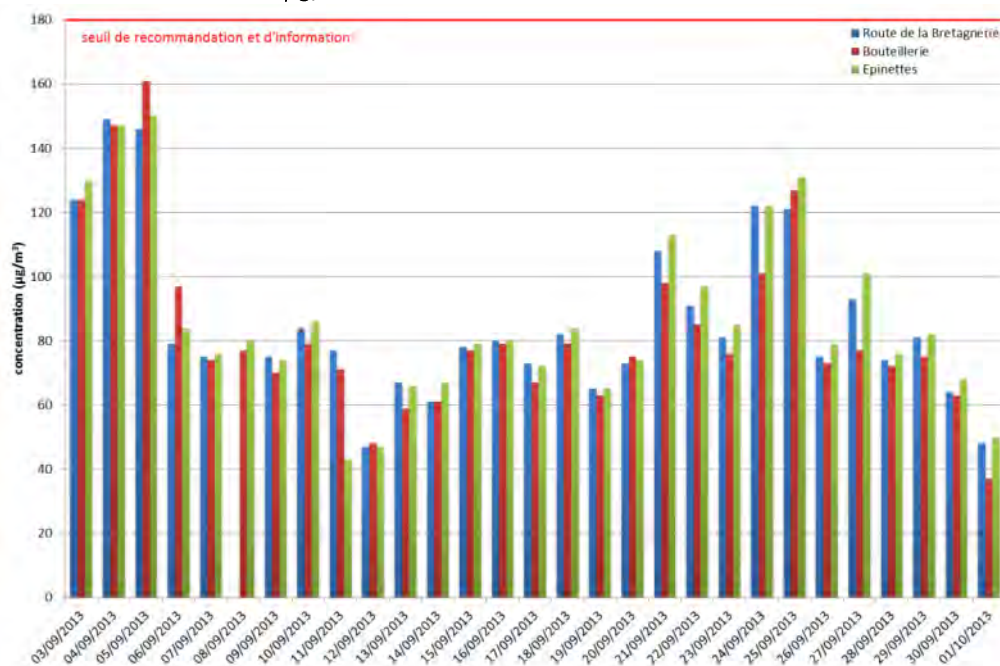


Figure 39 : maxima horaires glissants en ozone Route de la Bretagne, à Epinettes et au cimetière de la Bouteillerie, du 3 septembre au 1^{er} octobre 2013

Le seuil de recommandation et d'information pour l'ozone a été respecté au cours de la campagne de mesure (et donc du seuil d'alerte, $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$), l'ensemble des moyennes horaires enregistrées Route de la Bretagne étant inférieur à $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La moyenne horaire maximale, $149 \mu\text{g}/\text{m}^3$ atteinte le 4 septembre 2013, représente 83% de cette valeur réglementaire.

La figure suivante présente l'évolution temporelle des moyennes 8-horaires maximales en ozone mesurées Route de la Bretagne ainsi qu'au cimetière de la Bouteillerie et au niveau du site périurbain d'Epinettes, au regard de l'objectif de qualité de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$:

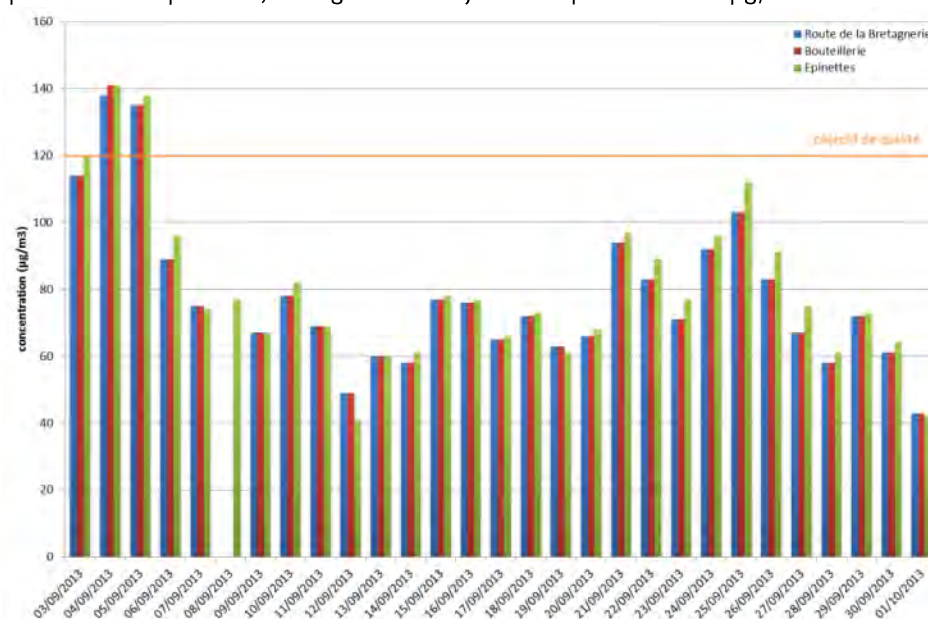


Figure 40 : moyennes 8-horaires maximales en ozone Route de la Bretagne, à Epinettes et au cimetière de la Bouteillerie par rapport à l'objectif de qualité, du 3 septembre au 1^{er} octobre 2013

L'objectif de qualité fixé à $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne 8-horaire maximale du jour a été dépassé Route de la Bretagne à 2 reprises, successivement les 4 et 5 septembre avec 138 puis $135 \mu\text{g}/\text{m}^3$, au cours de la campagne de mesure. Ces dépassements ne sont pas spécifiques au site de la Bretagne et ont concerné l'ensemble du réseau régional de surveillance.

En résumé la pollution par l'ozone enregistrée sur le site de la route de la Bretagne est représentative d'une pollution régionale enregistrée en milieu urbain et périurbain.

le dioxyde de soufre

résultats 2013

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

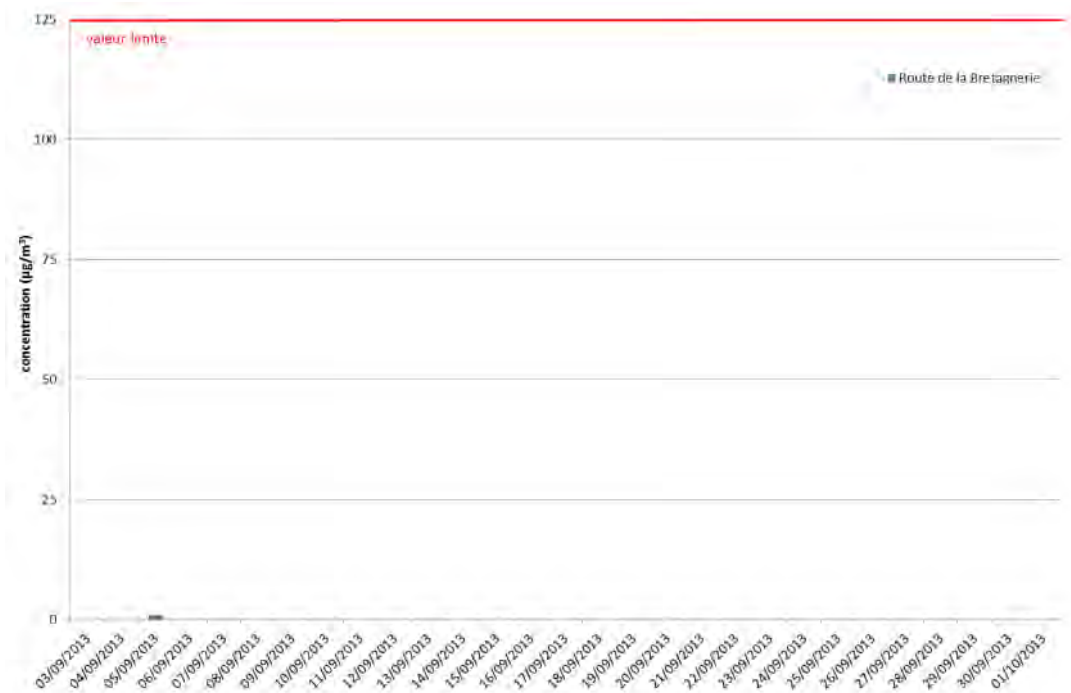


Figure 41 : moyennes journalières en dioxyde de soufre Route de la Bretagne, du 3 septembre au 1^{er} octobre 2013

Les concentrations moyennes journalières enregistrées Route de la Bretagne 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Le 19 septembre, la moyenne journalière maximale mesurée durant cette campagne n'excède pas 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, soit moins de 1% de la valeur limite fixée à 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Le graphique suivant présente l'évolution temporelle des maxima horaires en dioxyde de soufre.



Figure 42 : maxima horaires en dioxyde de soufre Route de la Bretagne, du 3 septembre au 1^{er} octobre 2013

Le maximum horaire le plus élevé mesuré durant la campagne de mesure Route de la Bretagne n'a pas excédé 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, le 5 septembre, soit moins de 4% du seuil d'information et de recommandation fixé à 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire.

comparaison aux études passées

La campagne 2013 confirme la faiblesse des niveaux en dioxyde de soufre précédemment évalués dans l'environnement de l'aéroport.

Durant l'été 2009, les niveaux n'ont pas dépassé $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [D], à l'hiver 2010, $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [E] à l'été 2011, $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [F] et enfin lors de cette étude, $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

étude d'impact des activités de l'aéroport

Compte tenu des concentrations très faibles et proches des limites de détection analytiques, aucun impact des activités de l'aéroport n'est visible sur la pollution par le dioxyde de soufre.

résultats : air intérieur

L'évaluation de la qualité de l'air intérieur dans l'aérogare a été réalisée au niveau des quatre sites de mesure instrumentés depuis 2009 : l'accueil du hall 1, la salle d'embarquement du hall 3, la zone d'enregistrement du hall 4 et le Café News. 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 **17 au 24 septembre 2013 (période 1)**, puis du **24 septembre au 1^{er} octobre 2013 (période 2)**.

Les résultats des mesures seront mis en perspective avec ceux des précédentes campagnes afin d'apprécier la variabilité saisonnière.

	Sites de mesure	périodes
Campagne 2008 (CETE) [C]	halls d'embarquement 1 et 4	hiver 2008
Campagne 2009 [D]	accueil hall 1, salle d'embarquement hall 3, zone d'enregistrement hall 4 et zone réservée : « café News » (hall3)	été 2009
Campagne 2010 [E]	accueil hall 1, salle d'embarquement hall 3, zone d'enregistrement hall 4 et zone réservée : « café News » (hall3)	hiver 2010
Campagne 2011 [F]	accueil hall 1, salle d'embarquement hall 3, zone d'enregistrement hall 4 et zone réservée : « café News » (hall3)	été 2011
Campagne 2012 [H]	accueil hall 1, salle d'embarquement hall 3, zone d'enregistrement hall 4 et zone réservée : « café News » (hall3)	hiver 2012

Tableau 13 : campagnes de mesure réalisée depuis 2008 dans l'environnement de l'aéroport de Nantes-Atlantique, sites de mesure et périodes.

Pour rappel, l'analyse des données météorologiques pendant les deux périodes de mesure indique :

- des températures approchant les normales saisonnières : température moyenne de 16,5°C (période 1) et 17,8°C (période 2) avec un déficit de précipitations.
- une prédominance des vents de secteur ouest à nord-ouest (période 1), puis légèrement nord-est (période 2).

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

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

le dioxyde d'azote

résultats 2013

L'évolution des concentrations moyennes en dioxyde d'azote mesurées en intérieur lors des 2 périodes de mesure est comparée aux niveaux extérieurs mesurés sur le parking 2 pendant 2 semaines.

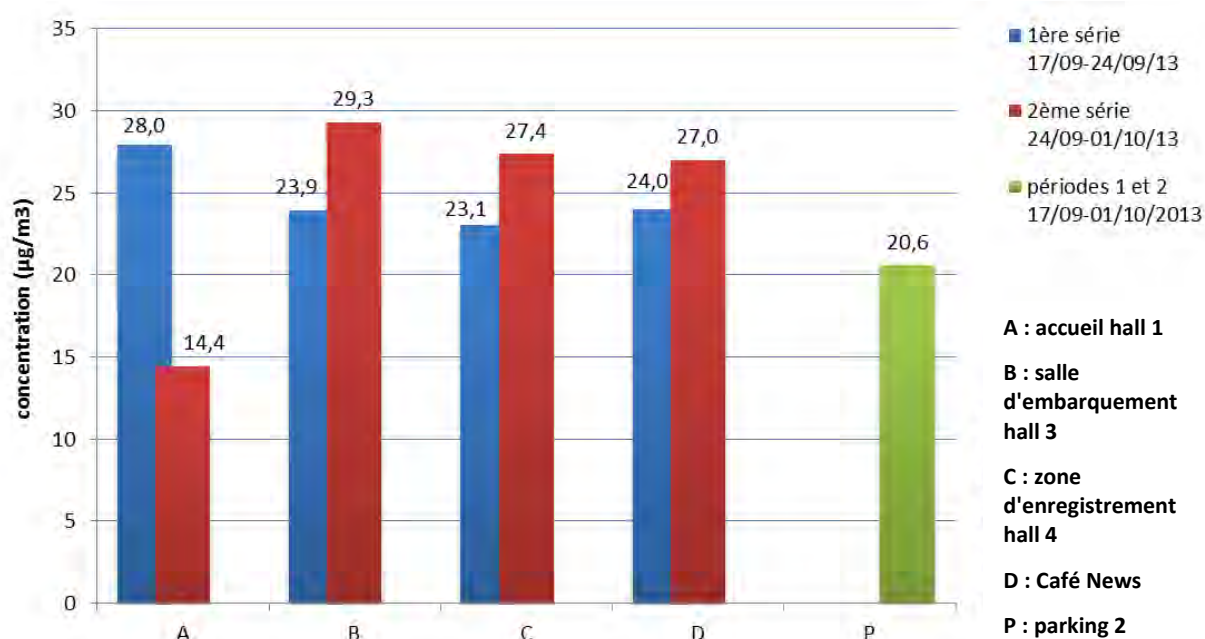


Figure 43 : concentrations moyennes en dioxyde d'azote au niveau des 4 sites de mesure et du parking 2 extérieur

Les concentrations moyennes mesurées dans la salle d'enregistrement du hall 4, dans la salle d'embarquement du Hall 3 et dans le café News augmentent en moyenne de 18% entre les 2 périodes de mesure.

A contrario, les niveaux en dioxyde d'azote NO₂ mesurés au niveau de l'accueil du hall 1 montrent une forte diminution lors de la seconde période de mesure (-48%). La voie de «dépose minute» passant devant le hall 1 n'était pas accessible aux véhicules durant la période d'analyse, diminuant la pollution devant ce hall et contribuant ainsi à une baisse des niveaux de NO₂ dans le Hall 1, liée au transfert de l'air extérieur vers l'intérieur.

Les concentrations moyennes, minimales et maximales en dioxyde d'azote mesurées lors de la campagne de mesure en air extérieur et en air intérieur sont résumées dans le tableau suivant et exprimées en µg/m³ :

		Sites au sein de la plateforme aéroportuaire (6 sites)	Sites de fond (10 sites)	Air intérieur (4 sites)
17/09/13 au 01/10/13	Moyenne	20	12	25
	Min	15	9	14
	Max	29	15	29

Tableau 14 : concentrations moyennes en dioxyde d'azote durant la campagne de mesure en 2013

Ces concentrations, mesurées à l'intérieur de l'aérogare, sont **supérieures de 20% à celles mesurées en air extérieur au sein de la plateforme aéroportuaire** (12% en 2012, 34% en 2011, 38% en 2010) et de **52% à celles relevées au niveau des sites de fond** (34% en 2012, 42 % en 2011, 60% en 2010). Comme les années précédentes, l'hypothèse de l'existence d'un transfert de la pollution extérieure vers l'intérieur de l'aérogare, conjuguée à une accumulation à l'intérieur, est à nouveau confirmée.

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 suivante :

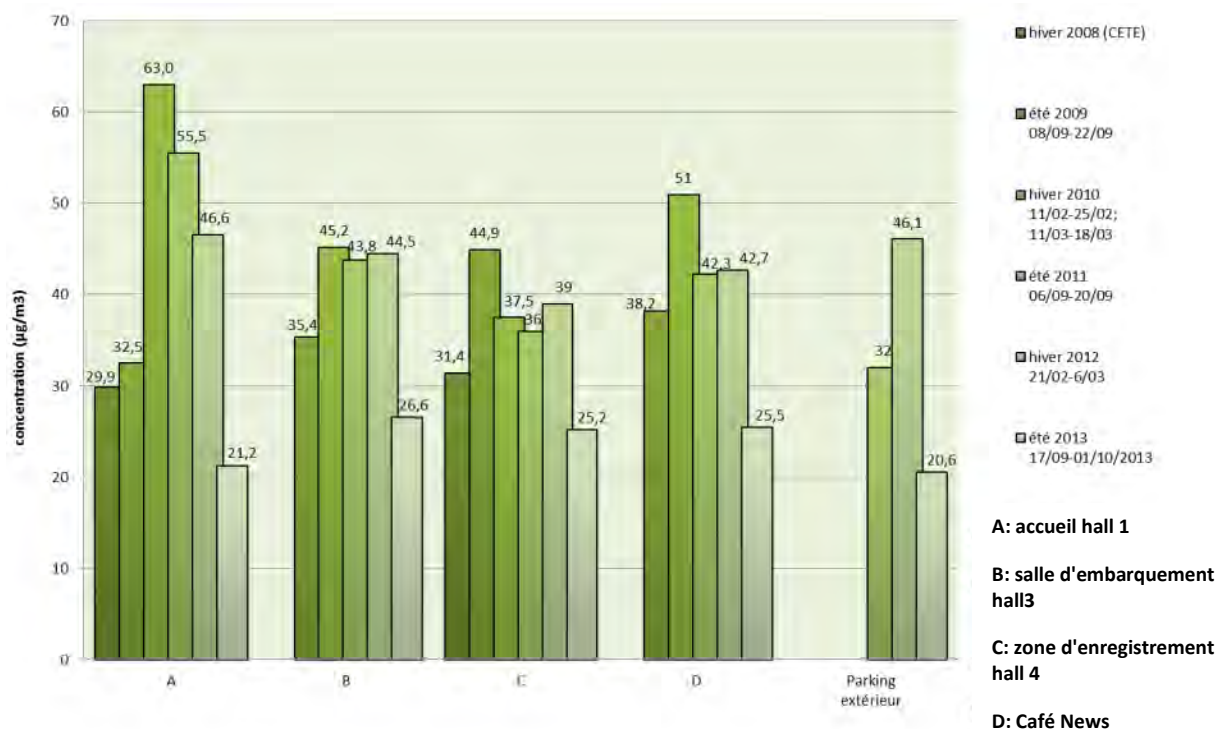


Figure 44 : évolution des concentrations moyennes en dioxyde d'azote au niveau de 2 et 4 sites investigués depuis 2008

Par rapport à l'hiver 2012, les concentrations moyennes en dioxyde d'azote mesurées en 2013 sont moins importantes, avec une baisse de 35% (hall 4) à 55% (Hall 1). Les conditions météorologiques de 2013 ont été propices à la diminution des émissions d'oxydes d'azote et à leur dispersion dans l'air, phénomène confirmé par la baisse de 55% des niveaux de dioxyde d'azote au niveau du parking extérieur.

De plus, le Hall 1 a été moins exposé aux transferts de pollution du fait d'un arrêt de la circulation automobile en face de celui-ci, confirmé par les concentrations 52% plus faibles que les autres concentrations mesurées en été dans cette partie du bâtiment.

suivi de la réglementation et comparaison à la valeur guide de qualité d'air intérieur

Sachant que les teneurs en dioxyde d'azote NO₂, enregistrées depuis 2008 en période hivernale et estivale, dépassent systématiquement la valeur de 20 µg/m³ (cf. graphique ci-dessus), les risques de dépassements de la valeur guide NO₂, parue en 2013 et fixée par l'ANSES à 20 µg/m³ en moyenne sur un an, sont significatifs.

Les valeurs guides de l'Anses ainsi que les valeurs réglementaires sont regroupées dans l'annexe 8.

les aldéhydes résultats 2013

Le graphique suivant présente les concentrations moyennes en aldéhydes au niveau des 4 sites de mesure de l'aérogare en 2013 (résultats en annexe 2).

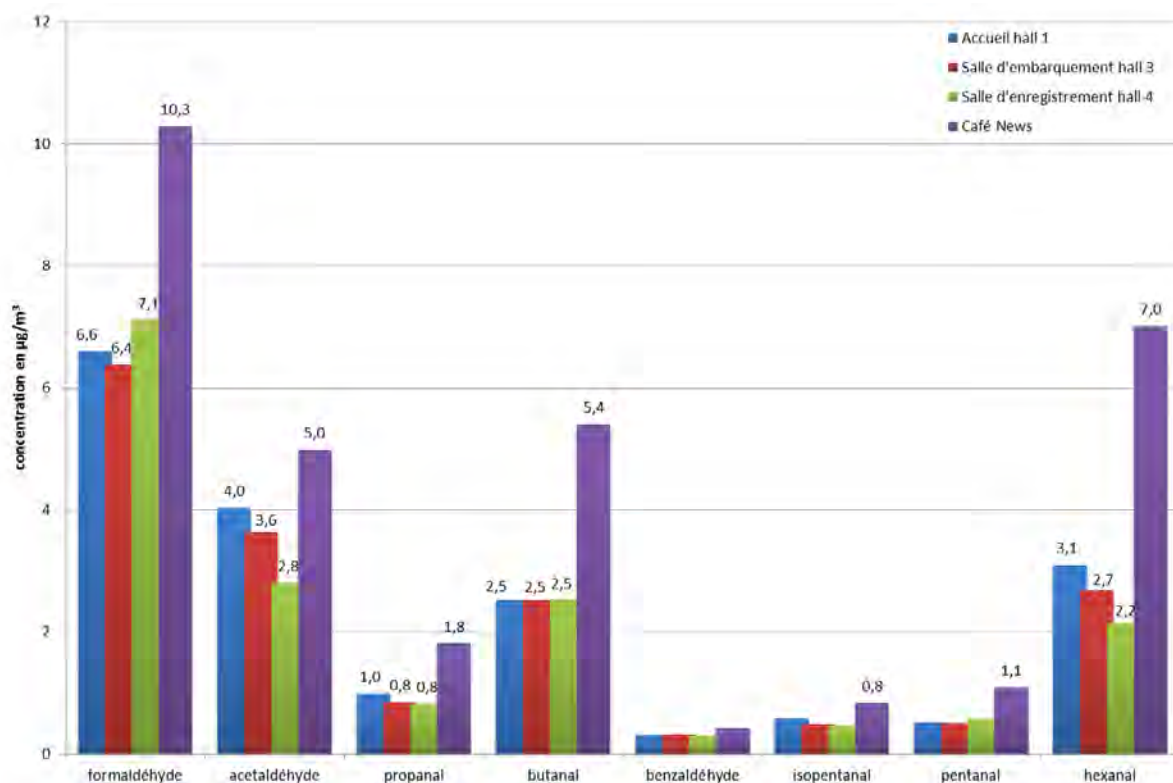


Figure 45 : concentrations moyennes en aldéhydes mesurées sur 4 sites de l'aérogare, du 17 septembre au 1^{er} octobre 2013

Cinq polluants se distinguent en termes des concentrations les plus importantes : le formaldéhyde, l'hexanal, l'acétaldéhyde et le butanal, majoritairement au niveau du café News, puis à l'accueil du hall 1 et zone d'enregistrement du hall 4.

La présence de services sur ces sites (points presse, restauration, bar, parfumeries) et les aménagements (moquettes au Café News, hall 3, bois dans le hall 4) sont à l'origine de ces niveaux d'aldéhydes plus importants. Les concentrations des autres aldéhydes sont inférieures à 2 µg/m³.

Dans la famille des aldéhydes, le formaldéhyde est un polluant classé prioritaire par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) et des valeurs réglementaires ont été publiées en 2011 pour ce polluant.

Les concentrations moyennes en formaldéhyde pour les 2 périodes de mesure en 2013 sont représentées sur la figure suivante :

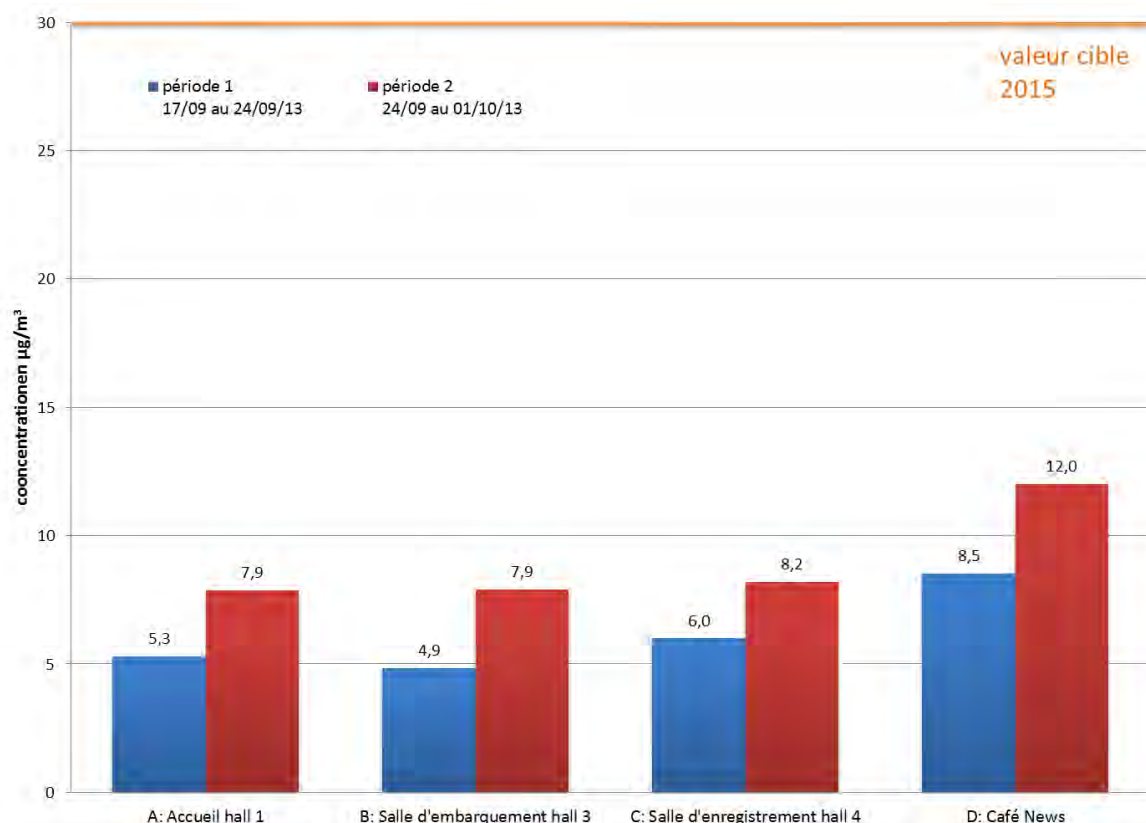


Figure 46 : concentrations moyennes en formaldéhyde sur les 2 périodes de mesure en 2013

Les plus fortes concentrations en formaldéhyde sont enregistrées au niveau du Café News en lien avec un confinement plus important que les autres sites de mesure. De plus, l'aménagement du Café News (moquette au sol, point presse, parfumerie) peut être à l'origine d'émissions de formaldéhyde sur ce site. Les émissions sont également accentuées par les conditions climatiques chaudes et humides de la saison estivale.

comparaison à la valeur cible air intérieur pour le formaldéhyde

En 2013, les niveaux moyens de formaldéhyde mesurés apparaissent en dessous de la valeur guide de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à atteindre à compter du 1^{er} janvier 2015, puisqu'elles représentent entre 16% et 40% de cette valeur (respectivement Hall 3 et Café News).

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.

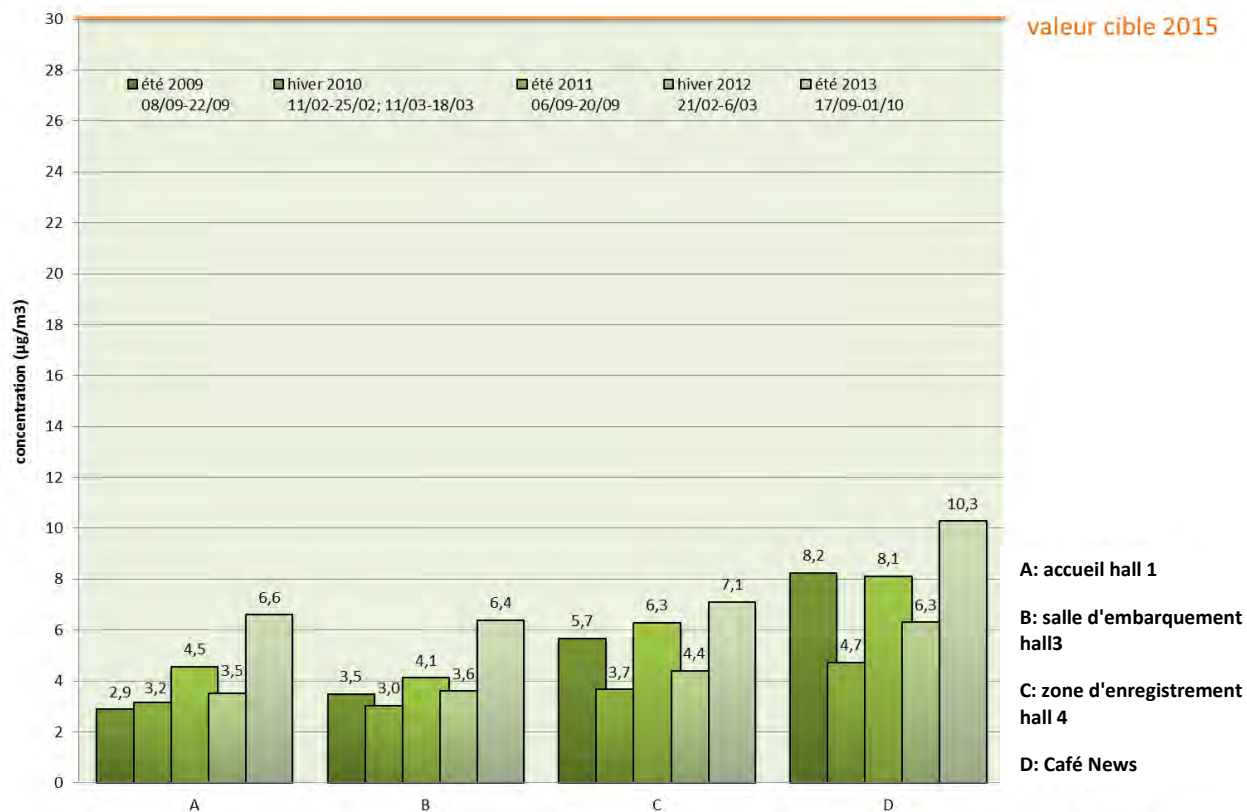


Figure 47 : concentrations moyennes en formaldéhyde enregistrées lors des campagnes de mesure depuis 2009

En 2013, les concentrations moyennes en formaldéhyde enregistrées au sein de l'aérogare indiquent des niveaux plus importants sur les 4 sites instrumentés par rapport aux campagnes de mesure menées depuis 2009, avec une augmentation de 38% (Hall 4) à 47% (Hall 1). Cette variation des niveaux moyens en formaldéhyde s'explique par la saisonnalité des mesures, particulièrement observable au niveau du hall 4 et du Café News.

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	acétaldéhyde	acroléine	benzaldéhyde	butanal	Formaldéhyde	hexanal	isopentanal,	propanal,	pentanal
Nantes-Atlantique 2013	4 sites 17/09-01/10/13	3,9 [2,7-5,1]	0	0,3 [0,3-0,5]	3,2 [2,2-6,0]	7,6 [5,3-12,0]	3,7 [2,1-8,5]	0,6 [0,4-0,9]	1,1 [0,7-2,2]	0,7 [0,4-1,3]
Nantes-Atlantique 2012	4 sites 21/02-06/03/12	3,2 [2,5-4,0]	0	0,2 [0,2-0,3]	3,1 [2,1-5,1]	4,4 [3,3-6,4]	2,5 [1,6-4,5]	0,5 [0,4-0,6]	2,0 [2,1-4,1]	0,7 [0,6-0,8]
Nantes-Atlantique 2011	4 sites 06/09-20/09/11	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 [J]	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 [J]	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 [K]	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 [L]	17/11 au 21/11/08	10,8	-	1,0	5,7	36,3	-	<0,5	2,6	2,3
Ecoles maternelles et crèches [M]	12-16 juin 06, 2-6 oct 06, 11-15 dec 06, 5-9 mars 07	7,2	-	-	-	21,6	-	-	-	-
Logements [N]	567 sites - Médiane des concentratio ns	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 aux Herbiers [O]	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 15 : concentrations moyennes [min-max] en aldéhydes mesurées en air intérieur au cours d'études de référence

Les concentrations en aldéhydes mesurées dans l'aéroport Nantes-Atlantique sont dans la moyenne des résultats de mesure des autres aéroports français. Les niveaux sont inférieurs aux autres environnements intérieurs du type établissements scolaires et maison, du fait de la configuration différente entre les types de bâtiments et les activités : petits volumes, confinement plus important, sources d'émissions différentes.

les BTEX résultats 2013

Les concentrations moyennes en BTEX enregistrées en 2013 sur les 4 sites de mesure de l'aérogare sont représentées sur la figure suivante (résultats en annexe 2).

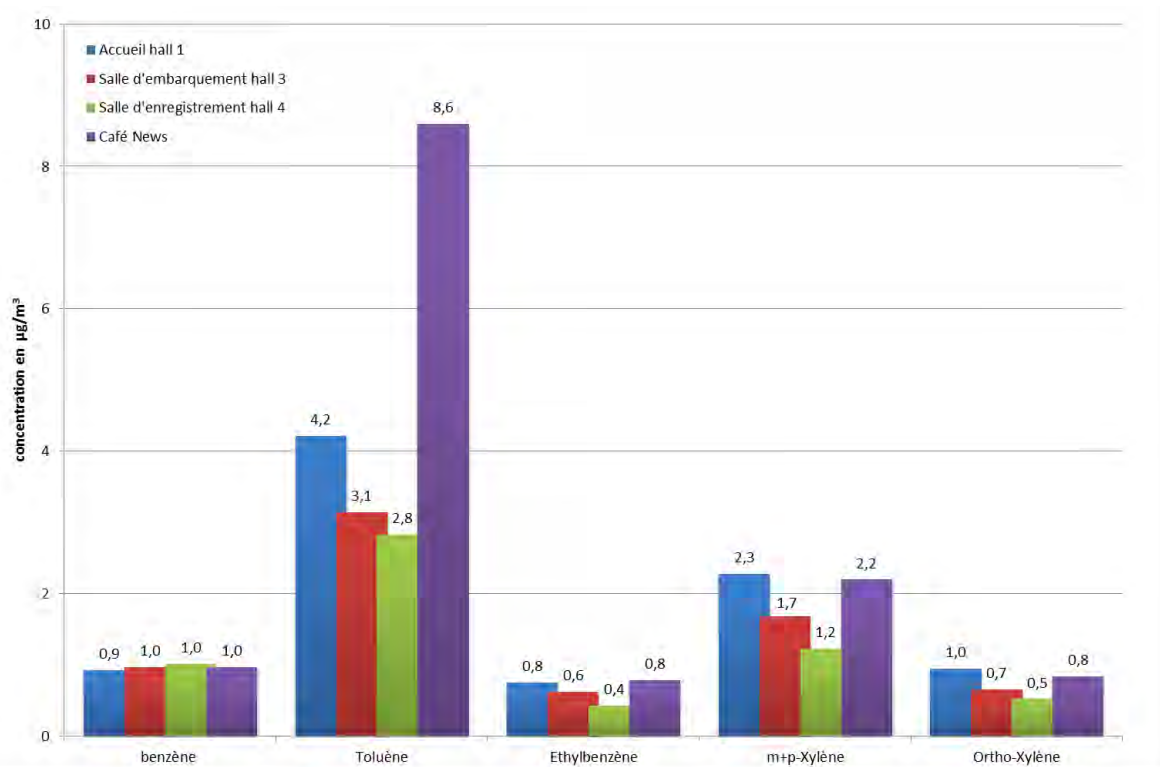


Figure 48 : concentrations moyennes en BTEX mesurés sur 4 sites de l'aérogare, du 17 septembre au 1^{er} octobre 2013

Comme lors des campagnes précédentes, le toluène est le polluant mesuré avec les plus fortes concentrations, au niveau du Café News et dans une moindre mesure de l'accueil du hall 1, en lien avec des sources intérieures émettrices de toluène (colles, peintures, produits d'entretien). Les niveaux moyens des autres polluants sont inférieurs à 3 µg/m³.

Le benzène présente des concentrations moyennes qui restent faibles mais néanmoins supérieures aux niveaux extérieurs du parking 2. Cela suppose un transfert et une concentration de la pollution extérieure dans le bâtiment.

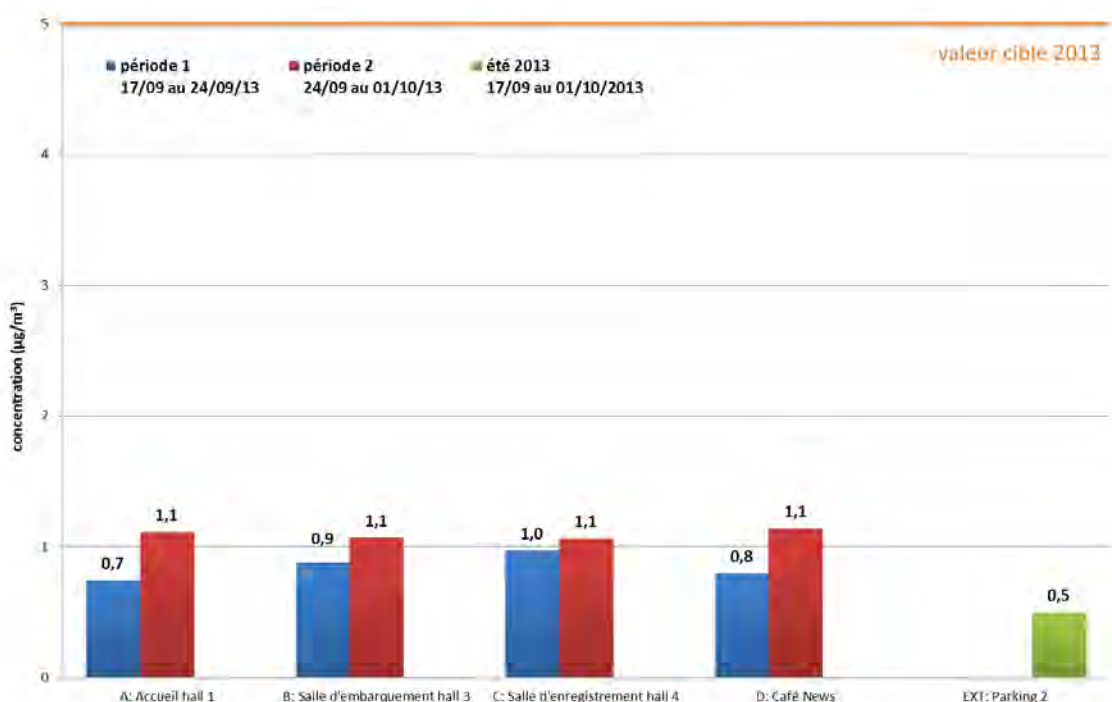


Figure 49 : concentrations moyennes en benzène sur les 2 périodes de mesure en 2013

Le tableau suivant 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)
20 15 29	Moyenne	0,4	0,4	1,0
	Min	0,4	0,3	0,7
	Max	0,5	0,5	1,1

Tableau 16 : concentrations moyennes externe et interne en benzène durant la campagne de mesure 2012

La concentration moyenne en benzène mesurée au sein de l'aérogare est supérieure à celles mesurées en air extérieur au sein de la plateforme aéroportuaire et des sites de fond, suggérant un transfert de polluant extérieur et une concentration dans l'aérogare.

comparaison à la valeur cible air intérieur

En 2013, tous les niveaux moyens de benzène mesurés apparaissent en dessous de la valeur guide de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à compter du 1^{er} janvier 2013, en moyenne d'un facteur 5.

comparaison aux études précédentes

Une étude comparée des résultats pour le benzène a été réalisée avec ceux enregistrés lors des campagnes de mesure précédentes.

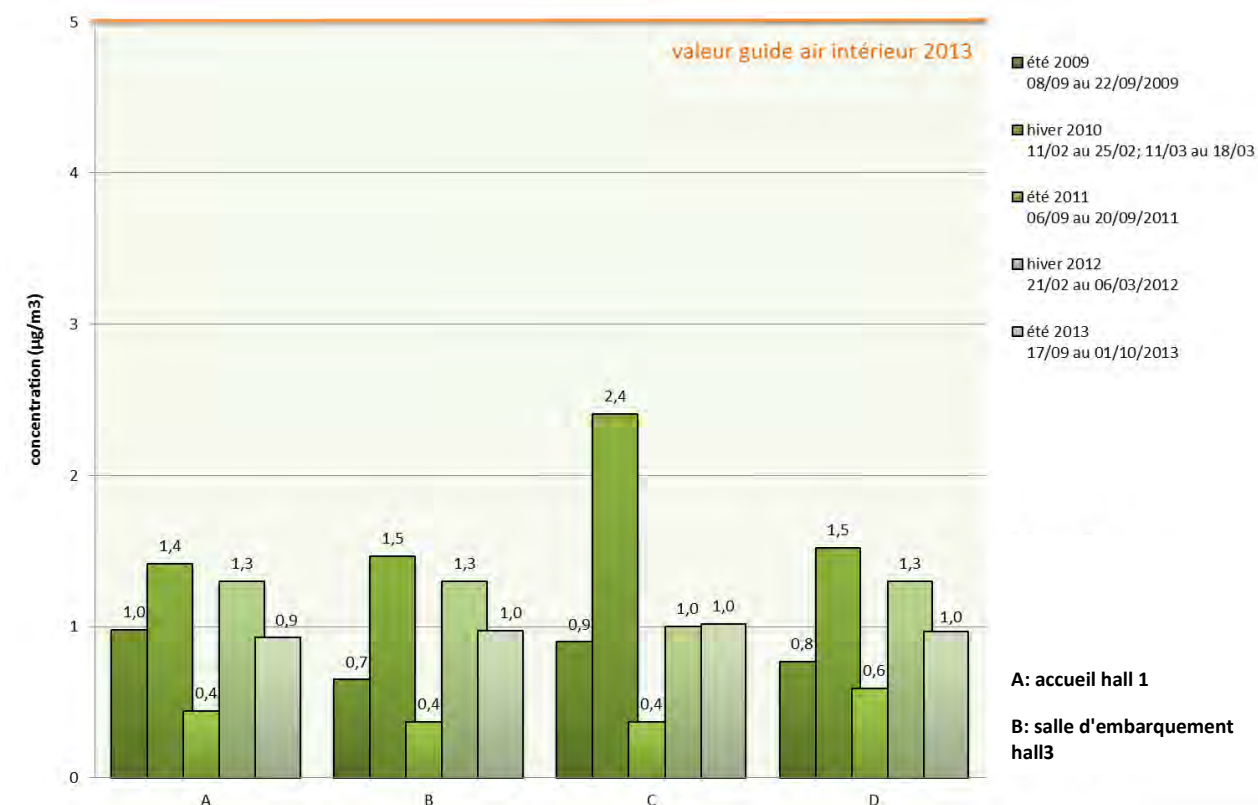


Figure 50 : évolution des concentrations moyennes en benzène mesurées en air intérieur dans les 4 sites de l'aérogare depuis 2009

En 2013, les niveaux de benzène enregistrés sont inférieurs à ceux mesurés en 2012. Ces plus faibles concentrations 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. Ceci est confirmé par l'observation des valeurs maximales en benzène, lors de l'hiver 2010 et de l'hiver 2012.

La représentation des résultats de mesures de BTEX (figure suivante) selon les sites et les années de mesure montre que le toluène représente le polluant mesuré avec les plus fortes concentrations depuis 2009. Comme les années précédentes, les concentrations en toluène sont plus importantes avec des concentrations plus fortes au niveau du Café News.

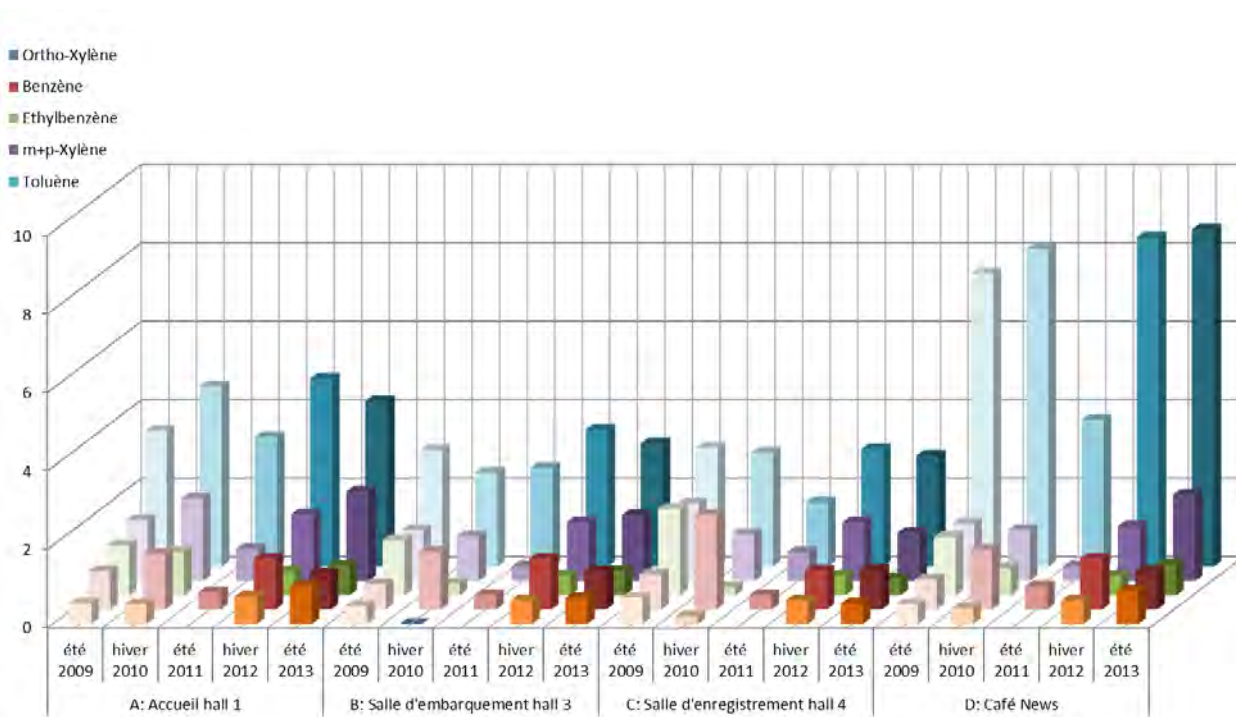


Figure 51 : évolution des concentrations moyennes en BTEX mesurées en air intérieur dans les 4 sites de l'aérogare depuis 2009

La représentation du ratio toluène/benzène (figure suivante) montre un ratio plus élevé au niveau du Café News du fait d'émissions plus importantes en toluène sur ce site.

Ces concentrations peuvent être liées aux émissions des produits de décoration, de matériaux (moquette) et autres produits utilisés sur ces sites (colles, peintures, produits d'entretien).

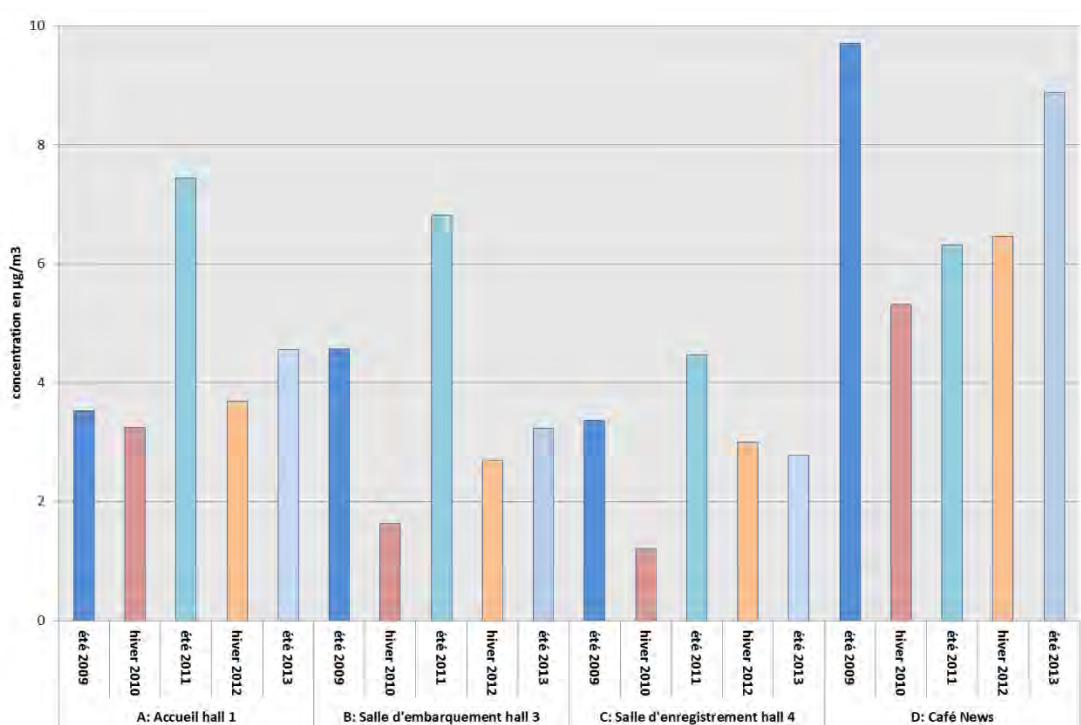


Figure 52 : représentation du ratio toluène/benzène sur les sites de mesure depuis 2009

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	Ethyl-benzène	M+p xylène	o-xylène	styrène
Nantes-Atlantique 2013	4 sites 17/09-01/10/13	1,0 (0,7-1,1)	4,7 (2,5-9,9)	0,6 (0,4-0,9)	1,8 (1,1-2,9)	0,7 (0,5-2,9)	-
Nantes-Atlantique 2012	4 sites 21/02-06/03/12	1,2 (0,9-1,5)	4,9 (2,3-9,1)	0,5 (0,5-0,6)	1,5 (1,3-1,7)	0,6 (0,5-0,7)	-
Nantes-Atlantique 2011	4 sites 06/09-20/09/11	0,4 [0,3-0,7]	2,8 [1,0-6,4]	nd	0,6 [0,4-0,9]	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 [J]	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 [J]	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 [P]	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 [P]	5 sites – hiver 2002	0,7 (0,6-0,7)	22(14,9-31,3)	-	16,9 (14,4-18,1)		-
Ecole et lycée [K]	2 sites – septembre 2008 à juillet 2009	0,9	3,9	0,8	2,7	1,0	-
Logements [N]	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 aux Herbiers [Q]	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 17 : concentrations moyennes [min,max] en BTEX mesurées en air intérieur au cours d'études de référence

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

- des niveaux en benzène mesurés en 2013 comparables aux niveaux mesurés lors des études dans les autres aéroports en période hivernale et en dessous des valeurs mesurées dans les établissements scolaires et les logements (configuration différente).
- 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

Dans les communes jouxtant la zone aéroportuaire Nantes-Atlantique, la pollution moyenne mesurée au cours du mois de septembre 2013 est représentative de niveaux de fond urbain, tendant parfois même vers des niveaux de fond rural pour les sites les plus éloignés de l'agglomération nantaise et de son boulevard périphérique. Sur le site de la route de la Bretagne, les seuils d'informations n'ont pas été dépassés et les risques de dépassements des valeurs limites et objectifs de qualité demeurent très faibles. L'influence des activités de l'aéroport sur les niveaux enregistrés est négligeable devant les émissions de l'agglomération nantaise.

Au sein de la plateforme aéroportuaire, cette étude confirme l'impact de l'activité de la zone aéroportuaire, impact limité à la plateforme, notamment au niveau du parking voitures et des 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, mais de façon atténuée par rapport aux étés précédents. En septembre 2013, l'arrêt de la circulation automobile sur la voie de «dépose minute», a permis de diminuer significativement les concentrations en dioxyde d'azote au niveau du parking voitures. Cette voie sera à nouveau ouverte à la circulation, mais limitée aux taxis et véhicules autorisés uniquement. Enfin, les mouvements de décollage et atterrissage des avions n'ont pas d'impact sur les teneurs mesurées en bout de piste.

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

Les concentrations moyennes en benzène enregistrées lors de la campagne de mesure de 2013 sont en dessous de la valeur guide $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ⁽²⁰¹³⁾. Concernant le formaldéhyde, les concentrations moyennes enregistrées sont en dessous de la valeur guide de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ⁽²⁰¹⁵⁾.

Concernant le dioxyde d'azote, on observe une diminution d'environ 50% de concentrations au niveau du Hall 1, qui s'explique par une qualité de l'air extérieur plus favorable et l'arrêt de la circulation automobile sur la voie de «dépose minute».

Comme les campagnes de mesure précédentes, il apparaît que les niveaux moyens en dioxyde d'azote (NO_2) mesurés en air intérieur sont plus importants que ceux de l'air extérieur (parking 2, à proximité), excepté pour le hall 1 où l'arrêt de la circulation automobile à proximité a provoqué une baisse des niveaux enregistrés, entraînant une exposition moindre aux transferts de pollution en provenance des parkings de stationnement, par rapport aux années précédentes.

Les risques de dépassements de la valeur guide NO_2 , parue en 2013 et fixée par l'ANSES à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur un an, restent significatifs. Néanmoins, les teneurs observées sur un mois, en 2013, se rapprochent de cette valeur guide. Cette tendance devrait être confirmée lors de futures études.

Concernant les composés organiques volatils (COV), une augmentation des niveaux des aldéhydes a été enregistrée en 2013 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 2013 du fait d'émissions moins importantes en été.

Comme les années précédentes, les plus fortes concentrations en COV sont mesurées au niveau du Café News, en lien avec un confinement plus important et un aménagement spécifique (moquettes, point presse, restauration, parfumeries). Puis c'est au niveau de l'accueil du hall 1 et de la salle d'enregistrement du hall 4, que les COV sont détectés avec les plus fortes concentrations du fait de sources d'émissions identifiées : services et aménagements en bois.

Leurs concentrations moyennes sont dans la moyenne, voire plus faibles que celles relevées dans d'autres environnements intérieurs d'aérogares (cf. Tableau 17, page 55).

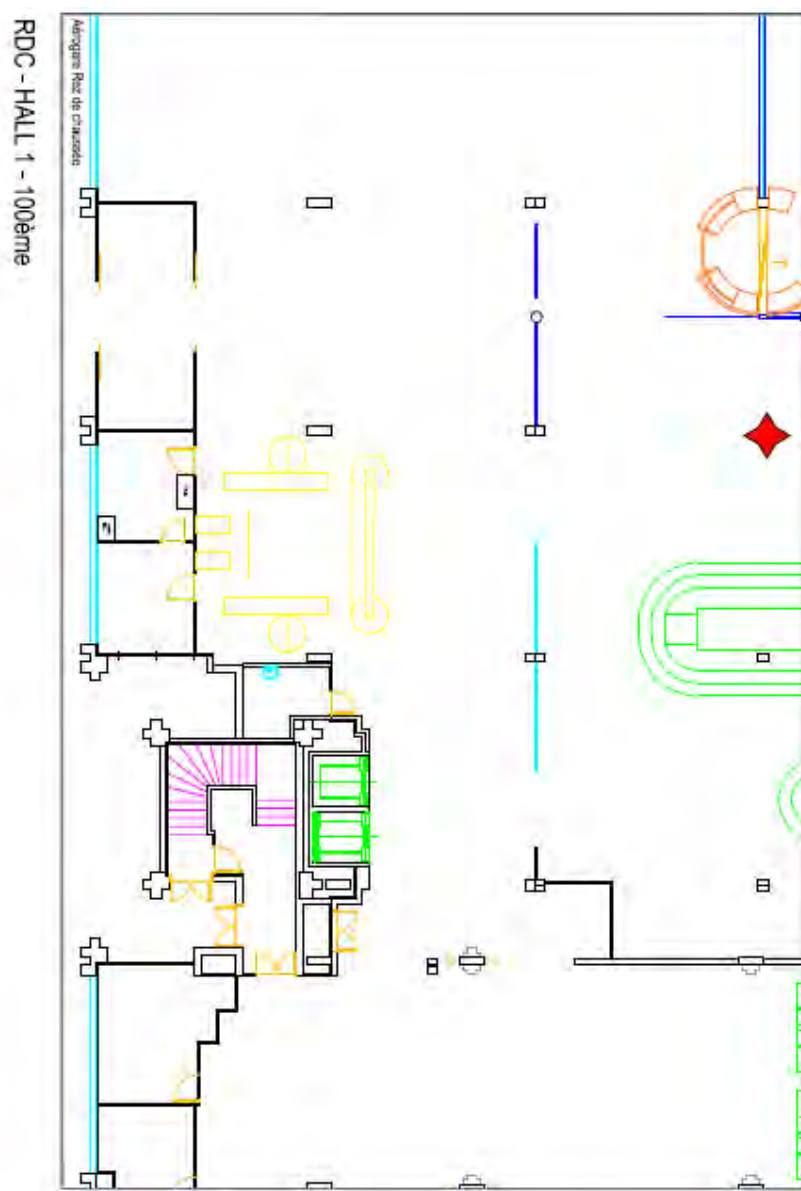
En 2014, des mesures de polluants atmosphériques pendant la période hivernale (février-mars) et selon le même dispositif qu'en 2013 permettront d'étudier l'évolution de la qualité de l'air intérieur de l'aérogare ainsi que l'effet de saisonnalité sur le site de la route de la Bretagne et de confirmer les résultats de cette étude.

annexes

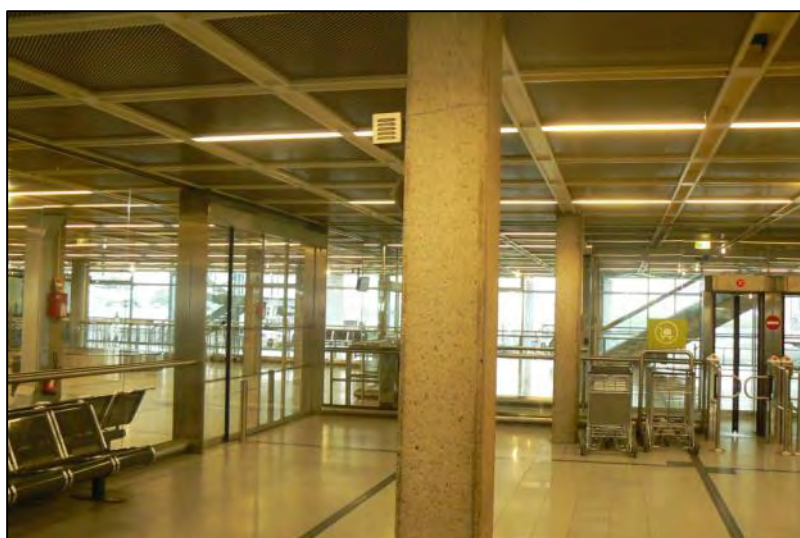
- annexe 1 : localisation des sites de mesure à l'intérieur de l'aérogare
- annexe 2 : résultats des mesures par tubes à diffusion passive
- annexe 3 : Air Pays de la Loire
- annexe 4 : techniques d'évaluation
- annexe 5 : types des sites de mesure
- annexe 6 : les polluants mesurés
- annexe 7 : seuils de qualité de l'air extérieur 2013
- annexe 8 : valeurs de référence de l'air intérieur 2013

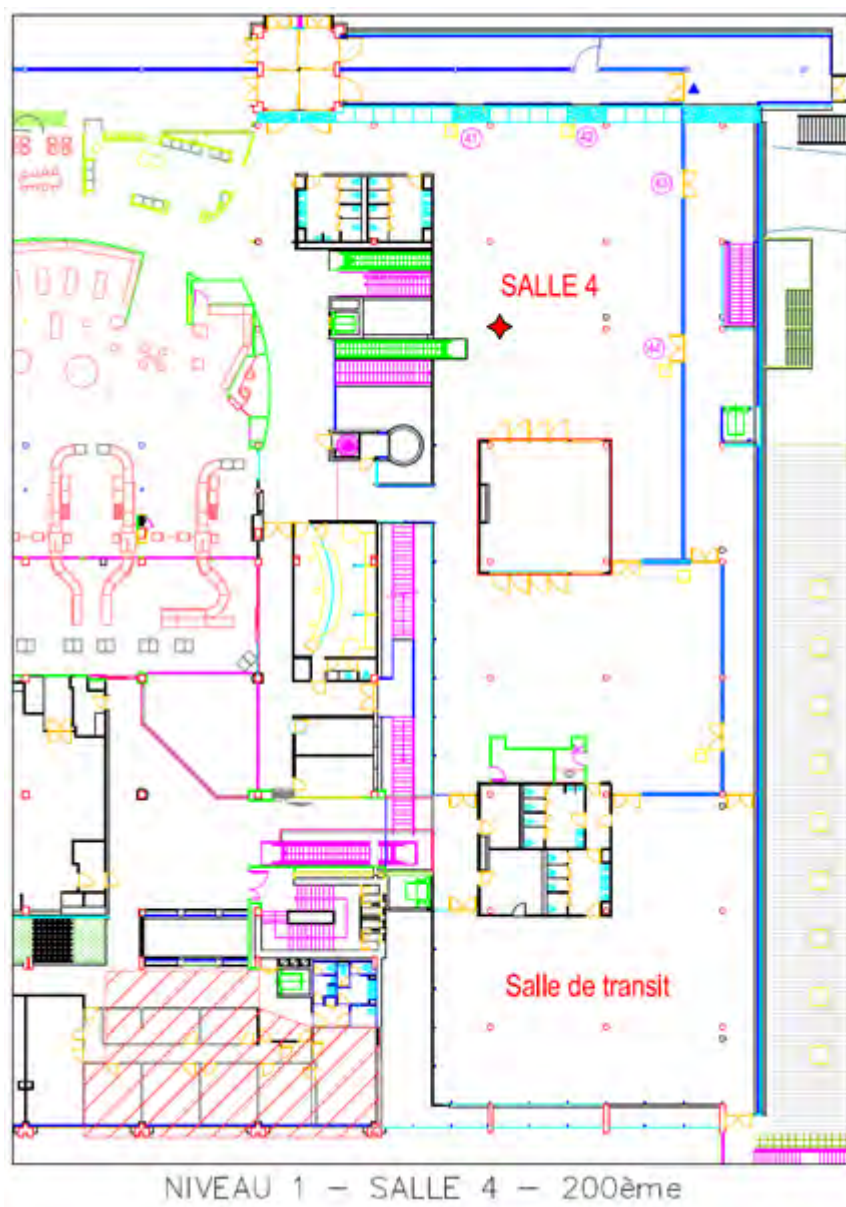
annexe 1 : localisation des sites de mesure à l'intérieur de l'aérogare

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

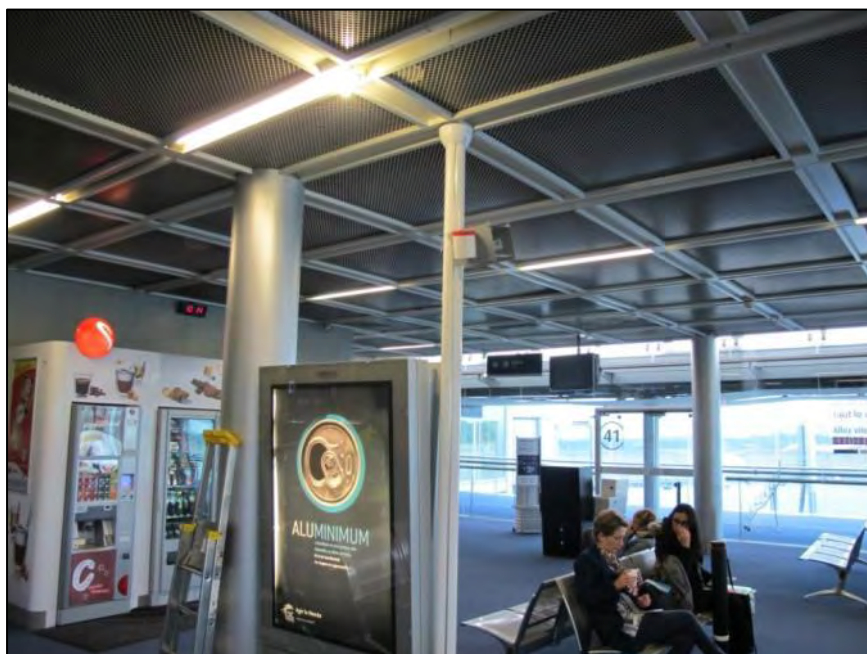


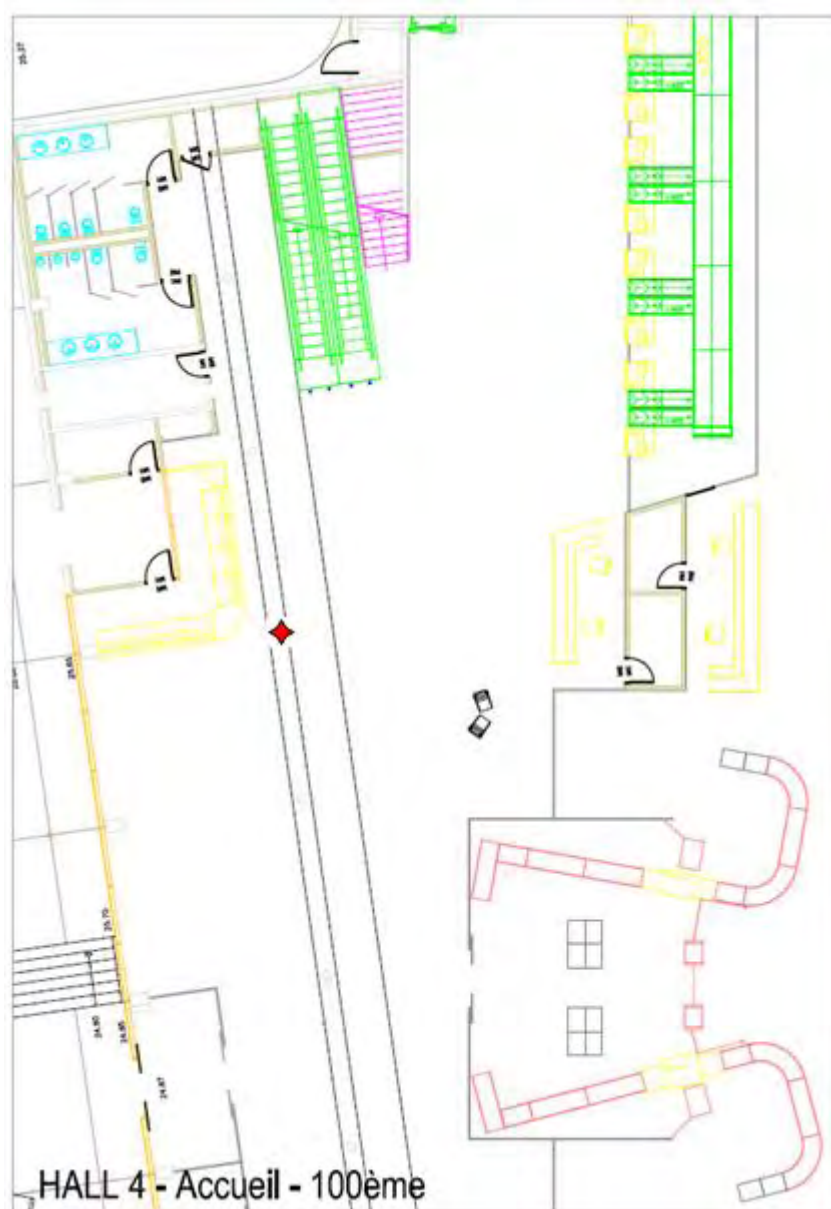
Localisation de l'accueil hall 1 (site A)



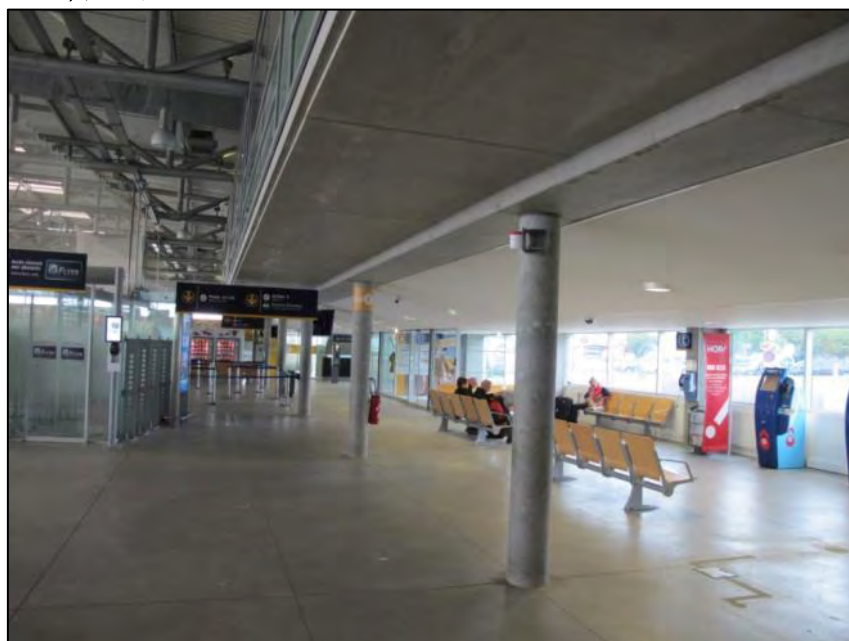


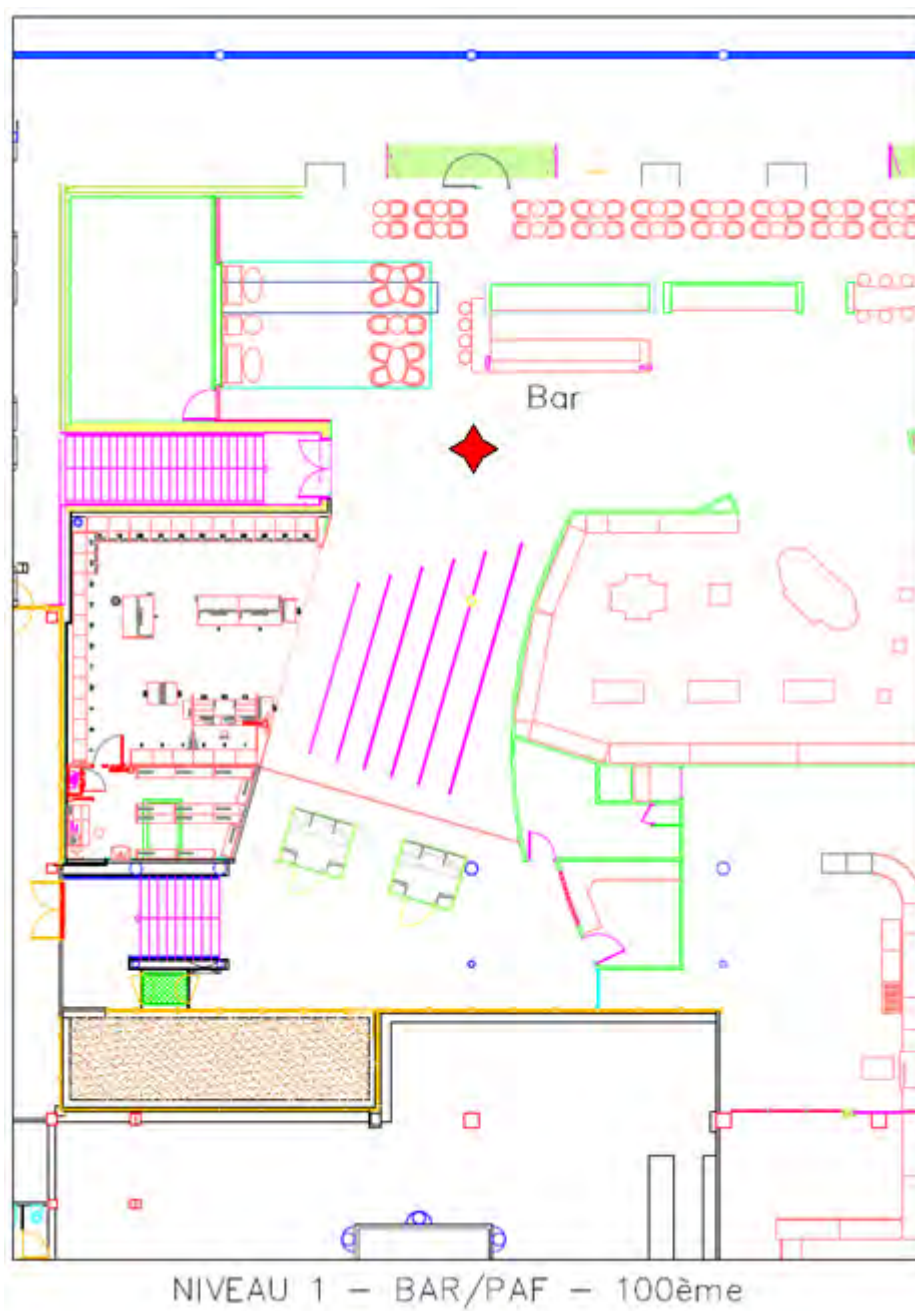
Localisation de la salle
d'embarquement hall 3 (site B)





Localisation de la zone d'enregistrement hall 4 (site C)





Localisation zone réservée – Café News (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	03/09/2013 13:55	17/09/2013 14:05	10,2
n°2: Louis Rossel	03/09/2013 14:05	17/09/2013 14:10	10,8
n°3 parachutistes	03/09/2013 14:20	17/09/2013 14:25	10,7
n°4 : Ecosbuts	03/09/2013 14:25	17/09/2013 14:45	7,3
n°5 : Ecurie du grand lac	03/09/2013 14:35	17/09/2013 14:55	7,2
n°6 : Bauches	03/09/2013 14:45	17/09/2013 15:00	7,1
n°7 : Pinier	03/09/2013 14:55	17/09/2013 15:10	8,3
n°8 : Gauchaux	03/09/2013 15:20	17/09/2013 15:15	10,7
n°9 : Cendrie	03/09/2013 15:30	17/09/2013 15:20	10,1
n°10 : Ranjonnière	03/09/2013 13:45	17/09/2013 13:50	11,2
n°15 : NATL Piste Nord	03/09/2013 09:35	17/09/2013 09:45	11,6
n°12 : NATL Avitaillement	03/09/2013 09:35	17/09/2013 09:45	16,0
n°14 : NATL Embarquement 4	03/09/2013 10:00	17/09/2013 10:15	25,9
n°13 : NATL Embarquement 3	03/09/2013 10:30	17/09/2013 10:30	30,6
n°11 : NATL Piste sud	03/09/2013 10:15	17/09/2013 10:40	8,2
n°16 : NATL Parking 1	03/09/2013 09:50	17/09/2013 10:00	18,6
n°17 : route de la Bretagne	03/09/2013 11:00	17/09/2013 11:30	6,6
n°1: Musse	17/09/2013 14:05	01/10/2013 13:20	15,1
n°2: Louis Rossel	17/09/2013 14:10	01/10/2013 13:30	19,1
n°3 parachutistes	17/09/2013 14:25	01/10/2013 13:40	13,8
n°4 : Ecosbuts	17/09/2013 14:45	01/10/2013 13:50	11,5
n°5 : Ecurie du grand lac	17/09/2013 14:55	01/10/2013 14:05	11,4
n°6 : Bauches	17/09/2013 15:00	01/10/2013 14:20	10,2
n°7 : Pinier	17/09/2013 15:10	01/10/2013 14:35	11,2
n°8 : Gauchaux	17/09/2013 15:15	01/10/2013 14:45	11,2
n°9 : Cendrie	17/09/2013 15:20	01/10/2013 15:00	11,9
n°10 : Ranjonnière	17/09/2013 13:50	01/10/2013 13:15	16,7
n°15 : NATL Piste Nord	17/09/2013 10:00	01/10/2013 09:45	15,9
n°12 : NATL Avitaillement	17/09/2013 10:15	01/10/2013 10:15	18,2
n°14 : NATL Embarquement 4	17/09/2013 10:30	01/10/2013 10:30	27,4
n°13 : NATL Embarquement 3	17/09/2013 10:40	01/10/2013 10:40	34,4
n°11 : NATL Piste sud	17/09/2013 09:45	01/10/2013 10:00	12,8
n°16 : NATL Parking 1	17/09/2013 11:30	01/10/2013 11:50	22,6
n°17 : route de la Bretagne	17/09/2013 11:30	01/10/2013 11:50	10,3

dioxyde d'azote : air intérieur

site	début	fin	NO2 (µg/m³)
A: NATL Accès 1	17/09/2013 11:25	24/09/2013 11:00	28,0
B: NATL Attente 3	17/09/2013 10:50	24/09/2013 10:10	23,9
C: NATL Enregistrement 4	17/09/2013 11:00	24/09/2013 10:45	23,1
D: Zone réservée	17/09/2013 11:15	24/09/2013 10:25	24,0
A: NATL Accès 1	24/09/2013 11:00	01/10/2013 11:40	14,4
B: NATL Attente 3	24/09/2013 10:10	01/10/2013 11:15	29,3
C: NATL Enregistrement 4	24/09/2013 10:45	01/10/2013 11:30	27,4
D: Zone réservée	24/09/2013 10:25	01/10/2013 11:00	27,0

BTEX : air extérieur

site	début	fin	Quantités en µg/m ³				
			Benzène	Toluène	Ethylbenzène	m+p-Xylène	Ortho-Xylène
n°1: Musse	03/09/2013 13:55	17/09/2013 14:05	0,6	0,9	0,2	0,3	0,2
n°2: Louis Rossel	03/09/2013 14:05	17/09/2013 14:10	0,4	1,0	0,2	0,5	0,3
n°3 parachutistes	03/09/2013 14:20	17/09/2013 14:25	0,5	0,8	0,2	0,4	0,2
n°4 : Ecosbuts	03/09/2013 14:25	17/09/2013 14:45	0,4	0,8	0,1	0,4	0,2
n°5 : Ecurie du grand lac	03/09/2013 14:35	17/09/2013 14:55	0,4	0,8	0,1	0,3	0,2
n°6 : Bauches	03/09/2013 14:45	17/09/2013 15:00	0,5	1,1	0,2	0,4	0,2
n°7 : Pinier	03/09/2013 14:55	17/09/2013 15:10	0,4	0,8	0,1	0,3	0,2
n°8 : Gauchaux	03/09/2013 15:20	17/09/2013 15:15	0,3	0,7	0,1	0,3	0,1
n°9 : Cendrie	03/09/2013 15:30	17/09/2013 15:20	0,3	0,8	0,2	0,5	0,2
n°10 : Ranjonnière	03/09/2013 13:45	17/09/2013 13:50	0,6	1,8	0,2	0,4	0,2
n°15 : NATL Piste Nord	03/09/2013 09:35	17/09/2013 09:45	0,5	1,0	0,2	0,4	0,2
n°12 : NATL Avitaillement	03/09/2013 10:00	17/09/2013 10:15	0,7	5,6	0,9	3,8	1,9
n°14 : NATL Embarquement 4	03/09/2013 10:30	17/09/2013 10:30	0,6	1,1	0,2	0,6	0,3
n°13 : NATL Embarquement 3	03/09/2013 10:15	17/09/2013 10:40	0,6	1,2	0,2	0,7	0,3
n°11 : NATL Piste Sud	03/09/2013 09:50	17/09/2013 10:00	0,5	0,8	0,1	0,3	0,1
n°16 : NATL Parking 1	03/09/2013 11:00	17/09/2013 11:30	0,6	1,7	0,3	0,9	0,4
n°17 : Bretagne	03/09/2013 15:10	17/09/2013 15:35	0,4	0,8	0,1	0,3	0,2
n°1: Musse	17/09/2013 14:05	01/10/2013 13:20	0,3	1,1	0,1	0,4	0,2
n°2: Louis Rossel	17/09/2013 14:10	01/10/2013 13:30	0,4	1,5	0,2	0,5	0,3
n°3 parachutistes	17/09/2013 14:25	01/10/2013 13:40	0,4	1,0	0,1	0,2	0,1
n°4 : Ecosbuts	17/09/2013 14:45	01/10/2013 13:50	0,4	1,1	0,0	0,1	0,1
n°5 : Ecurie du grand lac	17/09/2013 14:55	01/10/2013 14:05	0,4	1,5	0,1	0,3	0,2
n°6 : Bauches	17/09/2013 15:00	01/10/2013 14:20	0,3	1,2	0,1	0,4	0,2
n°7 : Pinier	17/09/2013 15:10	01/10/2013 14:35	0,3	1,5	0,2	0,5	0,2
n°8 : Gauchaux	17/09/2013 15:15	01/10/2013 14:45	0,5	1,2	0,1	0,2	0,1
n°9 : Cendrie	17/09/2013 15:20	01/10/2013 15:00	0,3	1,1	0,1	0,2	0,1
n°10 : Ranjonnière	17/09/2013 13:50	01/10/2013 13:15	0,3	1,1	0,1	0,4	0,2
n°15 : NATL Piste Nord	17/09/2013 10:00	01/10/2013 09:45	0,3	1,0	0,1	0,3	0,1
n°12 : NATL Avitaillement	17/09/2013 10:15	01/10/2013 10:15	0,2	2,1	0,4	1,9	0,9
n°14 : NATL Embarquement 4	17/09/2013 10:30	01/10/2013 10:30	0,3	1,1	0,2	0,6	0,3
n°13 : NATL Embarquement 3	17/09/2013 10:40	01/10/2013 10:40	0,4	1,6	0,2	0,8	0,4
n°11 : NATL Piste Sud	17/09/2013 09:45	01/10/2013 10:00	0,3	1,1	0,1	0,2	0,1
n°16 : NATL Parking 1	17/09/2013 11:30	01/10/2013 11:50	0,4	1,3	0,1	0,3	0,2
n°17 : Bretagne	17/09/2013 15:35	01/10/2013 14:25	0,4	1,3	0,1	0,2	0,1

BTEX : air intérieur

site	début	fin	Quantités en µg/m ³				
			benzène	Toluène	Ethylbenzène	m+p-Xylène	Ortho-Xylène
D: Zone réservée	17/09/2013 11:15	24/09/2013 10:25	0,7	3,0	0,6	1,7	0,7
C: NATL Enregistrement 4	24/09/2013 10:25	01/10/2013 11:00	0,9	2,5	0,6	1,3	0,5
A: NATL Accès 1	17/09/2013 11:00	24/09/2013 10:45	1,0	3,0	0,4	1,1	0,5
B: NATL Attente 3	24/09/2013 10:45	01/10/2013 11:30	0,8	7,3	0,7	2,0	0,8
D: Zone réservée	17/09/2013 11:25	24/09/2013 11:00	1,1	5,4	0,9	2,9	1,2
C: NATL Enregistrement 4	24/09/2013 11:00	01/10/2013 11:40	1,1	3,8	0,7	2,1	0,8
A: NATL Accès 1	17/09/2013 10:50	24/09/2013 10:10	1,1	2,7	0,5	1,4	0,6
B: NATL Attente 3	24/09/2013 10:10	01/10/2013 11:15	1,1	9,9	0,8	2,4	0,9

aldéhydes : air intérieur

site	début	fin	Quantités en µg/m ³							
			formaldéhyde	acétaldéhyde	propanal	butanal	benzaldéhyde	isopentanal	pentanal	hexanal
D: Zone réservée	17/09/2013 11:15	24/09/2013 10:25	8,5	4,9	1,4	4,8	0,5	0,8	0,8	5,5
C: NATL Enregistrement 4	24/09/2013 10:25	01/10/2013 11:00	6,0	2,7	0,8	2,5	0,3	0,5	0,6	2,1
A: NATL Accès 1	17/09/2013 11:00	24/09/2013 10:45	5,3	3,5	0,9	2,3	0,3	0,6	0,5	2,7
B: NATL Attente 3	24/09/2013 10:45	01/10/2013 11:30	4,9	3,4	0,7	2,2	0,3	0,4	0,4	2,2
D: Zone réservée	17/09/2013 11:25	24/09/2013 11:00	12,0	5,1	2,2	6,0	0,4	0,9	1,3	8,5
C: NATL Enregistrement 4	24/09/2013 11:00	01/10/2013 11:40	8,2	3,0	0,8	2,6	0,3	0,4	0,6	2,2
A: NATL Accès 1	17/09/2013 10:50	24/09/2013 10:10	7,9	4,6	1,1	2,7	0,4	0,6	0,6	3,5
B: NATL Attente 3	24/09/2013 10:10	01/10/2013 11:15	7,9	3,9	1,0	2,9	0,3	0,6	0,6	3,2

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

surveiller pour savoir et comprendre



mesurer où et quand c'est nécessaire

la fiabilité des mesures garantie

Ozone le 1er août 2004

(c) Air Pays de la Loire / ACR3-st

µg/m³

20 60 80 100 120 140 160 180 220 260 300

simuler et cartographier la pollution

POLLUANT : poussières fines (PM10)

Loire-Atlantique
Mayenne
Sarthe
ANGERS
Maine-et-Loire
LA ROCHE-SUR-YON
Vendée

■ Pas de dépassement
■ Dépassement du seuil de recommandation et d'information
■ Dépassement du seuil d'alerte

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.

pics de pollution : une vigilance permanente

[illegible]

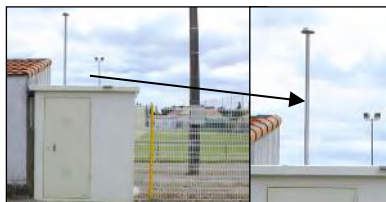
sur Internet : tous les résultats, tous les dossiers

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



annexe 4 : techniques d'évaluation

mesures



les sites fixes

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



les laboratoires mobiles

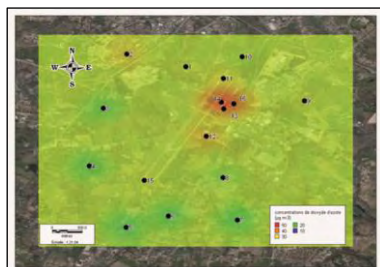
La région des Pays de la Loire est dotée de deux laboratoires mobiles de surveillance de la qualité de l'air. Ces systèmes, équipés d'analyseurs spécifiques (NO_x, SO₂, O₃, PM₁₀, CO) comme les sites fixes, permettent d'établir un diagnostic de la qualité de l'air dans des secteurs non couverts par le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



les tubes à diffusion passive

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

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

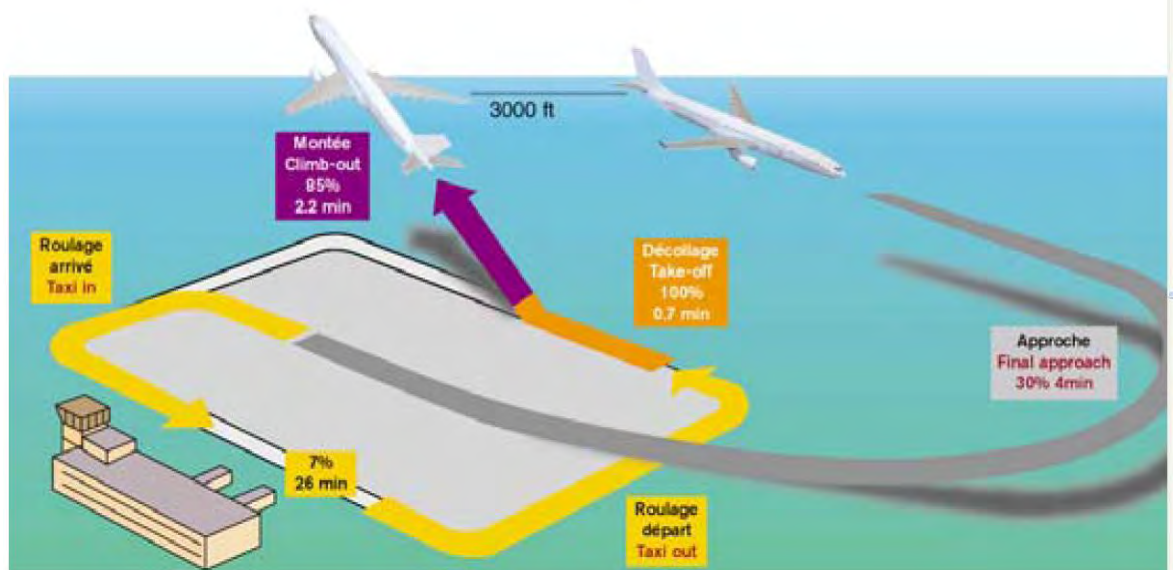
Les sites ruraux participent à la surveillance de l'exposition des écosystèmes et de la population à la pollution atmosphérique de fond (notamment photochimique).

annexe 6 : les polluants mesurés

Les activités engendrées par les aéroports sont à l'origine d'émissions de polluants atmosphériques [R, S]. On distingue plusieurs types de sources d'émissions sur une zone aéroportuaire : les sources liées aux mouvements des avions et 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 : 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).



cycle LTO [S]

sources liées aux activités terrestres [S]

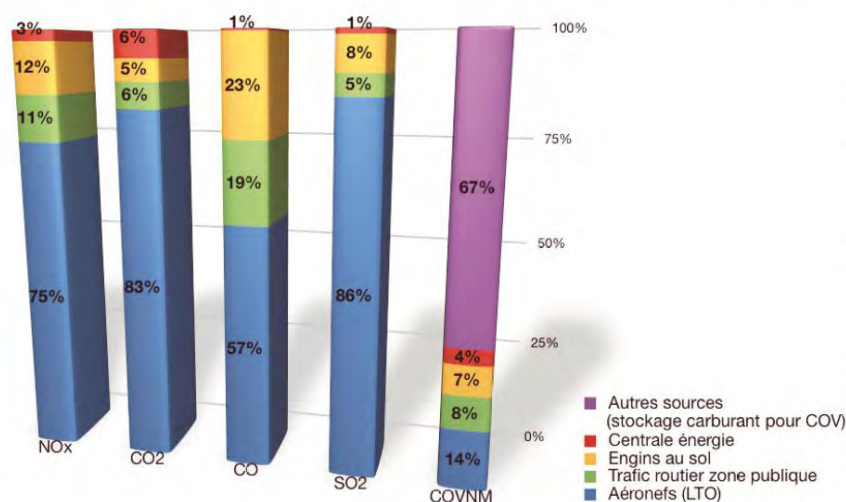
Les sources fixes proviennent exclusivement des activités terrestres. Ces sources comprennent les systèmes de production, de distribution ou d'utilisation de l'énergie (centrales thermiques), l'utilisation de solvants, les sources liées à l'entretien des espaces verts, les zones de stockage d'hydrocarbures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

Les sources mobiles regroupent les sources mobiles liées directement au fonctionnement opérationnel de la 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...).

répartition des émissions de polluants par source [1]

A partir des inventaires d'émissions disponibles sur plusieurs plateformes⁵, l'ACNUSA a identifié des tendances sur la contribution de chaque type de source.

Répartition des émissions de polluants par source, en moyenne, sur les aéroports français
(hors APU et trafic routier induit)



Source : inventaires aéroports et AASQA, enquêtes ACNUSA

Le graphe de répartition de polluants par source (hors APU et trafic routier induit) montre que les aéronefs constituent la première source d'émissions locales sur les plateformes pour la plupart des polluants connaissant des niveaux d'émissions significatifs (oxydes d'azote NOx, dioxyde de carbone CO2, dioxyde de soufre SO2, monoxyde de carbone CO).

Les émissions des avions lors de leur cycle LTO représentent de 60 à 90 % des émissions directement liées à l'activité d'une plateforme. La part des émissions des aéronefs attribuable au roulage au sol sur la plateforme est de l'ordre de 20 %.

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

	AERIEN				FERROVIAIRE			FLUVIAL ET MARITIME			TRANSPORT ROUTIER			TOTAUX		
	Nantes Atlantique	Région	France	% Région /France	Région	France	% Région /France	Région	France	% Région /France	Région	France	% Région /France	Région	France	% Région /France
CO (t/an)	119	134	8900	1,5	57	2000	0	35	122700	0,0	44684	904000	0	44909	1037600	4,3
COVNM (t/an)	15	17	1500000	0,0	25	900	0	11	35900	0,0	3371	160000	0	3424	1696800	0,2
NOx(t/an)	164	179	11000	1,6	210	7500	0	135	55000	0,2	22646	662000	0	23169	735500	3,2
PM1 (kg/an)	443	478	300000	0,2	0	0	0	5695	3800000	0,1	1350111	28000000	4,8	1356284	32100000	4,2
PM10(t/an)	2287	2434	600000	0,4	115223	3200000	3,6	8035	4400000	0,2	1560605	48000000	3,3	1686296	56200000	3,0
PM2.5(t/an)	1	1	400	0,3	49	1600	0	8	4000	0,2	1561	34000	0	1618	40000	4,0
PMtot(t/an)	5	5	800	0,6	188	5900	0	9	4600	0,2	1581	98000	0	1782	109300	1,6
SO2(t/an)	13	14	900	1,5	1	200	0	53	7200	0,7	181	4100	0	249	12400	2,0
CO2(t/an)	40519	43686	3600000	1,2	16855	600000	0	9865	3700000	0,3	5560781	119000000	0	5631187	126900000	4,4

Sources : Basemis⁶ CITEPA⁷ – année 2008

La part du transport routier prédomine sur les autres modes de transport pour tous les polluants à l'exception du dioxyde de soufre.

les oxydes d'azote

Les NOx 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.

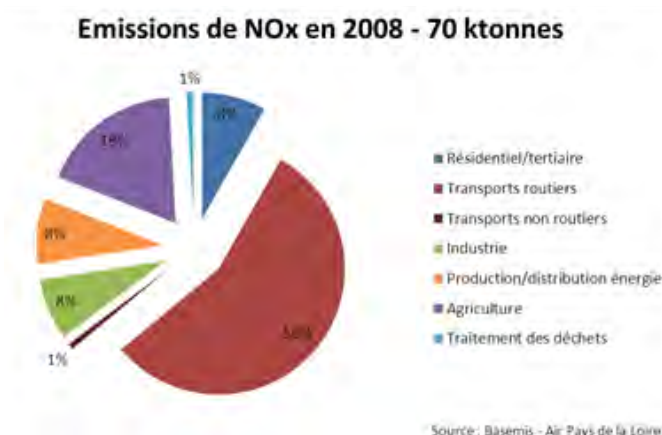
⁵ Inventaires d'émissions réalisés sur les aéroports de Paris – Charles-de-Gaulle (pour NOx uniquement), Lyon – Saint-Exupéry, Bâle – Mulhouse, Strasbourg – Entzheim et Nice – Côte d'Azur.

⁶ Seules les émissions du cycle LTO – Landing, Take off – (au-dessous de 1 000 m) sont ici comptabilisées, les émissions à une altitude supérieure n'ayant pas lieu dans la couche de mélange qui influence la qualité de l'air au niveau du sol.

⁷ 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.

En Pays de la Loire, le principal contributeur aux émissions de NOx est le secteur des transports routiers, qui totalise 56% des émissions. La répartition sectorielle des émissions de NOx au niveau national est sensiblement la même qu'en Région Pays de la Loire [T].



répartition sectorielle des émissions de NO₂ en Pays de la Loire (2008)

Au niveau d'un avion, les NOx 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 NOx sont majoritaires lors des phases nécessitant de fortes poussées (**décollage et montée**) [S, U].

air intérieur

La présence des NOx 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.

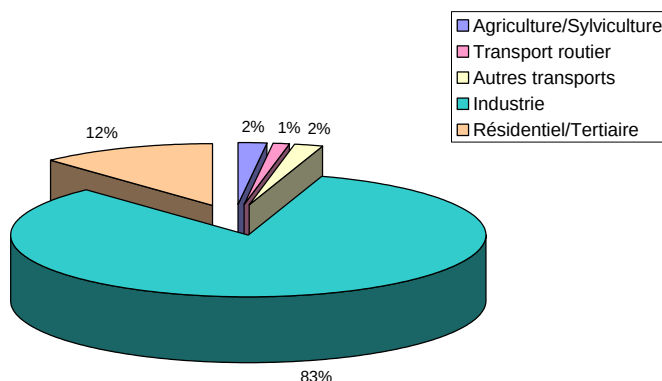
le dioxyde de soufre

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 [D].

Répartition des émissions de SO₂ par secteur



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

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

les poussières fines PM10

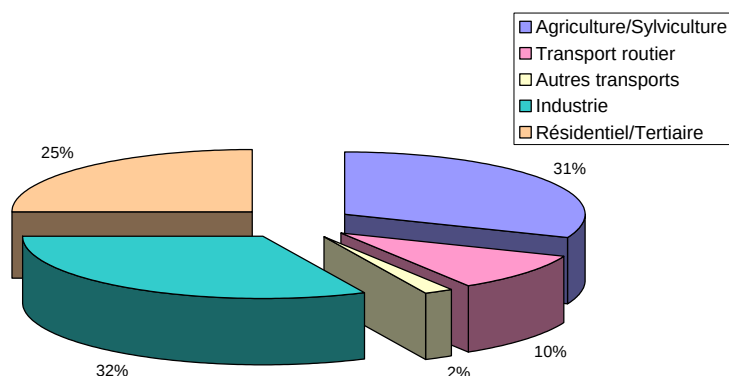
Les combustions incomplètes des combustibles fossiles (carburants, chaudières ou procédés industriels) sont à l'origine des émissions de particules.

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 25% des émissions [F].

Répartition des émissions de PM10 par secteur



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

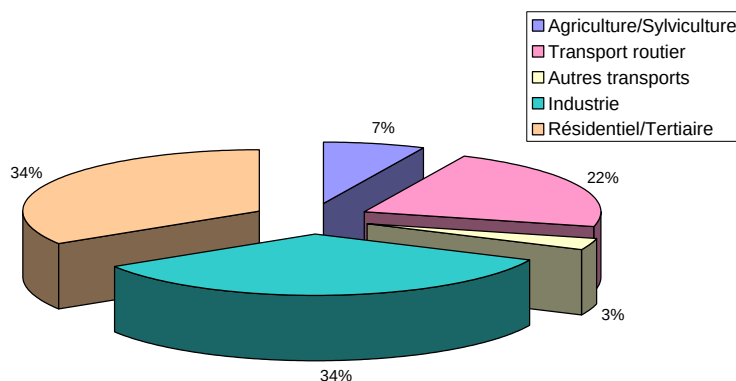
Au niveau d'un aéroport, les particules PM10 sont libérées par la **combustion incomplète du kérosène** [E]. L'inventaire des émissions réalisé par l'ASPA, sur la plateforme aéroportuaire de Strasbourg-Entzheim, a montré que les émissions, hors aéronefs, de PM10 proviennent majoritairement de l'utilisation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

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 %) [V].

Répartition des émissions de CO par secteur



répartition des émissions, à l'échelle nationale, de monoxyde de carbone par secteur en 2007 [V]

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**) [R, W].

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.

les Composés Organiques Volatils

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.

A l'échelle régionale, les émissions de benzène sont majoritairement dues aux transports routiers qui totalisent 63% des émissions.

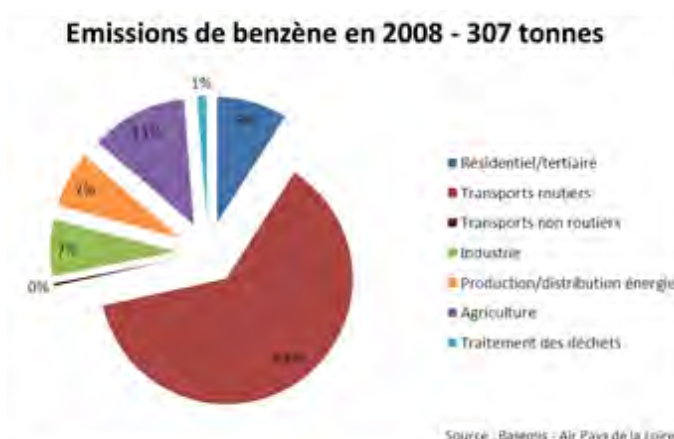


Tableau 14 : répartition sectorielle des émissions de benzène en Pays de la Loire (2008)

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, nettoyants, bois agglomérés, moquettes, tissus neufs,... Ils sont également émis par le tabagisme et par les activités d'entretien et de bricolage.

	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
isobutanol	Photocopieurs
isopentanol	Parquets traités, panneaux de particules
pentanol	Emissions des livres et magazines neufs, peintures à phase solvant, panneaux de particules

sources d'aldéhydes [Y]

	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

sources de BTEX [Y]

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.

annexe 7 : seuils de qualité de l'air extérieur 2013

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	26 ⁽²⁾	0,5	5	-	20 ⁽³⁾	-	-	-	-
	moyenne hivernale	-	-	-	-	-	-	-	-	20 ⁽³⁾	-	-	-	-
	moyenne journalière	-	-	-	50 ⁽³⁾	-	-	-	-	125 ⁽⁴⁾	-	-	-	-
	moyenne 8-horaire maximale du jour	-	-	-	-	-	-	-	10 000	-	-	-	-	-
	moyenne horaire	-	200 ⁽⁵⁾	-	-	-	-	-	-	350 ⁽⁶⁾	-	-	-	-
seuils d'alerte	moyenne horaire	240 ⁽⁷⁾ 1 ^{er} seuil : 240 ⁽⁸⁾ 2 ^{ème} seuil : 300 ⁽⁸⁾ 3 ^{ème} seuil : 360	400 ⁽⁸⁾ 200 ⁽⁹⁾	-	-	-	-	-	-	500 ⁽⁸⁾	-	-	-	-
	moyenne 24-horaire	-	-	-	80 ⁽¹⁰⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-
seuils de recommandation et d'information	moyenne horaire	180	200	-	-	-	-	-	-	300	-	-	-	-
	moyenne 24-horaire	-	-	-	50 ⁽¹⁰⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-
objectifs de qualité	moyenne annuelle	-	40	-	30	10	0,25	2	-	50	-	-	-	-
	moyenne journalière	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne 8-horaire maximale du jour	120 ⁽¹¹⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne horaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AOT 40	6000 ^{(12) (13)}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
valeurs cibles	AOT 40	18 000 ^{(1) (13)}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne annuelle	-	-	-	-	20	-	-	-	-	0,006 ⁽⁹⁾	0,005 ⁽⁹⁾	0,02 ⁽¹⁵⁾	0,001 ⁽¹⁵⁾
	moyenne 8-horaire maximale du jour	120 ⁽¹⁴⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(1) pour la protection de la végétation

(2) valeur intégrant la marge de tolérance applicable en 2013 : 1 (valeur applicable en 2014 : 26 ; en 2015 : 25)

(3) à ne pas dépasser plus de 35j par an (percentile 90,4 annuel)

(4) à ne pas dépasser plus de 3j par an (percentile 99,2 annuel)

(5) à ne pas dépasser plus de 18h par an (percentile 99,8 annuel)

(6) à ne pas dépasser plus de 24h par an (percentile 99,7 annuel)

(7) pour une protection sanitaire pour toute la population, en moyenne horaire

(8) dépassé pendant 3h consécutives

(9) si la procédure de recommandation et d'information a été déclenchée la veille et le jour même et que les prévisions font craindre un nouveau risque de déclenchement pour le lendemain

(10) depuis le 1^{er} janvier 2012

(11) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, calculé sur une année civile

(12) calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet

(13) en moyenne sur 5 ans, calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet

(14) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, à ne pas dépasser plus de 25 j par an en moyenne sur 3 ans

(15) à compter du 31 décembre 2012

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

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

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

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

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

annexe 8 : valeurs de référence de l'air intérieur 2013

Décret no 2011-1727	Formaldéhyde	30 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour une exposition de longue durée à compter du 1^{er} janvier 2015 ; 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour une exposition de longue à compter du 1^{er} janvier 2023.
	Benzène	5 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour une exposition de longue durée à compter du 1^{er} janvier 2013 ; 2 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour une exposition de longue à compter du 1^{er} janvier 2016.
ANSES	Formaldéhyde	VGAI court terme 50 $\mu\text{g.m}^{-3}$: pour une exposition de 2 heures VGAI long terme 30 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour une exposition supérieure à un an
	Benzène	VGAI long terme 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$ pour les effets chroniques non cancérogènes pour une durée d'exposition supérieure à un an. 2 $\mu\text{g.m}^{-3}$: valeur pour les effets chroniques cancérogènes 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 cancérogènes et une durée d'exposition vie entière, correspondant à un excès de risque de 10⁻⁶. VGAI intermédiaire 20 $\mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne sur un an pour les effets hématologiques non cancérogènes et afin de prendre en compte des effets cumulatifs du benzène (8 heures). VGAI court terme 30 $\mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne sur 14 jours pour les effets hématologiques non cancérogènes et afin de prendre en compte des effets cumulatifs du benzène.
	Dioxyde d'azote	VGAI court terme 200 $\mu\text{g.m}^{-3}$: pour une exposition de 2 heures VGAI long terme 20 $\mu\text{g.m}^{-3}$: pour une exposition supérieure à un an
HCSP	Formaldéhyde	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	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	Valeur Guide (OMS) : 260 $\mu\text{g.m}^{-3}$ (moyenne sur une semaine).
	Particules	Valeurs de gestion (OMS) : - PM_{2,5} : 25 $\mu\text{g.m}^{-3}$ sur 24 heures, 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$ sur le long terme - PM₁₀ : 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 (Décret n° 2011-1727):
niveau de concentration de polluants dans l'air intérieur fixé, pour un espace clos donné, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine, à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné

Valeur guide (Anses):
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.

bibliographie

- [A] <http://www.aeroport.fr/les-aeroports-de-l-uaf/stats-nantes-atlantique.php>
- [B] Air Pays de la Loire, Campagne de mesures de la qualité de l'air dans l'environnement de l'aéroport Nantes-Atlantique, 2002
- [C] CETE Nord Picardie, Campagne de mesures de la qualité de l'air sur l'aéroport de Nantes-Atlantique, avril 2009
- [D] Air Pays de la Loire, Evaluation de la qualité de l'air dans l'environnement de l'aéroport Nantes-Atlantique – campagne 2009, 2009
- [E] Air Pays de la Loire, *Evaluation de la qualité de l'air dans l'environnement de l'aéroport Nantes-Atlantique – campagne 2010*, juin 2010
- [F] Air Pays de la Loire, *Evaluation de la qualité de l'air dans l'environnement de l'aéroport Nantes-Atlantique – campagne 2011*, septembre 2011
- [G] Air Pays de la Loire, *Rapport annuel 2012*, juillet 2013.
- [H] Air Pays de la Loire, *Evaluation de la qualité de l'air dans l'environnement de l'aéroport Nantes-Atlantique – campagne 2012*, juin 2012
- [I] ACNUSA, *rapport d'activité 2011*.
- [J] AIRAQ, *Etude de la qualité de l'air intérieur à l'aéroport de Bordeaux*, 2008
- [K] Air Pays de la Loire, *Evaluation de la qualité de l'air intérieur dans deux établissements scolaires nantais septembre 2008-juillet 2009*, janvier 2010
- [L] ASPA, *Campagne de mesures de la qualité de l'air intérieur dans les locaux de l'école primaire Pierre Curie à Erstein*, janvier 2009
- [M] 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
- [N] 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
- [O] Air Pays de la Loire, *Evaluation de la qualité de l'air intérieur dans une maison éco-performante de la Communauté de commune des Herbiers*, octobre 2009- janvier 2010
- [P] ORAMIP, *Résultats de l'étude de qualité de l'air à l'aéroport de Toulouse Blagnac*, 2002
- [Q] Air Pays de la Loire, *Evaluation de la qualité de l'air intérieur dans une maison éco-performante de la Communauté de commune des Herbiers*, octobre 2009- janvier 2010
- [R] Direction Générale de l'Aviation Civile, *Pollution atmosphérique et aviation*, janvier 2003
- [S] 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.
- [T] 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, 2010.
- [U] 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
- [V] 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
- [W] 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
- [X] Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique, *Emissions dans l'air en France métropole : particules en suspension*, 2009
- [Y] Observatoire de la qualité de l'air intérieur, www.air-interieur.org

glossaire

abréviations

Aasqa	Association agréée de surveillance de la qualité de l'air
Ademe	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
Ader	Association des directeurs et experts des réseaux œuvrant dans le domaine de la surveillance de la qualité de l'air
ADMS	Atmospheric dispersion modelling system
Anses	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
APU	Auxiliary Power Unit
BASEMIS	Base de données des émissions de polluants et GES
BTX	benzène, toluène, éthyl-benzène, xylènes
Cd	cadmium
C6H6	benzène
CO	monoxyde de carbone
CO ₂	dioxyde de carbone
COV	composés organiques volatils
Dreal	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
ERP	Etablissement recevant du public
FDMS	Filter dynamics measurement system
GES	gaz à effet de serre
HAP	hydrocarbures aromatiques polycycliques
HCSP	haut conseil de la santé publique
HFC	hydrofluorocarbones
IARC	centre international de recherche sur le cancer
LCSQA	laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air
Medde	Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie
NO ₂	dioxyde d'azote
NO _x	oxydes d'azote (= dioxyde d'azote + monoxyde d'azote)
O ₃	ozone
OMS	Organisation mondiale de la santé
OQAI	Observatoire de la qualité de l'air intérieur
PM ₁₀	particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm
PM _{2,5}	particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur à 2,5 µm
Ppm	partie par million
SO ₂	dioxyde de soufre
TEOM	tapered element oscillating microbalance
TU	temps universel
µg	microgramme (= 1 millionième de gramme)

définitions

année civile	période allant du 1 ^{er} 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 1 ^{er} octobre au 31 mars
métaux	arsenic, cadmium, nickel, plomb
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, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement, à atteindre là dans la mesure du possible sur une période donnée
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 limite	niveau maximale 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 de recommandation et 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
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

précisions sur les calculs statistiques

Sauf indication contraire, les données de base utilisées dans les calculs statistiques sont bimensuelles pour les BTX 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

