

Nantes Atlantique évaluation de la qualité de l'air

campagne été 2015

janvier 2016

air | pays de
la Loire
www.airpl.org



sommaire

synthèse	1
introduction	3
le dispositif mis en œuvre	4
les objectifs de la campagne.....	4
mesures des polluants par analyseurs automatiques.....	4
mesure des polluants par tubes à diffusion passive.....	7
périodes de mesure	9
air extérieur : résultats	10
représentativité de la période de mesure	10
le dioxyde d'azote (NO ₂).....	12
le benzène.....	15
les autres polluants suivis	17
air intérieur : résultats.....	21
le dioxyde d'azote NO ₂	21
les aldéhydes	23
les BTEX	26
Conclusion	29
conclusions.....	30
annexes	31
annexe 1 : mesures à proximité de la route départementale D85	32
annexe 2 : plans de l'aérogare et localisation des tubes pour l'air intérieur	33
annexe 3 : résultats détaillées des mesures par tubes.....	37
annexe 4 : Air Pays de la Loire.....	39
annexe 5 : techniques d'évaluation.....	40
annexe 6 : types des sites de mesure.....	41
annexe 7 : sources liées au transport aérien pour les polluants mesurés	42
annexe 8 : seuils de qualité de l'air 2015.....	45
annexe 9 : valeurs de référence de l'air intérieur	46
glossaire	47

contributions

Coordination de l'étude : Corentin Lemaire, rédaction et exploitation statistique : Corentin Lemaire et Karine Oger, mise en page : Bérangère Poussin, exploitation du matériel de mesure : Arnaud Tricoire, Photographies : Arnaud Tricoire, service communications AGO, Validation : François Ducroz et David Bréhon.

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

contexte → une surveillance qui s'inscrit dans la démarche environnementale de Nantes-Atlantique

Depuis 2009, Aéroports du Grand Ouest, l'exploitant de la plateforme aéroportuaire de Nantes-Atlantique confie à Air Pays de la Loire la surveillance de la qualité de l'air dans l'environnement et au sein de celle-ci, ainsi qu'à l'intérieur même de l'aérogare.

La campagne cible deux polluants en particulier (à l'intérieur comme à l'extérieur) :

- **le dioxyde d'azote (NO₂)**, produit par la combustion du carburant dans les moteurs d'avions et de voitures,
- **le benzène (C₆H₆)**, marqueur des zones de stockage d'hydrocarbures.

Ont également été suivis :

- les niveaux en particules fines (PM10), en dioxyde de soufre (SO₂), en monoxyde de carbone (CO) et en ozone (O₃) dans l'environnement de l'aéroport,
- les niveaux en aldéhydes (y compris en formaldéhyde) à l'intérieur de l'aérogare, eux aussi réglementés.

La campagne 2015, en s'inscrivant dans un **processus annuel de surveillance**, a pour objectifs :

- **d'évaluer l'influence des activités de Nantes-Atlantique sur la qualité de l'air** environnant, en comparant notamment les mesures de la campagne à celles réalisées sur d'autres sites éloignés de la plateforme.
- **d'évaluer l'exposition des riverains et des usagers de l'aéroport aux risques** sanitaires liés à la pollution de l'air en comparant les niveaux de polluants aux valeurs réglementaires et de référence,

moyens de mesure → un dispositif qui quadrille les alentours de Nantes-Atlantique

une campagne de mesure sur 4 semaines

En 2015, la période de suivi s'est étendue du 21 septembre au 19 octobre pour l'air extérieur, du 5 au 19 octobre pour l'air intérieur. L'activité de l'aéroport était à un niveau moyen, hors du pic estival et du creux hivernal. Depuis 2009, les campagnes alternent entre la fin de l'hiver et la fin de l'été.

deux types de mesure

Le dispositif de mesure mis en œuvre par Air Pays de la Loire comprend :

- **des tubes à diffusion**, aussi appelés « tubes passifs ». Adaptés pour une exposition longue (un jour à plusieurs semaines) et simples à installer, ils peuvent être déployés en grande quantité. **98 tubes ont ainsi été installés :**

→ **aux alentours de la plateforme** aéroportuaire, 11 sites ont été équipés pour mesurer le NO₂ et 10 sites pour le benzène, pendant deux périodes de deux semaines (42 tubes),

→ **au sein même de la plateforme** (pistes, zones d'embarquements et d'avitaillement, parking), 6 sites ont été équipés pour le NO₂ et le benzène, pendant les mêmes périodes (24 tubes),

→ **à l'intérieur de l'aérogare**, quatre sites ont été équipés de tubes pour le NO₂, le benzène et les aldéhydes, pendant deux périodes d'une semaine (24 tubes),

→ **aux abords de la route départementale D85** qui relie le périphérique à l'aéroport, le NO₂ et le benzène ont été suivis pendant quatre périodes d'une semaine (8 tubes).

- **un laboratoire mobile**, installé à 300 m au sud de la piste, équipé d'analyseurs automatiques. Il a suivi, en continu, les concentrations en dioxyde d'azote (NO₂), dioxyde de soufre (SO₂), monoxyde de carbone (CO), particules fines PM10 et ozone (O₃), selon les mêmes standards météorologiques que le réseau de surveillance d'Air Pays de la Loire.

résultats air extérieur → les niveaux en polluants respectent les valeurs réglementaires

dioxyde d'azote

Les niveaux en NO₂ mesurés autour de l'aéroport sont légèrement inférieurs à ceux relevés sur le site en centre-ville de Nantes, il s'agit de valeurs standards pour une zone périurbaine.

Les niveaux relevés directement sur la plateforme s'approchent des niveaux à proximité de trafic routier mais ont de fortes probabilités de respecter l'objectif de qualité (40 µg/m³ en moyenne annuelle).

Ni la répartition géographique des valeurs relevées ni l'évolution temporelle de celles-ci ne permettent d'établir de corrélation avec l'activité de l'aéroport. En revanche, cette évolution correspond à celle observée sur les sites urbains et périurbains nantais.

NO ₂	Niveau du polluant : bas	😊	Influence établie de Nantes-Atlantique : non
-----------------	--------------------------	---	--

benzène

L'objectif de qualité pour ce polluant (2 µg/m³ en moyenne annuelle) a une forte probabilité d'être respecté. Ces niveaux sont homogènes entre les différents sites de mesure, une éventuelle évaporation d'hydrocarbures depuis les zones de stockage de l'aéroport n'est donc pas détectable. On observe néanmoins une valeur plus élevée sur le parking, peut-être liée au réaménagement de celui-ci qui engendre une circulation plus importante.

Benzène	Niveau du polluant : bas	😊	Influence établie de Nantes-Atlantique : non
---------	--------------------------	---	--

autres polluants : PM₁₀, CO, O₃ et SO₂

Ces polluants, mesurés en bout de piste, présentent des niveaux bas. Le SO₂ et le CO sont pratiquement indétectables. Les niveaux de PM₁₀ et d'O₃ sont par ailleurs très bien corrélés avec les niveaux relevés sur les sites urbains et périurbains, dont l'évolution est gouvernée par les conditions météorologiques à l'échelle régionale.

PM ₁₀ , CO, O ₃	Niveau du polluant : bas	😊	Influence établie de Nantes-Atlantique : non
SO ₂	Niveau du polluant : indétectable	😊	Influence établie de Nantes-Atlantique : non

résultats air intérieur → des niveaux de NO₂ légèrement supérieurs à la valeur guide

dioxyde d'azote

Malgré une baisse de niveaux de NO₂ au sein de l'aérogare ces dernières années, les concentrations enregistrées en 2015 dépassent de 25 % la valeur guide préconisée par l'ANSES (valeur en moyenne annuelle) et ce sur les quatre points de mesure. Des solutions peuvent être apportées, notamment via la ventilation des locaux.

NO ₂ intérieur	Niveau du polluant : moyen	😐	
---------------------------	----------------------------	---	--

aldéhydes

Les concentrations des différents aldéhydes sont homogènes entre les points de mesure, la présence de ces composés s'explique par l'utilisation quotidienne des espaces (produits d'entretien, passage de voyageurs, parfumerie). Les valeurs guides pour l'acétaldéhyde et le formaldéhyde sont respectées, avec, pour ce dernier, une amélioration vis-à-vis des précédentes campagnes estivales.

Aldéhydes intérieur	Niveau du polluant : bas	😊	
---------------------	--------------------------	---	--

BTEX

Les concentrations en benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes dans les espaces intérieurs respectent les valeurs de référence. Elles sont relativement homogènes entre les espaces et similaires aux valeurs relevées lors des campagnes estivales précédentes. On note néanmoins des concentrations légèrement supérieures aux valeurs relevées en extérieur.

BTEX	Niveau du polluant : bas mais supérieur aux niveaux extérieurs	😊	
------	--	---	--

conclusions → une qualité de l'air extérieur typique d'une zone périurbaine, des améliorations possibles en air intérieur

introduction

Deuxième aéroport de l'Ouest après Bordeaux-Mérignac, Nantes-Atlantique connaît depuis plusieurs années une forte croissance de son activité. Il a ainsi accueilli en 2014 plus de 4 millions de passagers, se classant à la 9^{ème} place des aéroports français en termes de fréquentation. Plusieurs milliers d'emplois sont par ailleurs dépendant de son activité, qu'il s'agisse des personnels de l'aéroport ou des entreprises alentour. Localisé sur les communes de Bouguenais et de Saint-Aignan de Grand-Lieu, à seulement 10 km au sud-ouest de Nantes, et autant au nord-est de la réserve naturelle du lac de Grand-Lieu, l'empreinte environnementale de Nantes-Atlantique est un sujet important, tant pour les riverains et les autorités, que pour Aéroports du Grand Ouest (AGO), son exploitant.

Depuis 2009, Air Pays de la Loire accompagne AGO dans la surveillance de la qualité de l'air au sein et aux abords de la plateforme aéroportuaire de Nantes-Atlantique. Ce partenariat, qui s'inscrit dans la démarche environnementale d'AGO, permet de quantifier à la fois l'impact des activités aéroportuaires sur les populations alentour, le niveau d'exposition de ces populations aux polluants atmosphériques et le niveau d'exposition des usagers de l'aéroport aux principaux polluants de l'air intérieur.

Ce rapport présente les résultats de la campagne de mesure menée en octobre 2015 qui s'inscrit dans une série de campagnes menées alternativement en été et en hiver. Cette alternance vise à étudier l'influence des variations saisonnières de conditions météorologiques, de conditions d'émissions des polluants mais également de conditions d'exploitation de l'infrastructure aéroportuaire. Chaque fois qu'il sera possible de le faire, les résultats seront expliqués au regard des séries historiques disponibles ainsi que des valeurs de référence que sont les limites réglementaires ou les valeurs guides proposées par l'Organisation Mondiale de la Santé. Les données recueillies par Air Pays de la Loire au travers de son réseau de surveillance en continu seront également mises à profit pour comprendre les valeurs mesurées autour de Nantes-Atlantique.

Le dispositif de mesure, composé d'un camion laboratoire et de tubes de prélèvements, a été déployé, en collaboration avec les équipes d'Aéroports du Grand Ouest, du 21 septembre au 19 octobre 2015. Ce dispositif est présenté dans la première partie du rapport. Les deux parties qui suivent présentent les résultats des mesures, d'abord pour l'air extérieur, puis pour l'air intérieur.

le dispositif mis en œuvre

les objectifs de la campagne

La surveillance de l'air autour de la plateforme aéroportuaire répond à deux objectifs principaux :

- quantifier l'impact de l'aéroport sur son environnement ;
- quantifier le niveau d'exposition aux principaux polluants atmosphériques des populations vivant autour de la plateforme.

Pour répondre à ces enjeux, Air Pays de la Loire a installé **plusieurs analyseurs automatiques** permettant de suivre en continu cinq polluants majeurs : **le dioxyde d'azote (NO₂)**, **les particules fines (PM₁₀)**, **le dioxyde de soufre (SO₂)**, **l'ozone (O₃)** et **le monoxyde de carbone (CO)**. Ce suivi en continu est comparable à celui effectué en milieu urbain tout au long de l'année, il permet donc d'évaluer la différence de qualité de l'air entre un milieu proche de l'aéroport et un milieu non influencé.

Par ailleurs, tout autour de la plateforme aéroportuaire et au sein même de celle-ci, des **tubes à diffusion** ont été installés. Ces dispositifs, qui collectent **le dioxyde d'azote (NO₂)** et **le benzène**, offrent une vision moyennée dans le temps (chaque tube reste en place deux semaines consécutives) mais à de nombreux endroits et permettent donc d'évaluer le niveau de fond auquel sont exposées les populations alentour.

La surveillance de l'air à l'intérieur même de l'aérogare répond quant à elle à la volonté de quantifier l'exposition des usagers de ces locaux aux principaux polluants de l'air intérieur, à savoir **le dioxyde d'azote (NO₂)**, **les BTEX¹** et **les aldéhydes**. Cette exposition est évaluée là aussi à l'aide de **tubes à diffusion**, qui restent en place pendant une semaine.

Enfin la variabilité saisonnière des résultats de mesure est appréciée par la **mise en perspective de ceux-ci avec les résultats d'études précédentes**.

mesures des polluants par analyseurs automatiques

Le dioxyde d'azote (NO₂), les particules fines (PM₁₀), le dioxyde de soufre (SO₂), l'ozone (O₃) et le monoxyde de carbone (CO) ont été mesurés en continu par des analyseurs automatiques installés dans un laboratoire mobile (dit camion-laboratoire) :

- 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^{ère} août 2004.

¹ Benzène, toluène, ethylbenzène, ortho, méta et para-xylènes

réseau de surveillance d'Air Pays de la Loire

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. Ces sites, équipés des mêmes analyseurs automatiques que le laboratoire mobile, serviront de 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. Le choix du ou des sites de comparaison dépendra du polluant.

nom du site	typologie	adresse	polluants mesurés	site
Victor Hugo	trafic	14, bd Victor Hugo 44000 Nantes	CO Benzène	
Bouteillerie	urbain	8, rue Gambetta 44000 Nantes	NO ₂ O ₃ PM10	
Épinettes	périurbain	rue des Epinettes 44830 Bouaye	O ₃	
Saint-Étienne de Montluc	Industriel, peu influencé	Chemin de Bellevue 44360 St-Etienne de Montluc	NO ₂ SO ₂ PM10	
Beaux-arts	Urbain	35 boulevard du Roi René 49000 Angers	Benzène	

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

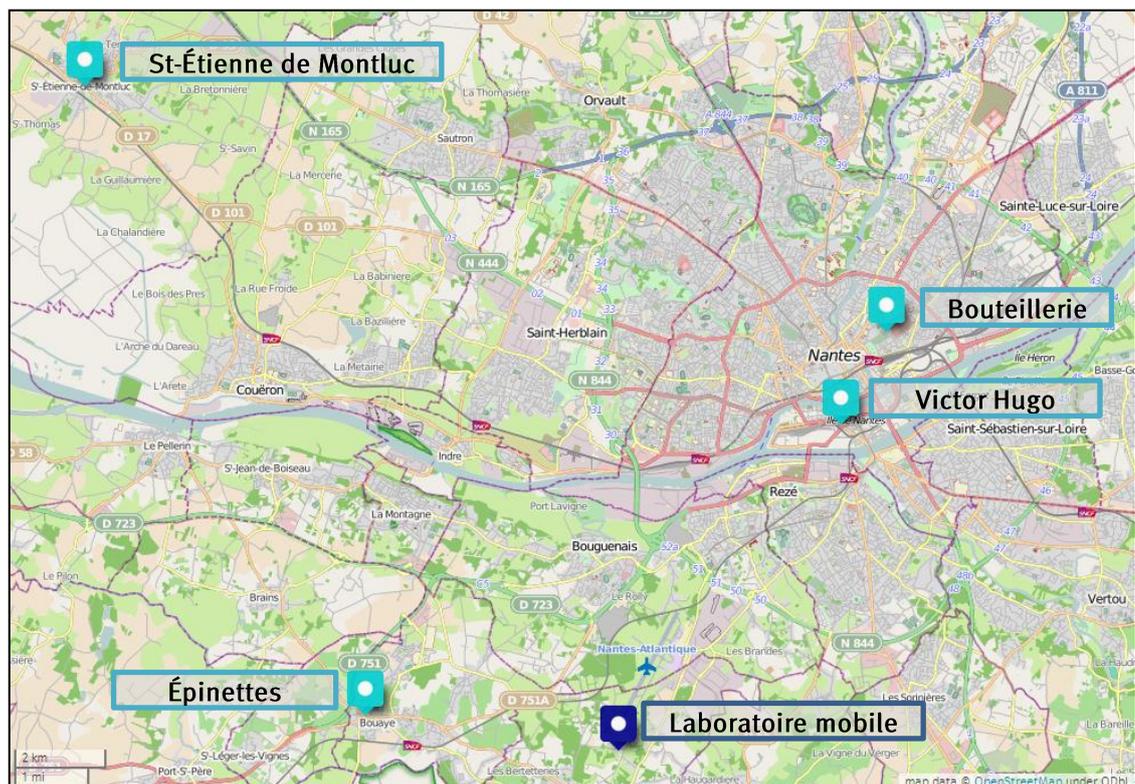


Figure 2 : situation des stations permanentes du réseau de surveillance de la qualité de l'air dans l'agglomération nantaise

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.

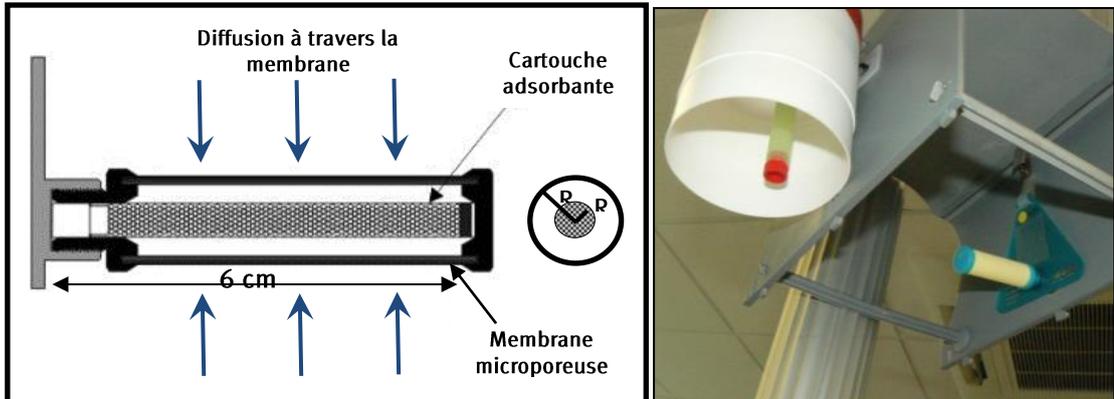


Figure 3 : principe du tube à diffusion passive

Photo 1 : tubes installés pour la collecte

Après une période d'exposition d'une durée de 14 jours à l'air ambiant (analyses NO₂ et BTEX), réduite à 7 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 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.

Pour la première fois en 2015, à la demande de AGO, un site à proximité de la route départementale D85, qui relie le périphérique nantais à l'aéroport, a été équipé de tubes pour le NO₂ et le benzène et ce pour évaluer l'influence du trafic routier généré par l'infrastructure. Les résultats de ces mesures sont présentés dans l'annexe 1 du rapport.

Pour la mesure du dioxyde d'azote un site supplémentaire de mesures passives est positionné sur le camion laboratoire, route de la Bretagne à Saint-Aignan de Grand Lieu.

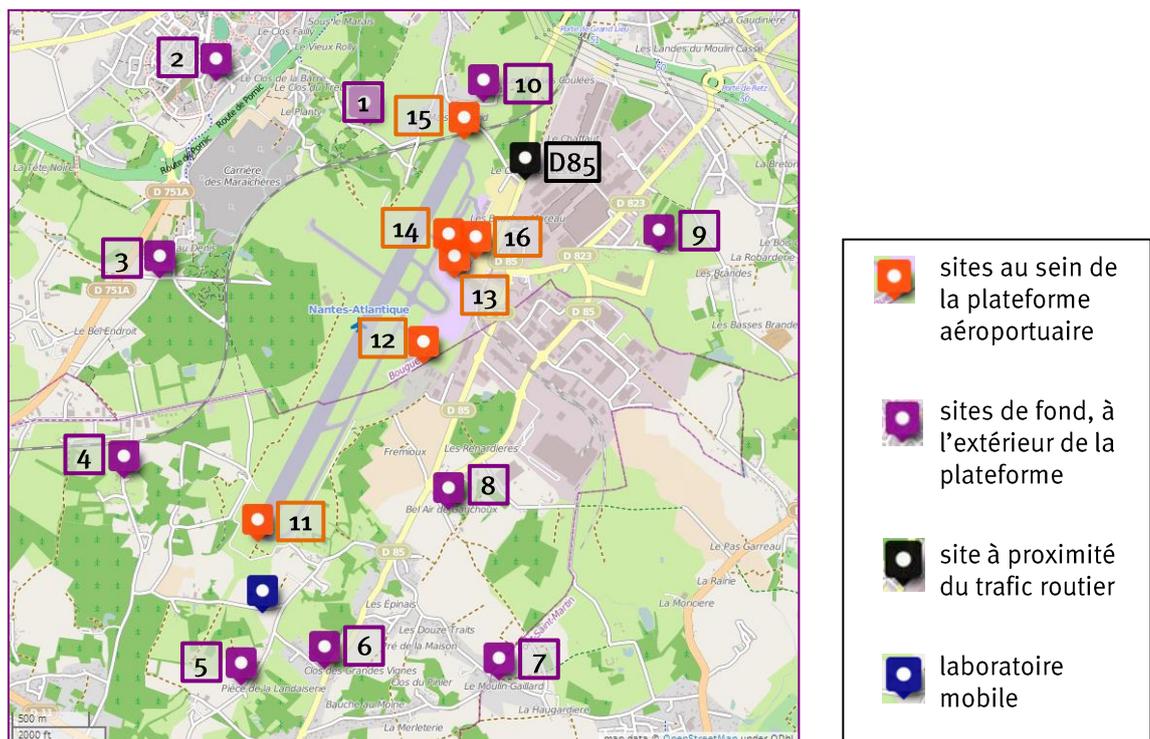


Figure 4 : localisation des tubes à diffusion passive

Les caractéristiques se rapportant aux sites sont regroupées dans le tableau ci-dessous :

N° de sites	Localisation	Caractéristique
1	Intersection de la rue de la Musse et du 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 Écobuts	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 du chemin de la Cendrie	Commune environnante (Bouguenais)
10	Ferme de la Ranjonnière	Commune environnante
11	Bout sud de la 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 nord de piste QFU 21	Abords des pistes
16	Parking voiture n° 2, rangée 3	Au sein du parking de voitures extérieur
Labo Mobile	Route de la Bretagnerie	Commune environnante (Saint-Aignan de Grand Lieu)
D85	Route départementale D85	Proximité de trafic routier

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

localisation des sites de mesure dans l'aérogare

Comme dans le cas des études de 2011 à 2014, 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 2.

Nom du site	Localisation
A	Hall 1
B	Salle d'embarquement hall 3
C	Zone d'Enregistrement hall 4
D	Zone réservée : Café News

Tableau 3 : localisation des tubes passifs à l'intérieur de l'aérogare



Figure 5 : localisation des sites de mesure dans l'aérogare

périodes de mesure

La campagne de mesure s'est déroulée du 21 septembre au 19 octobre 2015.

Le tableau suivant récapitule les périodes de mesure.

Méthode de mesure	Environnement	Polluants	Périodes d'exposition	Nombre de sites
analyseurs automatiques	air extérieur	NO ₂ , PM ₁₀ , CO, SO ₂ , O ₃	du 21/09/2015 au 19/10/2015	1
tubes à diffusion passive	air extérieur	NO ₂	21/09 – 05/10/2015	17
		Benzène	05/10 – 19/10/2015	16
	proximité trafic	NO ₂ , benzène	21/09 – 28/09/2015 28/09 – 05/10/2015 05/10 – 12/10/2015 12/10 – 19/10/2015	1
	air intérieur	NO ₂ , BTEX, aldéhydes	05/10 – 12/10/2015 12/10 – 19/10/2015	4

Tableau 4 : périodes des mesures

air extérieur : résultats

représentativité de la période de mesure

situation météorologique

La situation météorologique est directement évaluée à partir des données mesurées par la station Météo-France installée sur la plateforme aéroportuaire.

Les roses des vents ci-dessous montrent que l'aéroport a principalement été soumis à des vents de Nord-Est durant la campagne de mesure.

Ainsi, durant la campagne, les sites 3, 4 et 5 ainsi que le camion ont largement été sous les vents de l'aéroport. Le site 9 l'a lui aussi été, dans une moindre mesure, durant la première phase de mesure.

Ces observations sont à relativiser au regard de la distance entre les tubes et l'aéroport, faible face aux distances caractéristiques de dispersion des polluants dans l'atmosphère près du sol (on parle de couche limite).

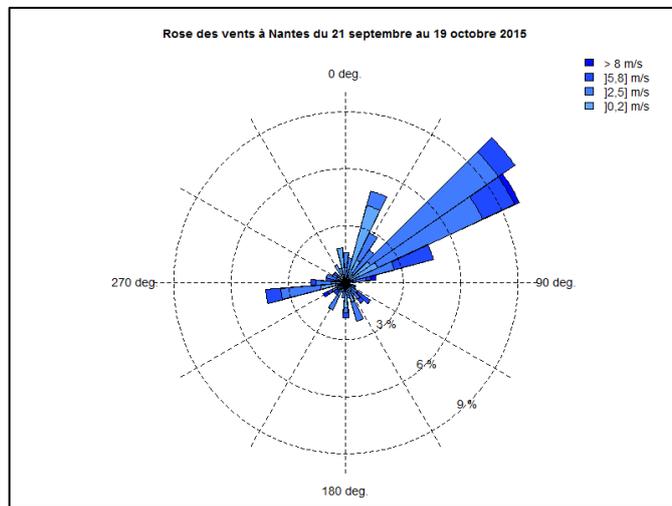


Figure 6 : rose des vents à Nantes-Atlantique du 21 septembre au 19 octobre 2015

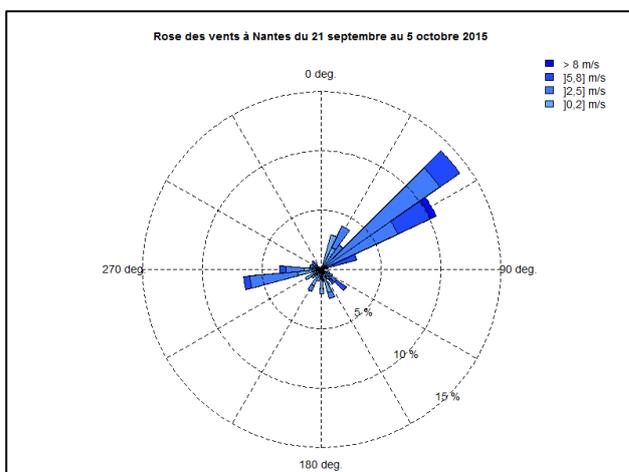


Figure 8 : rose des vents à Nantes-Atlantique du 21 septembre au 5 octobre 2015

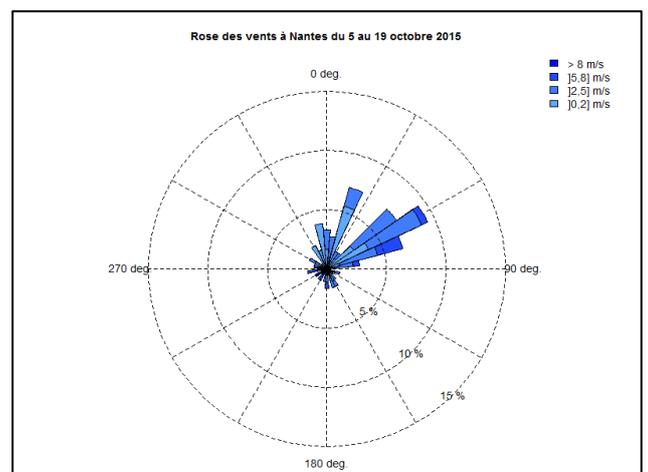


Figure 7 : rose des vents à Nantes-Atlantique du 5 au 19 octobre 2015

niveau de pollution de la métropole Nantaise

Afin de comprendre les niveaux des concentrations en polluants observés aux abords de l'aéroport, il convient de commencer par analyser le niveau dit « de fond », c'est-à-dire le niveau de pollution lié au contexte de l'étude, à savoir les activités quotidiennes de la métropole nantaise. Pour cela, sont présentées ci-dessous des « boîtes à moustaches » ou « boxplot » qui représentent, pour trois polluants différents, la distribution statistique des concentrations mesurées sur la station du cimetière de la Bouteillerie pendant la campagne de mesure. Cette station urbaine est représentative de la qualité de l'air dans le centre-ville de Nantes. Les mesures pendant la campagne sont à chaque fois comparées aux mesures de l'année ainsi qu'aux mesures réalisées aux mêmes dates, les années précédentes (depuis 2008).

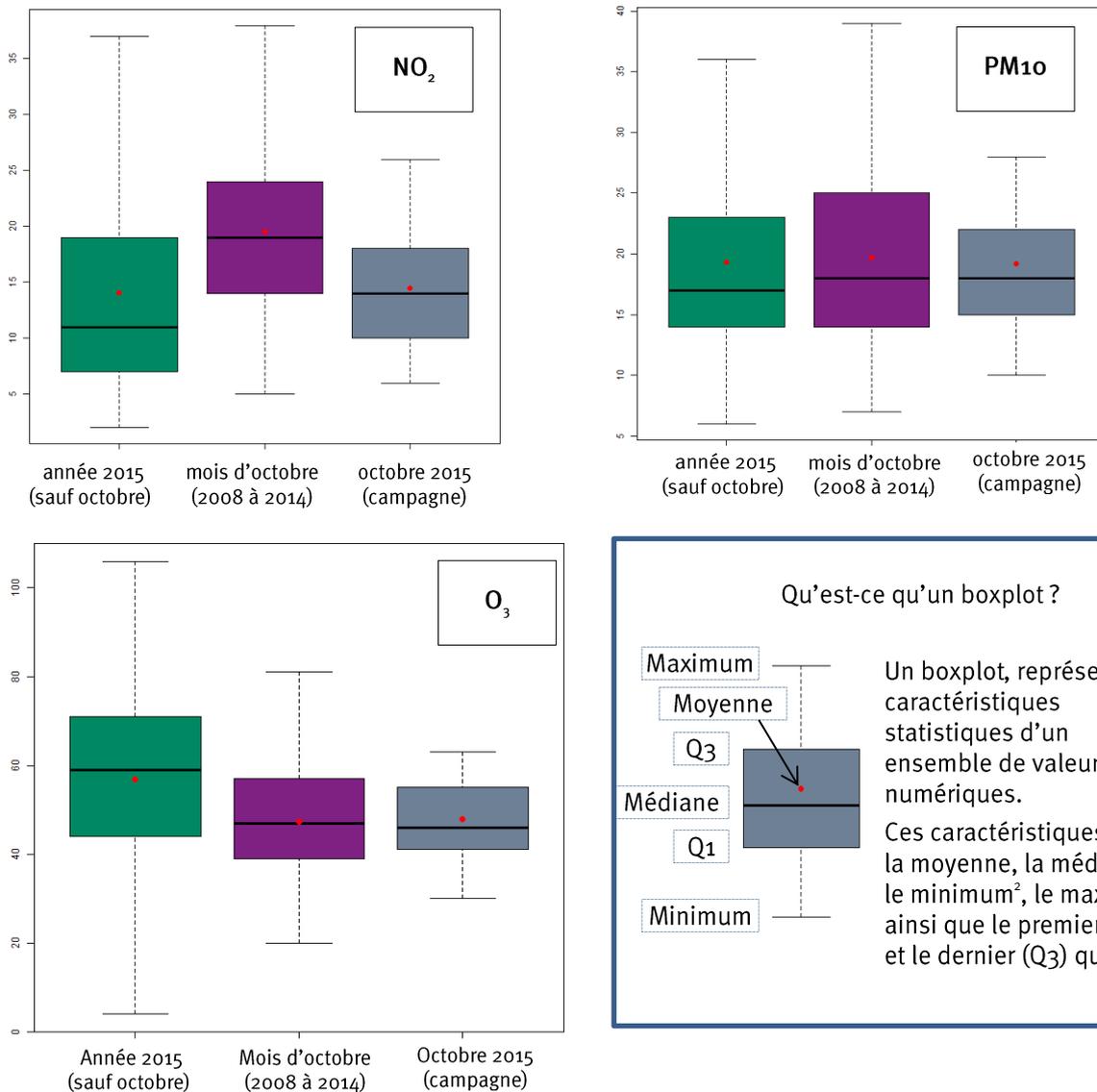


Figure 9 : boxplots des concentrations en NO₂, O₃ et PM₁₀ mesurées au cimetière de la Bouteillerie, en moyenne journalière. En vert pour toute l'année 2015 (hors période de la campagne), en violet pour les périodes du 21/09 à 19/10 pour les années 2008 à 2013, en gris pour la période de la campagne 2015

La période de la campagne est une période pendant laquelle les niveaux de dioxyde d'azote sont plutôt plus élevés que la moyenne annuelle, mais l'année 2015 n'est pas particulièrement touchée. L'ozone n'est pas un polluant majeur de la période (l'ozone est en effet un polluant du cœur de l'été), et les niveaux de particules sont similaires aux niveaux relevés en moyenne sur 2015 et à la même période, les années précédentes. Ainsi pendant la campagne, la pollution de la métropole Nantaise n'était ni particulièrement élevée, ni particulièrement faible.

² Hors valeurs extrêmes, c'est-à-dire non comprises dans l'intervalle $[Q1-1,5xD ; Q3+1,5xD]$ avec Q1 le premier quartile, Q3 le dernier quartile, et $D=Q3-Q1$ l'espace inter-quartile.

le dioxyde d'azote (NO₂)

mesures par tubes à diffusion : répartition géographique de la pollution

Les valeurs relevées sur les tubes placés autour (1 à 10) et au sein même de la plateforme aéroportuaire (11 à 16) sont présentées sur le graphique ci-dessous. Les valeurs numériques sont par ailleurs disponibles en annexe 3.

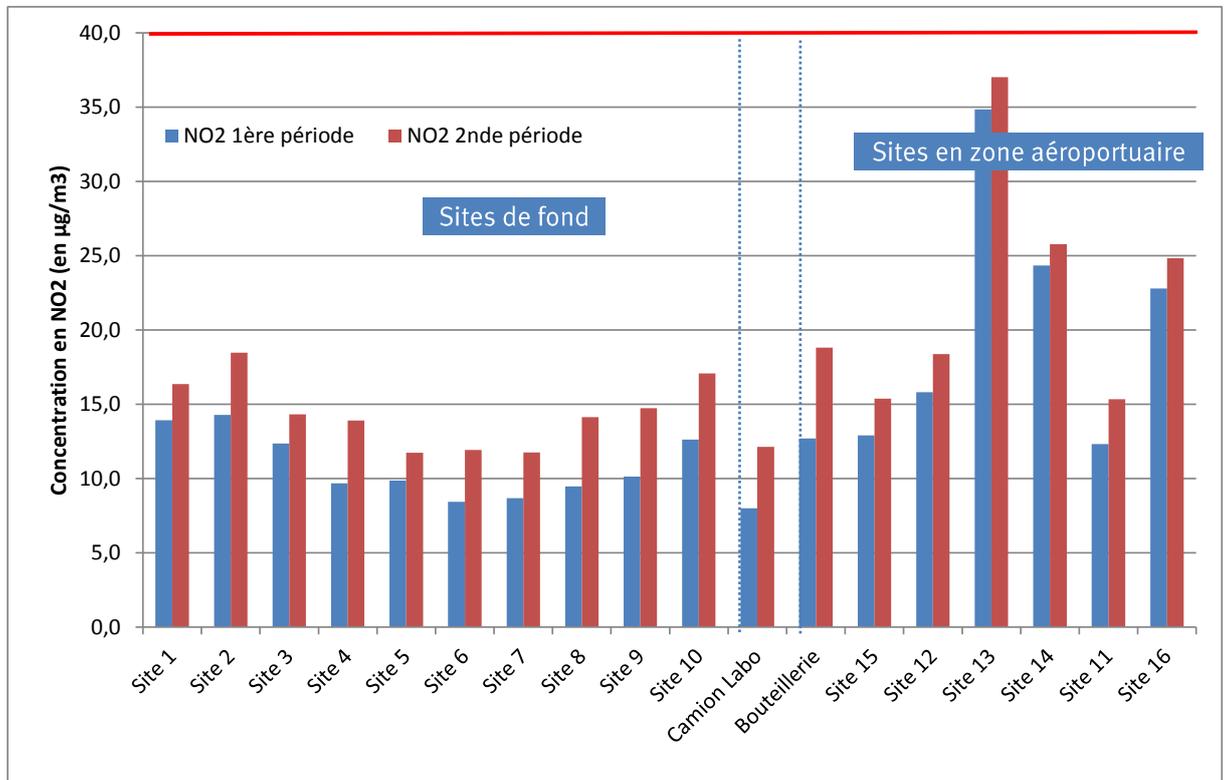


Figure 10 : concentrations en dioxyde d'azote relevées sur les sites de mesure, pendant deux phases de deux semaines chacune. La valeur de 40 µg/m³ correspond à l'objectif réglementaire de qualité, en valeur moyenne annuelle.

Lors de la campagne, les niveaux de NO₂ relevés dans les communes avoisinant l'aéroport varient entre 8 et 19 µg/m³. Ces niveaux sont comparables, voire légèrement inférieurs, à ceux relevés sur le site urbain du cimetière de la Bouteillerie, à Nantes.

Les mesures à proximité immédiate de la circulation aérienne et sur le parking de l'aéroport sont plus élevés mais atteignent au plus 38 µg/m³. On notera néanmoins que les tubes placés à chaque extrémité de la piste (tubes 11 et 15) n'ont pas enregistré des niveaux significativement plus élevés que les tubes plus éloignés. Ce sont surtout les sites 13 et 14, à savoir les zones où stationnent les avions et le parking voitures (site 16) qui sont les plus impactés.

Concernant le site 13, nous avons pu observer que la zone de stationnement 3, où il se situe, est abritée par une toiture. Ce confinement ainsi que l'importante circulation des différents véhicules motorisés nécessaires à l'activité de la zone peuvent expliquer, au moins en partie, les résultats de mesure.

On observe également une plus forte présence de NO₂ lors de la deuxième phase et ce sur tous les sites, y compris le site non influencé, en centre-ville de Nantes. Cette différence est due à des différences de conditions météorologiques entre les deux périodes : les vents ayant été plus forts lors de la première période, les polluants ont été mieux dispersés.

Enfin aucune influence de l'aéroport ne peut être établie à partir de ces mesures. En effet, d'après les documents transmis par Aéroports du Grand Ouest, l'activité de Nantes-Atlantique était supérieure de 10 % (en nombre de mouvements), lors de la première période alors que les concentrations en NO₂ sont, elles, inférieures. De plus, les tubes les plus exposés aux vents venant de l'aéroport, à savoir les tubes 3, 4 et 5 sont parmi les moins concentrés en NO₂ excluant donc une pollution de ces sites spécifiquement par l'aéroport.

mesures par analyseur automatique

L'analyseur automatique situé route de la Bretagne, à 300 m au sud de la piste, fournit une vision plus détaillée dans le temps mais plus localisée. Le graphique ci-dessous montre les niveaux moyens en dioxyde d'azote relevés chaque jour.

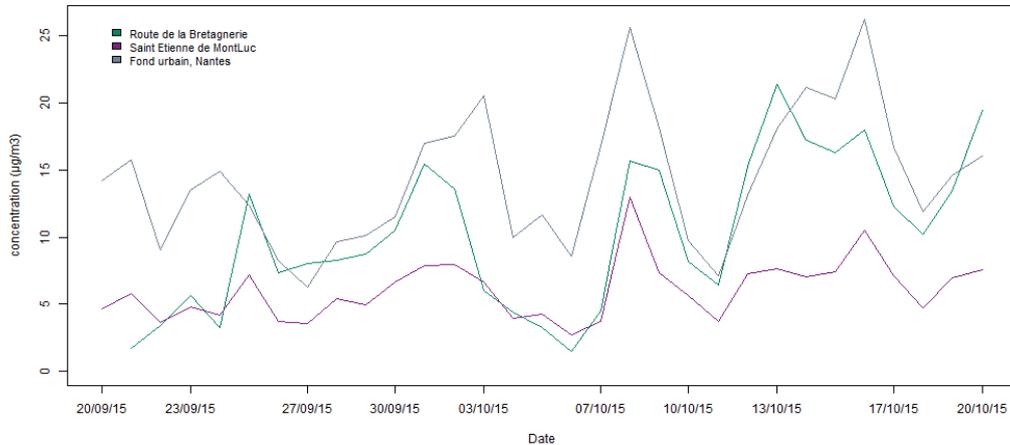


Figure 11 : évolution de la moyenne journalière en NO_2 au cours de la campagne, sur 3 sites de mesure, dont 2 non influencés par l'aéroport.

On note une bonne corrélation entre les évolutions des niveaux en NO_2 sur les trois sites, en particulier lors de pics. De plus les niveaux relevés sont représentatifs d'une zone périurbaine, influencée par une métropole émettrice d'oxydes d'azote. Cette influence est bien traduite par le profil journalier moyen présenté ci-dessous.

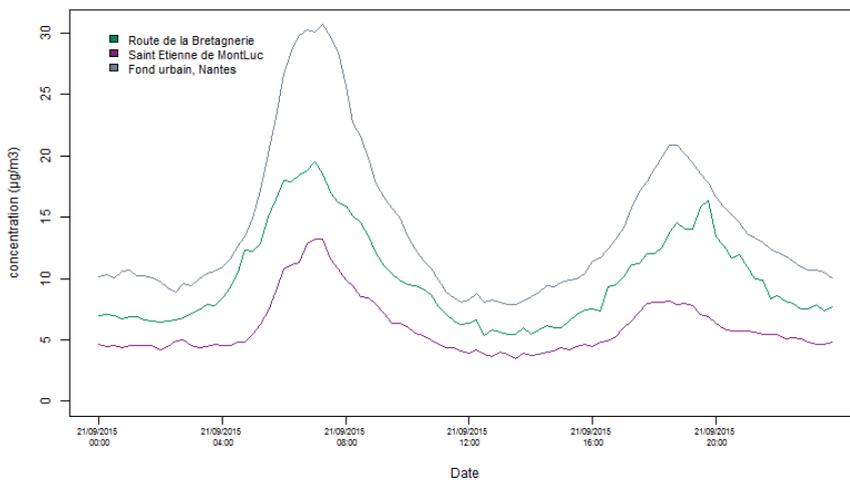


Figure 12 : profil journalier moyen calculé sur les 28 jours de la campagne de mesure

Le profil journalier de la concentration en NO_2 mesurée route de la Bretagne est caractéristique d'une pollution par le trafic automobile en agglomération, qui conduit à deux pics, l'un le matin, l'autre le soir. La situation de l'aéroport, en bordure d'agglomération, le rend sensible à cette pollution. On observe ainsi une courbe intermédiaire entre celle relevée en centre-ville et celle relevée sur le site plus éloigné de Saint-Étienne de MontLuc.

Enfin, si les graphiques ci-dessus ne présentent que des moyennes sur plusieurs dizaines de points, les données directement recueillies par Air Pays de la Loire, à savoir des données à l'échelle du quart d'heure, atteignent au maximum $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$, qui reste une valeur modérée (on pourrait par exemple penser que le passage des avions aurait une influence ponctuelle sur le niveau en NO_2 , influence lissée lors du passage à la moyenne).

respect des seuils réglementaires

Les mesures automatiques ne dépassent jamais le seuil de déclenchement de la procédure d'information et de recommandation fixé à 200 µg/m³ en moyenne horaire.

Par ailleurs, sur les quatre semaines de la campagne, la valeur moyenne des mesures ne dépasse 40 µg/m³ sur aucun des sites. L'objectif de qualité (40 µg/m³ en moyenne annuelle) a donc une forte probabilité d'être respecté dans l'environnement de l'aéroport.

évolution historique et variations saisonnières

Air Pays de la Loire réalise annuellement une campagne de mesure dans l'environnement de Nantes-Atlantique depuis 2009. Les tubes et leurs emplacements ayant peu évolué, il est aujourd'hui possible de remonter sur l'historique des mesures pour analyser l'évolution de la pollution au NO₂ depuis 2009.

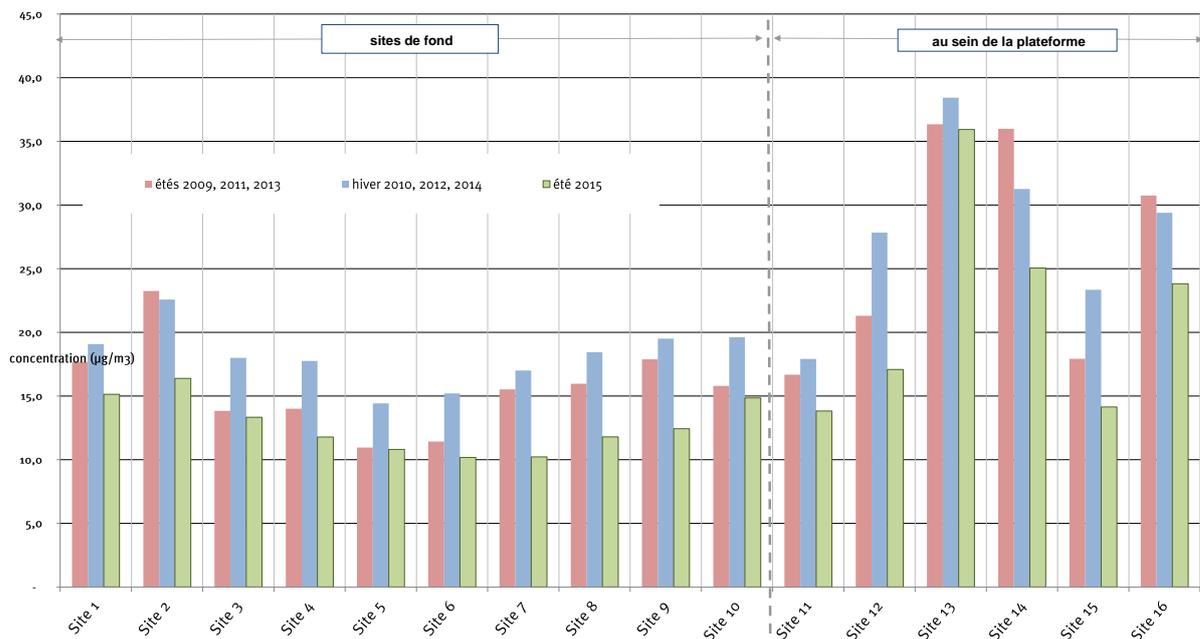


Figure 13 : comparaison des résultats des tubes NO₂ de la campagne 2015 avec les campagnes précédentes, moyennées selon la saison.

On notera une diminution assez sensible des niveaux de pollution en 2015 par rapport aux moyennes des années antérieures, et ce, été (septembre) comme hiver (mars). Cette situation est également observée sur le site de référence du cimetière de la Bouteillerie.

le benzène

résultats de la campagne 2015

Le benzène est un composé organique volatil caractéristique des hydrocarbures, il est suivi en continu et toute l'année sur la station de trafic Victor Hugo à Nantes ou plus ponctuellement lors de campagnes autour de sites pétroliers. L'objectif du suivi du benzène autour de Nantes-Atlantique est donc bien d'étudier l'influence directe du trafic aérien et routier sur la qualité de l'air autour de la plateforme. Le dispositif mis en œuvre est constitué de tubes à diffusion situés aux mêmes endroits que les tubes de suivi du dioxyde d'azote. Le graphique ci-dessous présente les niveaux relevés lors de la campagne, et les compare aux niveaux relevés pendant la même période sur un site urbain d'Angers, non influencé directement par le trafic automobile.

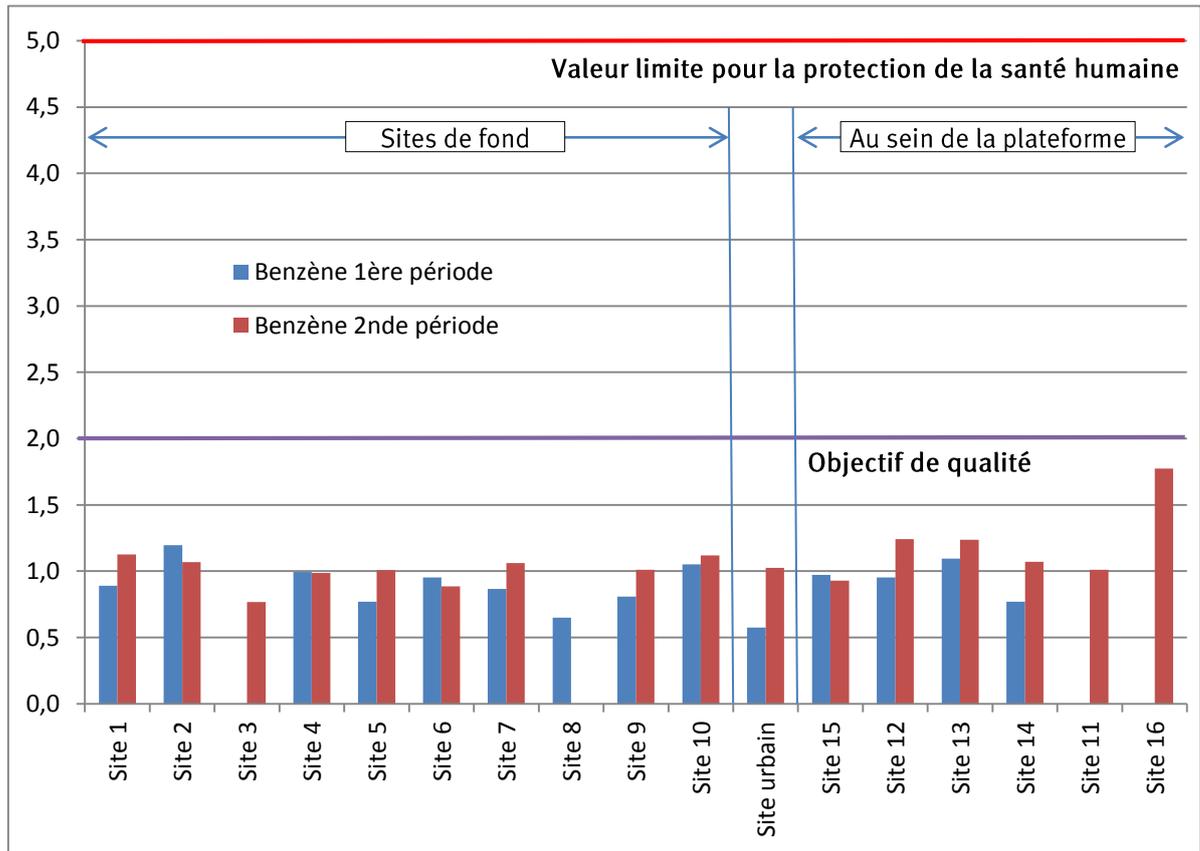


Figure 14 : concentrations (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en benzène relevées autour et au sein de la plateforme aéroportuaire, ainsi que sur le site urbain « Beaux-Arts » (Angers), du 21 septembre au 5 octobre 2015 et du 5 octobre au 19 octobre 2015. Les seuils présentés en rouge et violet correspondent à des valeurs moyennes annuelles.

On constate une répartition homogène des concentrations en benzène autour de Nantes-Atlantique ainsi que sur la plateforme. Ces niveaux restent faibles, comparables à ceux relevés en zone urbaine et inférieurs à l'objectif de qualité qui est de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle³.

On notera une valeur légèrement supérieure du niveau relevé sur le parking (site 16), liée très certainement à la présence d'hydrocarbures.

On ne relève pas de niveaux supérieurs sur les sites les plus sous les vents de l'aéroport pendant la campagne. Ces observations ne permettent donc pas d'établir une influence significative de Nantes-Atlantique sur la concentration en benzène dans l'environnement de celui-ci. On remarque d'ailleurs que les niveaux relevés sur la zone d'avitaillement et sur les zones d'embarquement sont comparables aux niveaux relevés sur les sites de fond, ce qui indique une relativement faible évaporation d'hydrocarbures lors des opérations de ravitaillement.

³ A la différence du NO_2 , les niveaux en benzène varient peu au cours d'une journée mais sensiblement au cours d'une année. La comparaison entre les moyennes sur deux semaines et la moyenne annuelle est donc ici plus une comparaison chiffrée qu'un indicateur du respect de cet objectif.

historique des mesures

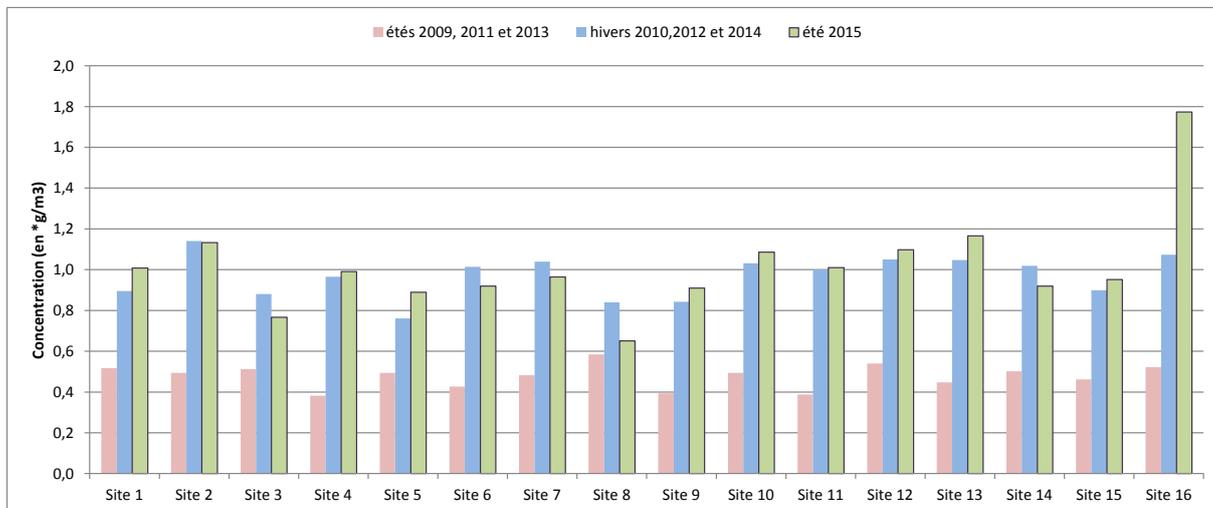


Figure 15 : comparaison des concentrations en benzène relevées en 2015 aux concentrations relevées lors de précédentes campagnes.

On constate un niveau en benzène plutôt élevé pour une campagne d'été et ce sur tous les sites, avec des valeurs s'approchant et dépassant parfois les niveaux relevés lors de campagnes d'hiver, en lien, entre autres, avec des conditions météorologiques moins favorables à la dispersion des polluants.

Une observation très spécifique concerne le site de mesure installé sur le parking voiture (site 16). Le niveau plus élevé observé sur ce site est probablement lié au déplacement du parking dépose-minute qui s'est rapproché du point de mesure. En effet, entre les campagnes 2014 et 2015, Nantes-Atlantique a réorganisé ses espaces de stationnement : le site de mesure est passé d'un espace de stationnement longue durée à un parking de plus courte durée voire de voie dépose-minute. La valeur enregistrée est donc vraisemblablement un indicateur du trafic automobile à proximité, plus abondant cette année.

les autres polluants suivis

Le laboratoire mobile installé route de la Bretagne a également suivi, pendant la durée de la campagne, les niveaux de particules (PM₁₀), de monoxyde de carbone (CO), d'ozone (O₃) et de dioxyde de soufre (SO₂). Ces niveaux sont comparés aux niveaux relevés en centre-ville et sur les stations périurbaines du réseau de surveillance d'Air Pays de la Loire.

les particules fines (PM₁₀)

Le terme particules fines recouvre tout polluant non gazeux, les PM₁₀ spécifiquement sont les éléments en suspension, de taille inférieure à 10 µm.

Les graphiques ci-dessous représentent la distribution statistique des mesures et les niveaux moyens relevés pendant la campagne.

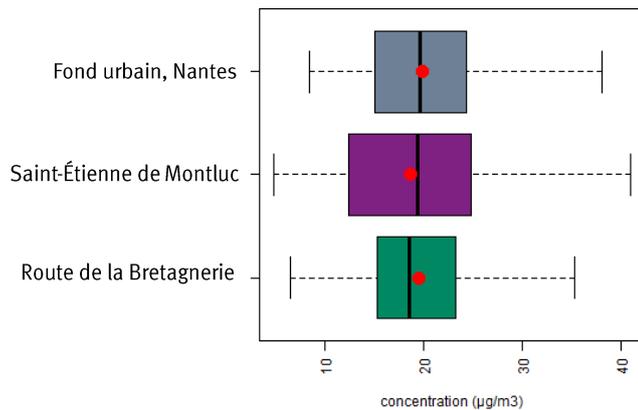


Figure 16 : distributions statistiques des concentrations de particules fines (PM₁₀) relevées pendant la campagne (la barre noire représente la médiane, le point rouge la moyenne).

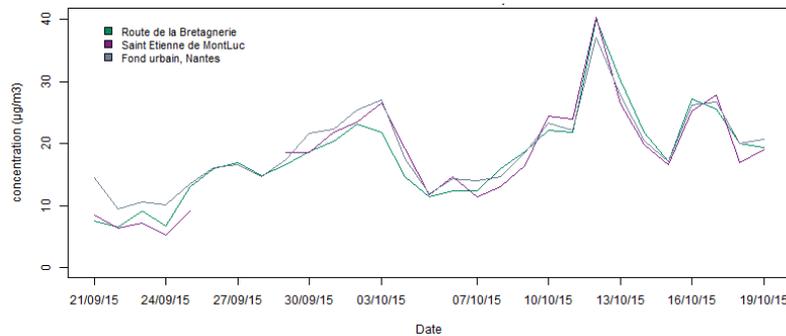


Figure 17 : évolution de la moyenne journalière des concentrations en particules PM₁₀

On constate une excellente corrélation temporelle des niveaux de particules observés sur le site proche de Nantes-Atlantique et sur les sites non influencés, une absence d'influence des émissions de la plateforme aéroportuaire sur les concentrations mesurées en bout de piste et une influence des conditions régionales et interrégionales d'émission et de transport de ces polluants. Les données détaillées montrent un respect des limites réglementaires, en particulier le seuil de recommandation et d'information (50 µg/m³ en moyenne journalière) à partir duquel sont déclenchées les alertes (ces alertes ont généralement lieu en hiver).

l'ozone (O₃)

Alors que les particules fines sont un polluant d'hiver, l'ozone est lui le polluant de l'été puisqu'il n'est pas émis directement dans l'atmosphère mais il y est produit, en présence de rayonnement solaire.

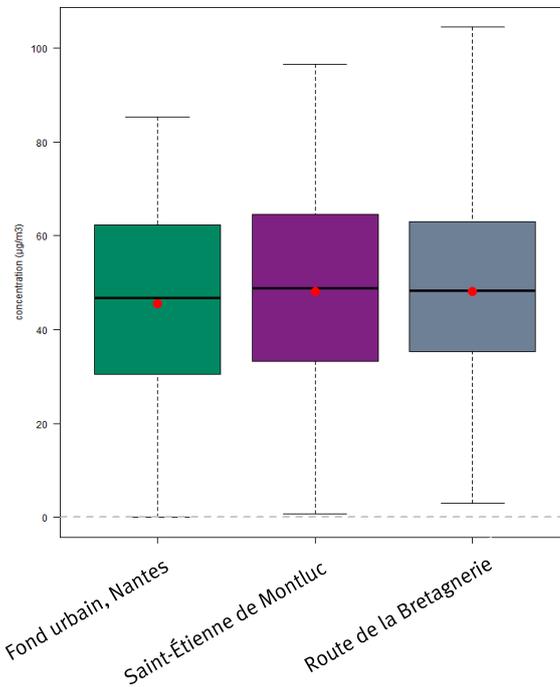


Figure 18 : distributions statistiques des concentrations en ozone relevées pendant la campagne (la barre noire représente la médiane, le point rouge la moyenne)

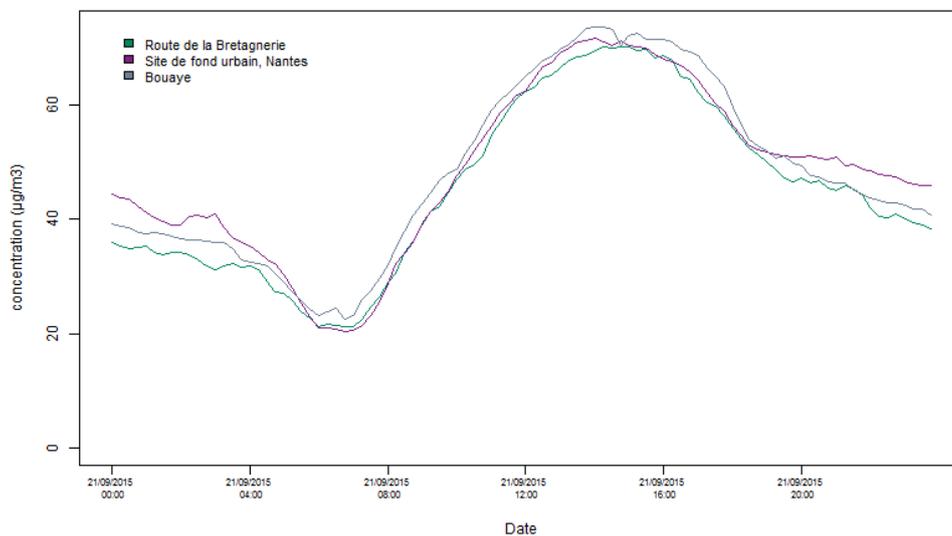


Figure 19 : évolution moyenne de la concentration en ozone au cours d'une journée.

En ce qui concerne l'ozone, aucune différence n'est observable entre le site à proximité de l'aéroport Nantes-Atlantique et les sites non influencés du centre-ville de Nantes et de Saint-Étienne de Montluc, en Basse-Loire. Le maximum horaire a atteint 85 µg/m³, indiquant un respect des valeurs réglementaires (180 µg/m³ en moyenne horaire pour le premier seuil de recommandation et d'information).

le dioxyde de soufre (SO₂)

Le dioxyde de soufre est un polluant associé aux activités industrielles, il est peu présent en zone urbaine et périurbaine mais est suivi en continu par le réseau d'Air Pays de la Loire en Basse-Loire.

Mesures du 21/09 au 19/10/2015	Route de la Bretagne
Moyenne	1,6 µg/m ³
Minimum	0,0 µg/m ³
Maximum	15,0 µg/m ³

97 % des mesures en SO₂ réalisées pendant la campagne conduisent à des valeurs sous le seuil de détectabilité de l'appareil. Une présence significative de SO₂ aux abords de l'aéroport est donc exclue. La valeur maximale de 15 µg/m³ demeure près de 20 fois inférieure au seuil d'information et de recommandation, première vigilance réglementaire, fixé à 300 µg/m³.

le monoxyde de carbone (CO)

Le monoxyde de carbone, issue de la combustion incomplète d'hydrocarbures est un polluant surveillé à proximité immédiate du trafic.

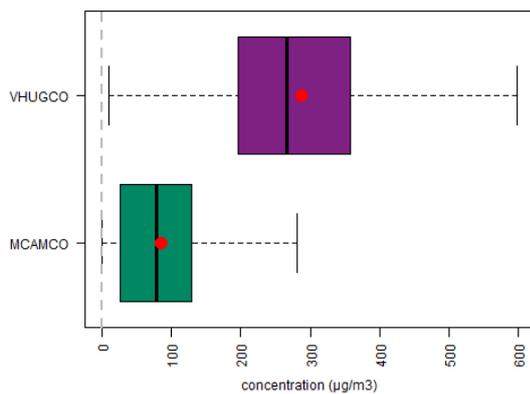


Figure 21 : distribution des mesures en monoxyde de carbone

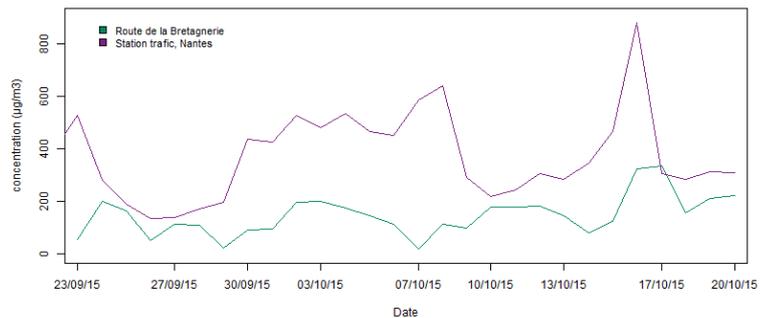


Figure 20 : évolution de la concentration moyenne en monoxyde de carbone au cours de la campagne

Les mesures montrent des niveaux en monoxyde de carbone très faibles sur la route de la Bretagne, bien inférieurs à ceux enregistrés sur le site en proximité de trafic automobile. Les valeurs enregistrées sont par ailleurs à mettre en perspective avec le seuil réglementaire de 10 000 µg/m³.

conclusion

Les mesures de NO₂ et de benzène réalisées autour de Nantes-Atlantique, du 21 septembre au 19 octobre 2015 font apparaître des niveaux caractéristiques d'une zone périurbaine alors que les mesures automatiques réalisées route de la Bretagne font apparaître des niveaux faibles en PM₁₀ et en ozone. Ces mesures sont par ailleurs fortement corrélées aux mesures réalisées dans le centre-ville de Nantes. Les niveaux en SO₂ et en CO sont quant à eux très bas, largement indétectables pour le SO₂.

Ces observations conduisent à exclure toute influence de l'aéroport Nantes-Atlantique sur la qualité de l'air dans son environnement proche, qualité de l'air qui respecte la réglementation.

Polluants	Situation par rapport aux valeurs guides	Evolution depuis 2009
NO ₂	☺ - respect des seuils réglementaires sur les mesures en continu ☺ - grande probabilité de respect de l'objectif de qualité sur tous les sites de mesures ⁴	niveaux 2015 inférieurs au niveau moyen relevé depuis 2009
Benzène	☺ - respect de l'objectif de qualité très probable ⁴	légère hausse par rapport aux niveaux moyens relevés depuis 2009, notamment liée aux conditions météorologiques
PM ₁₀	☺ - respect des seuils réglementaires sur les mesures en continu	
O ₃	☺ - respect des seuils réglementaires sur les mesures en continu	
SO ₂	☺ - respect des seuils réglementaires sur les mesures en continu (niveaux inférieurs au seuil de détection)	
CO	☺ - respect des seuils réglementaires sur les mesures en continu	

⁴ L'objectif de qualité est une valeur exprimée en moyenne annuelle, les mesures ici présentées ne représentant qu'une période de 4 semaines, il n'est pas possible d'affirmer avec certitude que cet objectif sera respecté.

air intérieur : résultats

le dioxyde d'azote NO₂

valeurs de référence

Le dioxyde d'azote est responsable d'augmentation de la fréquence des affections respiratoires et peut provoquer une altération du développement pulmonaire. Par ailleurs, le NO₂ potentialise les réactions aux allergènes (dont les acariens).

La valeur guide sanitaire établie par l'ANSES est de 20 µg/m³ pour une exposition annuelle et de 200 µg/m³ pour une exposition court terme (2 heures). La méthode de mesure mise en œuvre pour cette étude moyenne les concentrations en NO₂ sur 7 jours, elle ne permet donc pas de vérifier le respect du seuil d'exposition court terme. En revanche, ces valeurs de mesure peuvent être comparées, à titre indicatif, à la valeur guide annuelle et permettent d'estimer le risque de dépassement de cette valeur (sans pour autant présager du respect ou du non-respect strict en valeur moyenne annuelle).

situation en 2015

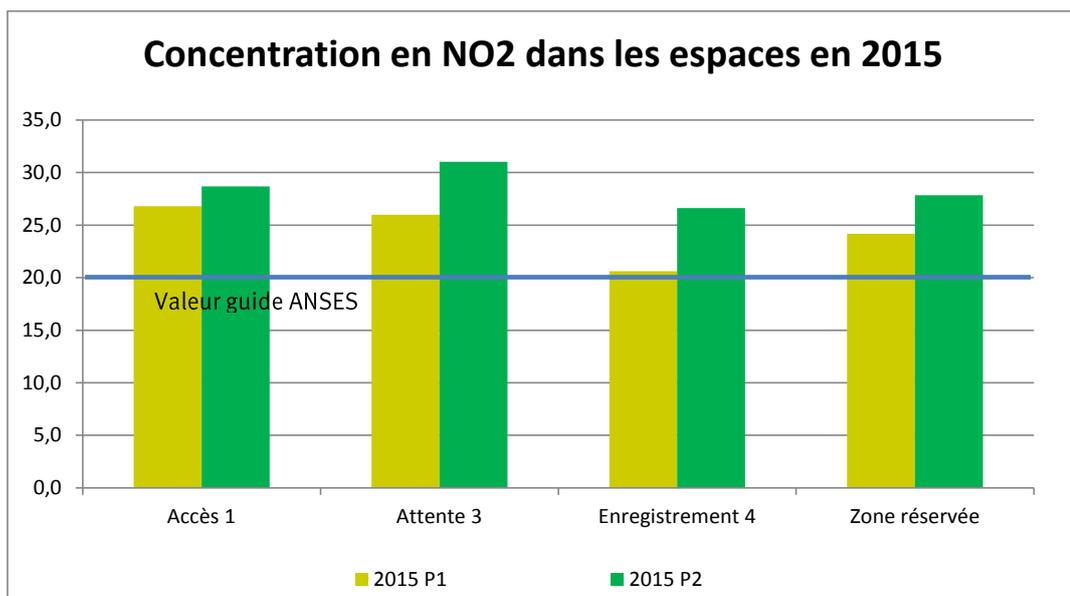


Figure 22 : concentrations en NO₂, mesurées à l'intérieur de l'aérogare

Les valeurs relevées entre les différents espaces sont homogènes entre elles, avec des concentrations plus faibles pour la zone d'enregistrement 4 et la zone réservée (-13 %).

L'air intérieur est 22 % plus concentré en moyenne que l'air extérieur sur la plateforme aéroportuaire. Cette concentration peut trouver plusieurs explications, en particulier un transfert de pollution depuis l'extérieur (les zones d'embarquement sont, elles, concentrées en NO₂), ainsi qu'un renouvellement d'air moindre dans l'aérogare qui engendre l'accumulation de polluants.

Le transfert air extérieur/ air intérieur est corroboré par l'augmentation observée entre la première et la deuxième phase (+18 %), augmentation que l'on retrouve sur les mesures automatiques.

comparaison avec les années précédentes

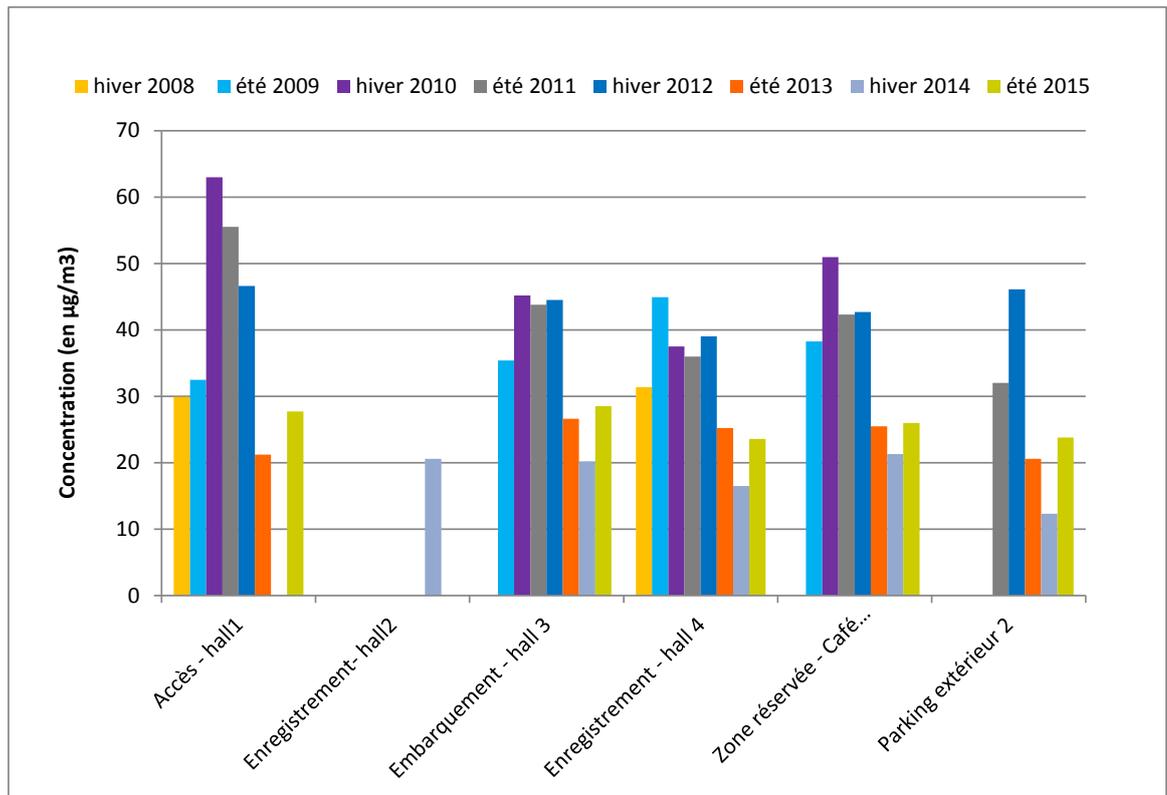


Figure 23 : concentrations en NO₂ mesurées dans les espaces intérieurs de Nantes-Atlantique depuis 2008

Par rapport aux mesures réalisées entre 2008 à 2012, on observe depuis 2013 une baisse significative des concentrations en NO₂ enregistrées dans l'aérogare, notamment en raison de la limitation du dépose minute aux seuls taxis. L'impact positif de l'initiative est confirmé en 2015 malgré des conditions plus défavorables (concentrations extérieures plus importantes, conditions météorologiques, ...).

Concernant plus précisément l'évolution sur les années 2013, 2014 et 2015 :

- on observe une augmentation des concentrations mesurées entre 2014 et 2015 de 35 % en moyenne sur tous les espaces,
- les niveaux enregistrés en 2015 sont comparables à ceux de 2013, année pendant laquelle la campagne a également été réalisée en été,
- ces deux observations indiquent que l'évolution 2014-2015 est probablement liée aux différences de conditions météorologiques.

les aldéhydes

valeurs de référence

Le Haut Conseil de Santé Publique (HCSP) à travers le décret du 2/12/11 relatif à la surveillance obligatoire des ERP a établi une valeur repère de **30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le formaldéhyde** à compter du 1^{er} janvier 2015. Elle sera de **10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à compter du 1^{er} janvier 2023**. Le formaldéhyde, cancérogène certain selon le CIRC est responsable du cancer du nasopharynx en cas d'exposition professionnelle. Pour les niveaux rencontrés en air intérieur, il est principalement responsable d'allergies, d'augmentation de l'asthme et d'irritations des voies respiratoires et muqueuses oculaires.

L'**acétaldéhyde** bénéficie quant à lui d'une valeur guide sanitaire élaborée par l'ANSES, fixée à 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une exposition long terme. L'acétaldéhyde provoque des irritations de la peau, des yeux et des voies respiratoires (réaction avec les protéines). Il est classé cancérogène possible par le CIRC.

situation en 2015

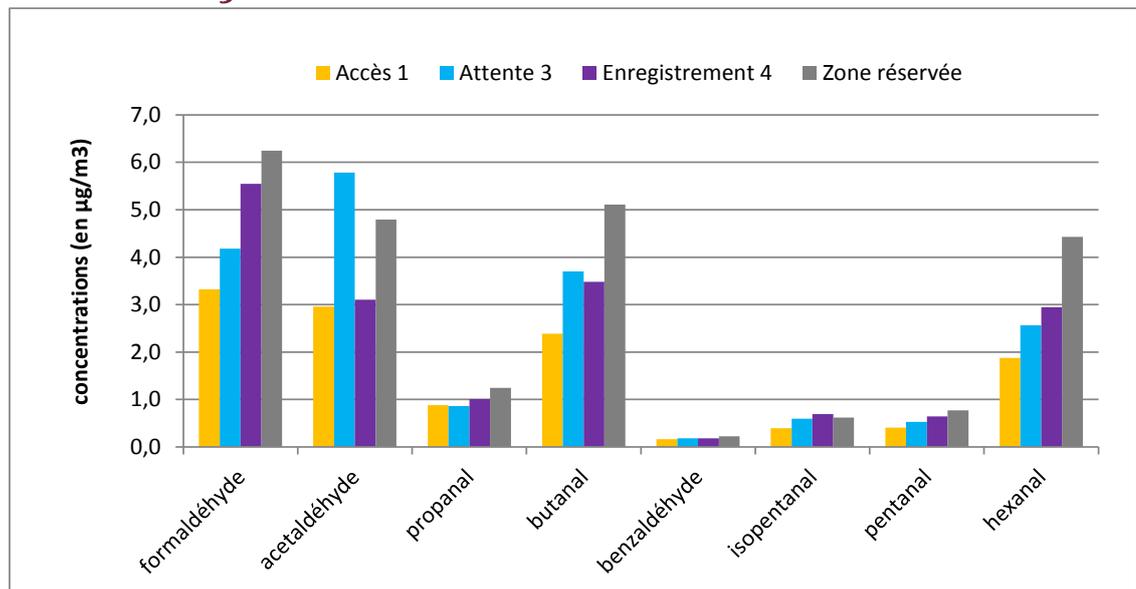


Figure 24 : concentrations en aldéhydes mesurées en 2015 dans les espaces intérieurs de l'aérogare, par aldéhyde et par site de mesure

Sur l'ensemble des aldéhydes mesurés, 4 polluants sont présents en concentration plus importantes :

- Le formaldéhyde
- L'acétaldéhyde
- Le butanal
- L'hexanal

La distribution homogène des concentrations pour ces polluants indique une origine commune liée à l'activité de l'aérogare, notamment la présence de voyageurs, eux-mêmes sources de pollution, l'entretien des bâtis ainsi que les différents services (presse, restauration, boutiques,...) situés à proximité des espaces.

Pour l'ensemble des polluants (sauf acétaldéhyde), la zone réservée constitue l'espace le plus concentré en aldéhydes, notamment en formaldéhyde. La proximité avec la parfumerie et le point presse pourrait être à l'origine de ces concentrations. A l'inverse, la zone d'accès en hall 1, le plus ouvert sur l'extérieur, est l'espace le moins concentré en aldéhydes.

Concernant l'espace d'enregistrement situé dans le hall 4, la présence importante de panneaux bois et de panneaux de particules pouvant contenir des colles urée-formol pourrait être à l'origine des concentrations en aldéhydes mesurées.

Notons que la fumée de tabac est également une source commune de pollution pour ces différents composants chimiques, ce qui pose la question d'un éventuel transfert de pollution depuis l'extérieur.

comparaison avec les années précédentes

Le formaldéhyde est l'aldéhyde présent en plus grande quantité au sein de l'aérogare. Le graphique ci-dessous représente l'évolution des concentrations moyennes en formaldéhyde enregistrées lors des campagnes Air Pays de la Loire depuis 2009.

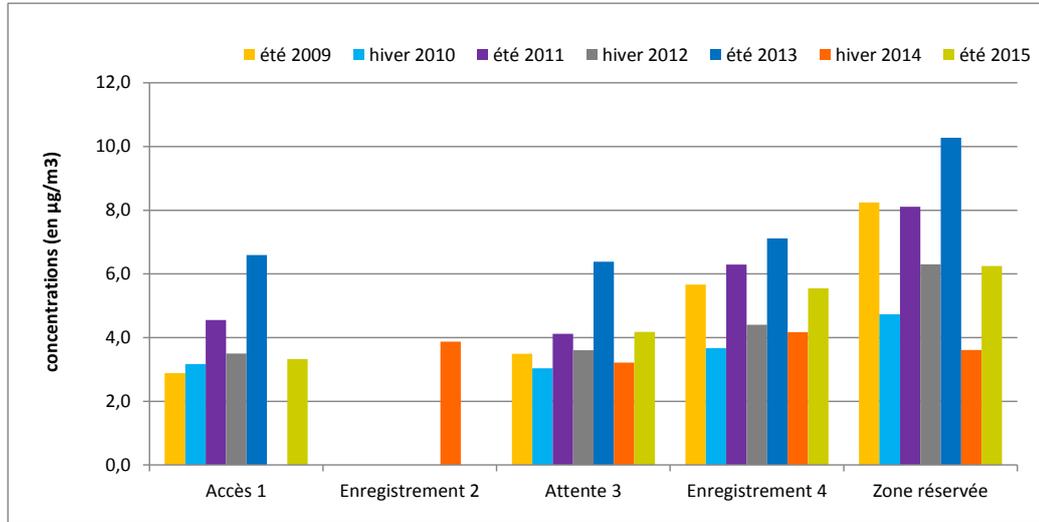


Figure 25 : évolution de la concentration en formaldéhyde dans les espaces intérieurs depuis 2009

Les concentrations en aldéhydes, et notamment en formaldéhyde sont variables selon les saisons, en fonction de la température et de l'humidité relative. En période estivale, les concentrations mesurées sont plus importantes. Ce phénomène est confirmé par le graphique ci-dessus, où les concentrations estivales des étés 2009 (5,1 µg/m³), 2011 (5,8 µg/m³), 2013 (7,6 µg/m³) et 2015 (4,8 µg/m³) sont supérieures aux périodes hivernales dont la moyenne est de 3,9 µg/m³.

La période 2015 indique des concentrations plus faibles que les étés précédents avec une concentration moyenne de 4,8 µg/m³, alors qu'en été 2013, le seuil des 10 µg/m³ avait été franchi dans la zone réservée, avec sur l'ensemble des espaces une moyenne de 7,6 µg/m³. La campagne 2015 indique des niveaux comparables à ceux de l'hiver 2012.

Par ailleurs, sur l'ensemble des années, la zone d'enregistrement 4 et l'espace réservé sont les zones pour lesquelles les concentrations mesurées sont les plus importantes. La proximité avec les services de restauration, presse, parfumerie ainsi que l'aménagement plus récent du hall 4 seraient responsables de ces écarts.

comparaison à la valeur guide de qualité d'air intérieur

Le formaldéhyde et l'acétaldéhyde dispose tous les deux de valeurs guides sanitaires.

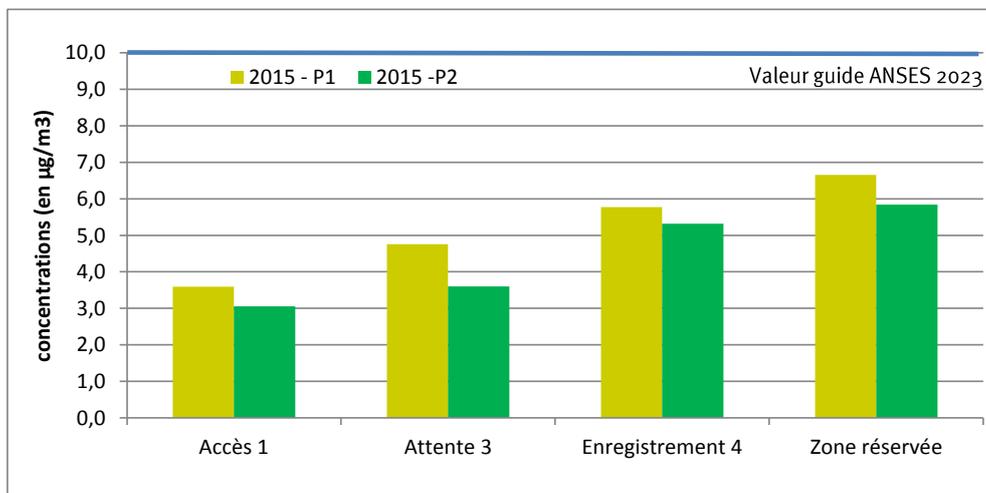


Figure 26 : concentrations en formaldéhyde mesurées dans les espaces intérieurs de l'aérogare

Sur les deux périodes données, l'ensemble des concentrations mesurées dans les espaces de l'aérogare sont inférieures à la valeur guide la plus exigeante, soit 10µg/m³ pour une exposition long terme (>1an).

Par ailleurs, les concentrations mesurées en acétaldéhyde, autre aldéhyde disposant d'une valeur guide, sont toutes inférieures à 7 µg/m³, soit bien inférieures à la valeur guide fixée à 160 µg/m³.

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
Valeurs de référence		160 ⁵				30 ⁶				
Nantes-Atlantique 2015	4 sites 05/10-19/10/15	4,2 [2,9-6,9]		0,2 [0,1-0,3]	3,7 [2,2-5,3]	4,8 [3,1-6,7]	3,0 [1,6-4,8]	0,6 [0,4-0,7]	1,0 [0,8-1,4]	0,6 [0,4-0,9]
Nantes-Atlantique 2014	4 sites 19/02 - 03/03/14	3,0 [2,4-3,8]	-	0,2 [0,2-0,2]	3,1 [2,4-3,7]	3,7 [3,0-4,4]	3,1 [1,9-4,2]	0,5 [0,5-0,6]	1,0 [0,6-1,4]	0,6 [0,3-0,7]
Nantes-Atlantique 2013	4 sites 17/09 - 01/10/13	3,9 [2,7-5,1]	-	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]	-	0,2 [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]	-	0,5 [0,3-0,8]	-	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 - 18/03/10	5,1 [3,1-8,2]	-	0,2 [0,1-0,2]	-	3,7 [2,7-5,1]	2,8 [1,7-4,3]	-	1,7 [1,3-2,6]	1,5 [0,0-2,3]
Nantes-Atlantique 2009	4 sites 08/09 - 22/09/09	2,9 [2,1 - 3,8]	-	0,2 [0,0-0,3]	-	5,1 [2,8-8,8]	2,7 [1,7-4,5]	-	1,0 [0,8-1,3]	1,4 [0,0-2,6]
Aéroport de Bordeaux	16 sites 18/03 - 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	16 sites 06/10 - 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	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	17/11 au 21/11/08	10,8	-	1,0	5,7	36,3	-	<0,5	2,6	2,3
Logements	567 sites - Médiane des concentrations	11,6 (10,8-12,3)	1,1 (1,0-1,2)	-	-	19,6 (18,4-21,0)	13,6 (12,6-14,7)	-	-	-
Maison éco-performante aux Herbiers	2 pièces – 19/10/09 au 22/01/10	21,7 (10,8-35,7)	0,0	0,5 (0,4-0,7)	17,3 (12,9-17,9)	18,6 (15,4-24,1)	30,5 (20,3-40,2)	0,9 (0,5-1,7)	3,8 (2,4-5,9)	5,8 (3,9-8,1)

Tableau 5 : concentrations moyennes [min-max] en aldéhydes mesurées en air intérieur au cours d'études de référence (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

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.

⁵ Valeur guide sanitaire recommandée par l'ANSES, pour une exposition long terme.

⁶ Valeur de référence recommandée par le HCSP, pour une exposition chronique (passera à $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2023).

les BTEX

valeurs de références

Le Haut Conseil de Santé Publique (HCSP) à travers le décret du 2/12/11 relatif à la surveillance obligatoire des ERP a établi une valeur repère de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le benzène de 2013 à 2015. Elle est de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ depuis le 1^{er} janvier 2016. Rappelons que le benzène, cancérigène certain selon le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) serait responsable d'une augmentation du risque de leucémie, notamment chez les enfants.

Le toluène et l'éthylbenzène quant à eux disposent d'une valeur sanitaire issue de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), fixée respectivement à $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une exposition d'une semaine et $22\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une exposition de long terme. Le toluène serait responsable d'effets sur la reproduction et le développement fœtal et d'effets neurologiques.

Les xylènes possèdent une valeur fixée par l'Europe, qui est respectivement de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

situation en 2015

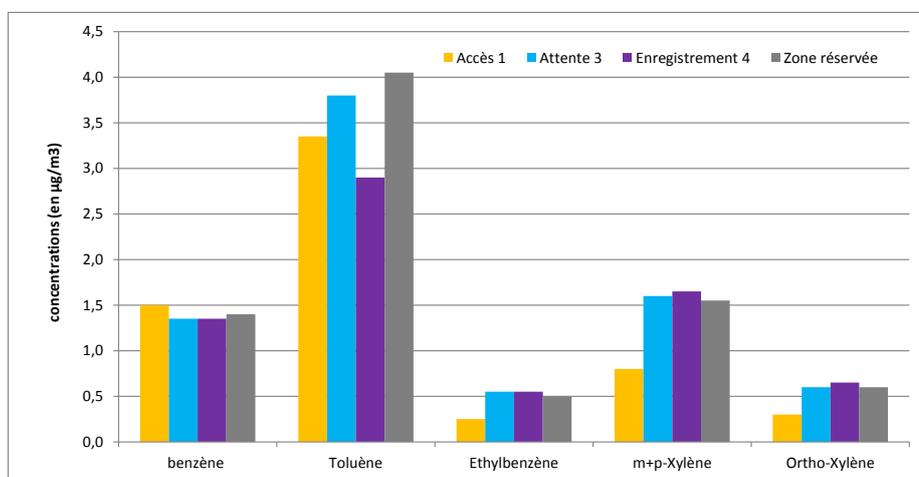


Figure 27 : concentration en BTEX dans les espaces intérieurs de l'aérogare en 2015

Depuis le début des campagnes en 2008, le toluène est le polluant mesuré avec les plus fortes concentrations (de $2,9$ à $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dans les différents espaces de l'aérogare et notamment au niveau de la zone réservée et des halls 1 et 3. L'origine commune de ces concentrations pourrait être liée aux produits d'entretien utilisés au sein de l'aérogare et également des produits de construction tels que les peintures, vernis, colles, tapis, etc. Notons toutefois que les niveaux restent très faibles au regard de la valeur sanitaire de l'Organisation Mondiale de la Santé ($260 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

comparaison avec les années précédentes

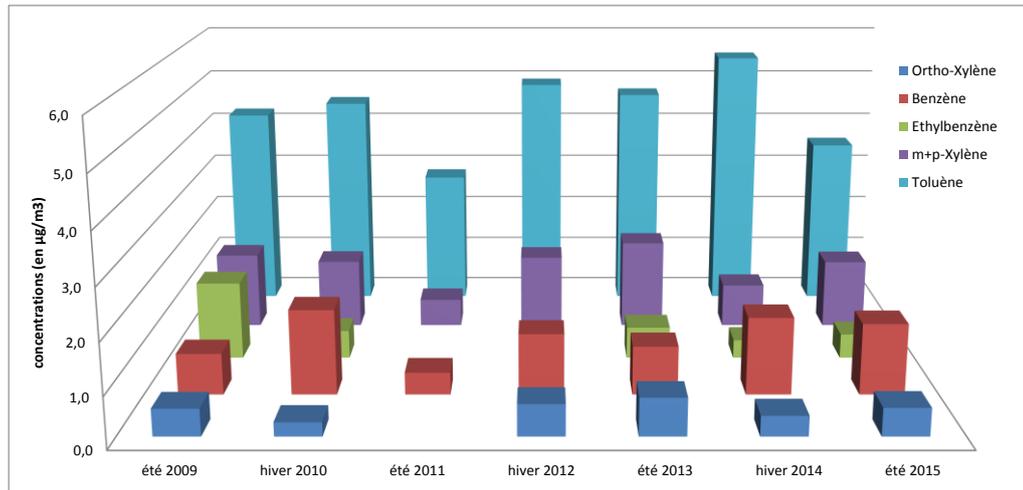


Figure 28 : évolution des concentrations en BTEX à l'intérieur de l'aérogare, en moyenne sur les 4 sites de mesure

La représentation des résultats de mesure des BTEX selon les espaces instrumentés depuis 2009 confirme la proportion plus importante de toluène par rapport aux autres BTEX.

Depuis 2009, le hall 1 et l'espace réservé sont les deux espaces pour lesquels les concentrations en toluène sont les plus importantes, environ 2 fois plus élevées que dans les halls 3 et 4. Les travaux d'emménagement du hall 1 ainsi que les services à proximité de la zone réservée, notamment la parfumerie, le service presse ainsi que le point restauration pourraient en être à l'origine.

comparaison à la valeur guide de qualité d'air intérieur

Le benzène est un polluant faisant l'objet de valeur guide sanitaire et réglementaire en air extérieur. Le graphique ci-dessous illustre la répartition du benzène selon les espaces de l'aérogare et les deux périodes de mesures.

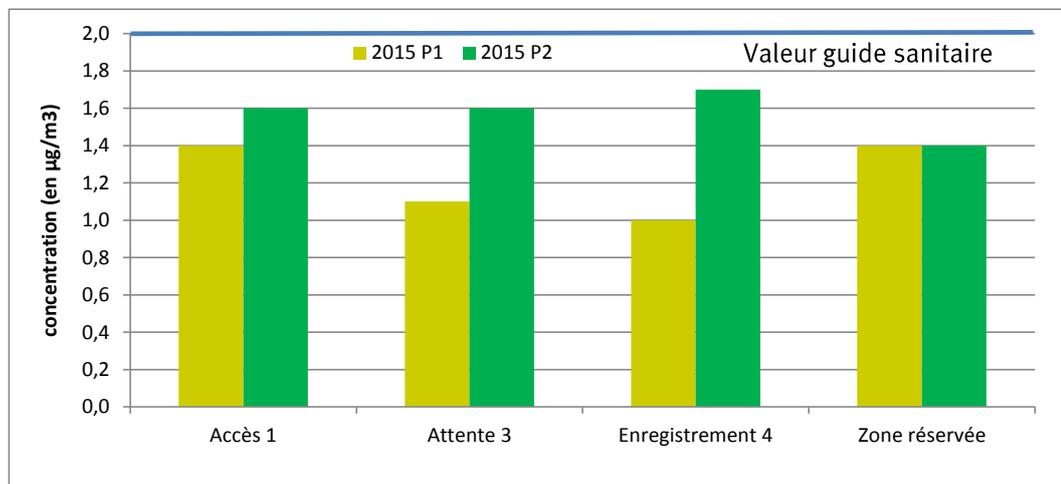


Figure 29 : concentrations en benzène à l'intérieur de l'aérogare en 2015

Pour l'ensemble des espaces instrumentés et sur les deux périodes de mesures, le benzène présente des concentrations inférieures à la valeur guide sanitaire de 2 µg/m³.

Principalement issues de sources de combustion incomplètes, dans le cas de cette étude, le benzène mesuré pourrait provenir d'une source extérieure, tel que le trafic automobile ou aérien. Par ailleurs, comme observé pour la distribution du dioxyde d'azote, nous pouvons noter des concentrations 34 % plus importantes en période 2. Ceci pourrait confirmer l'hypothèse d'un transfert et d'une concentration de la pollution extérieure générée par l'activité de l'aéroport vers l'intérieur du bâtiment où le renouvellement d'air est moins important.

Pour le toluène et les xylènes, les valeurs guides sanitaires sont également toutes respectées.

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
Valeur de référence		2 ⁷	260 ⁸	22 000 ⁹	200 ¹⁰		
Nantes-Atlantique 2015	4 sites 05/10-19/10/15	1,4 (1,0-1,7)	3,6 (2,9-5,0)	0,5 (0,1-0,6)	1,4 (0,2-1,8)	0,5 (0,1-0,7)	-
Nantes-Atlantique 2014	4 sites 17/09-01/10/13	1,6 (1,2-2,7)	5,5 (3,0-9,5)	0,4 (0,3-0,5)	0,9 (0,7-1,2)	0,4 (0,3-0,6)	-
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-,09]	nd	-
Nantes-Atlantique 2010	4 sites – 11/02/10 au 18/03/10	1,7 (0,8-3,9)	4,5 (1,4-13,3)	0,6 (0,0-1,6)	1,4 (0,7-2,1)	0,3 (0,0-0,7)	-
Nantes-Atlantique 2009	4 sites – 08/09/09 au 22/09/09	0,8 (0,5-1,1)	4,2 (2,0-8,7)	1,6 (1,0-2,3)	1,6 (1,2-2,2)	0,5 (0,4-0,7)	1,7 (1,0-2,1)
Aéroport de Bordeaux	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	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)
Ecole et lycée	2 sites – septembre 2008 à juillet 2009	0,9	3,9	0,8	2,7	1,0	-
Logements	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	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 6 : concentrations moyennes [min,max] en BTEX mesurées en air intérieur au cours d'études de référence (en µg/m³).

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

- des niveaux en benzène mesurés en 2014 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).

⁷ Valeur de référence recommandée par le HCSP, pour une exposition chronique.

⁸ Valeur guide sanitaire recommandée par l'OMS pour une exposition d'une semaine.

⁹ Valeur guide sanitaire recommandée par l'OMS pour une exposition de long terme.

¹⁰ Valeur de référence recommandée par l'Union Européenne pour une exposition chronique.

conclusion

Polluants	Situation par rapport aux valeurs guides	Evolution depuis 2009
NO₂	☹ - dépassement de la valeur guide Hypothèse d'un transfert de l'air extérieur vers l'intérieur des bâtis avec concentration des polluants associée à un mauvais renouvellement d'air	↓ depuis 2013 (dépose minutes réservé aux taxis), mais + 35% par rapport à 2014
Aldéhydes dont formaldéhyde	☺ - concentrations inférieures aux valeurs guides	↓ -36% par rapport aux autres étés
BTEX dont benzène	☺ - concentrations inférieures aux valeurs guides	→ pour le benzène et le toluène par rapport aux autres étés

conclusions

La campagne dans l'environnement et au sein de la plateforme aéroportuaire Nantes-Atlantique, menée par Air Pays de la Loire à la fin de l'été 2015, montre que les niveaux de polluants dans les communes avoisinant l'aéroport sont modérés. Ces niveaux sont ceux habituellement relevés en zone périurbaine. Les valeurs de référence que sont les objectifs de qualité ont de fortes chances d'être respectées en moyenne annuelle et on peut conclure à une bonne qualité de l'air dans les communes avoisinant Nantes-Atlantique.

Les niveaux relevés directement sur les installations aéroportuaires se caractérisent par des niveaux en dioxyde d'azote plus importants mais qui, là encore, ont de fortes chances de respecter, en moyenne annuelle, l'objectif de qualité. Les niveaux en benzène sont similaires aux niveaux de fond, et une éventuelle évaporation d'hydrocarbures n'est pas détectable.

Les relevés à l'intérieur même de l'aérogare sont moins bons en ce qui concerne le dioxyde d'azote, avec des valeurs qui dépassent la valeur guide sanitaire préconisée par l'ANSES. Ce dépassement peut certainement être modéré par une meilleure ventilation, pour peu que celle-ci ne conduise pas à des échanges trop importants avec les zones polluées que sont les zones d'embarquement et le parking. Les valeurs pour les autres polluants, BTEX et aldéhydes, sont satisfaisantes au regard des normes sanitaires en vigueur.

La réalisation de ce type de campagne sur une base annuelle représente un suivi régulier qui permet de constater que la qualité de l'air extérieur est stable mais que la qualité de l'air intérieur de l'aérogare, notamment sur le dioxyde d'azote, connaît une nette amélioration.

annexes

- annexe 1 : mesures à proximité de la route départementale D85
- annexe 2 : plans de l'aérogare et localisation des tubes
- annexe 3 : résultats détaillés des mesures par tubes
- annexe 4 : Air Pays de la Loire
- annexe 5 : techniques d'évaluation
- annexe 6 : types des sites de mesure
- annexe 7 : sources liées au transport aérien pour les polluants mesurés
- annexe 8 : seuils de qualité de l'air 2015
- annexe 9 : valeurs de référence pour l'air intérieur 2015

annexe 1 :mesures à proximité de la route départementale D85

L'une des conséquences de la hausse d'activité de Nantes-Atlantique est l'augmentation du trafic autour de l'aéroport. Cette augmentation concerne en particulier la route départementale D85, qui relie le périphérique nantais à l'aérogare et qui dessert également les différentes activités qui se sont installées sur et aux alentours de la plateforme aéroportuaire au fur et à mesure du développement de celle-ci. En 2015, Aéroports du Grand Ouest a souhaité installer un site de mesure aux abords de cette route départementale afin de quantifier l'influence du trafic automobile sur les niveaux de pollution relevés en NO₂ et en benzène. Cette annexe présente les résultats recueillis et les compare aux niveaux relevés en sites urbains. Compte tenu des niveaux de pollution en bordure de trafic, les mesures ont été réalisées sur 4 périodes d'une semaine, du 21 septembre au 19 octobre.

en µg/m ³	S39	S40	S41	S42
NO ₂	26,7	20,5	27,5	32,9
Benzène	1,2	0,7	0,8	1,2

A titre de comparaison, le graphique ci-dessous rappelle les niveaux dits « de fond » mesurés pendant cette campagne, c'est-à-dire les niveaux relevés sur les tubes non influencés par le trafic routier. Le site 10, situé sur la ferme de la Ranjonnière, est séparé des autres sites, car il s'agit du site de fond le plus proche de la D85 (250m). Les niveaux en NO₂ relevés sur la station du centre-ville de Nantes (cimetière de la Bouteillerie) et les niveaux en NO₂ et benzène du Boulevard Victor Hugo (site de trafic) sont également représentés.

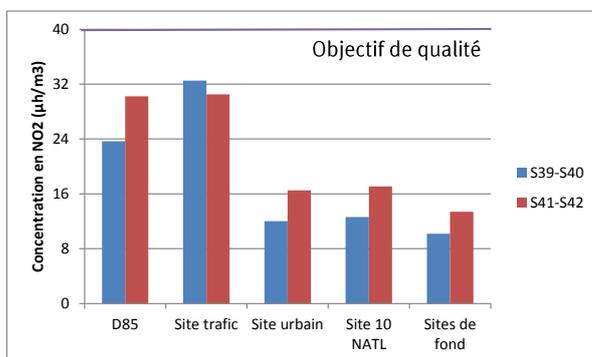


Figure 310 : comparaison des concentrations en NO₂ relevées à proximité de la D85 avec les mesures sur d'autres sites

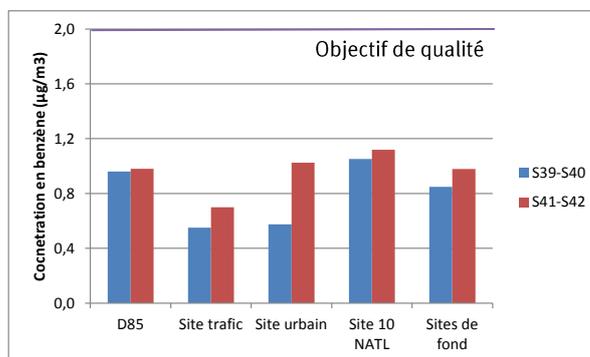


Figure 301 : comparaison des concentrations en benzène relevées à proximité de la D85 avec les mesures sur d'autres sites

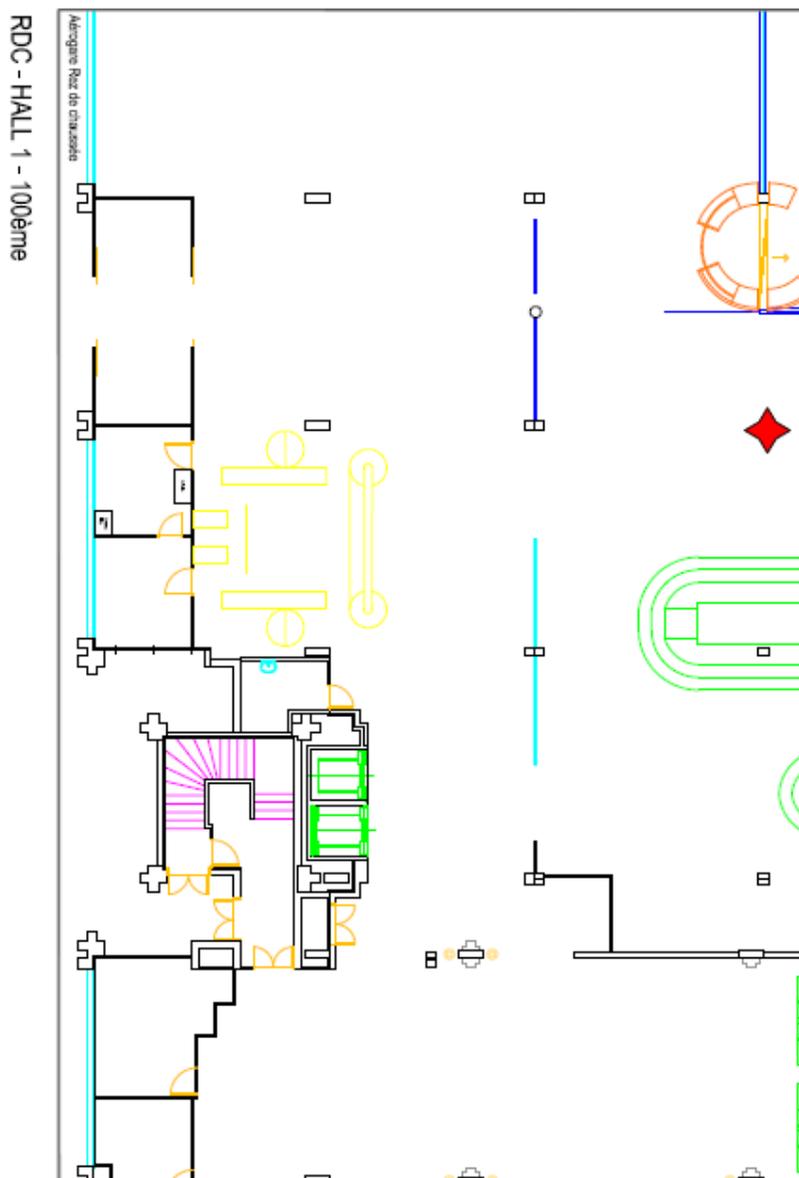
En ce qui concerne le dioxyde d'azote, on observe aux abords de la route départementale D85 des niveaux de concentration très supérieurs aux niveaux relevés ailleurs autour de l'aéroport (presque doubles). Ces niveaux s'approchent des valeurs du site de trafic dans le centre de Nantes.

Les valeurs relevées sur le site numéro 10 ne sont pas sensiblement supérieures à celles relevées sur les autres sites de fond. Les conditions météorologiques et l'aménagement sont favorables à la bonne dispersion des polluants, de telle sorte que l'axe routier n'est plus perceptible, en termes de qualité de l'air, à 250m.

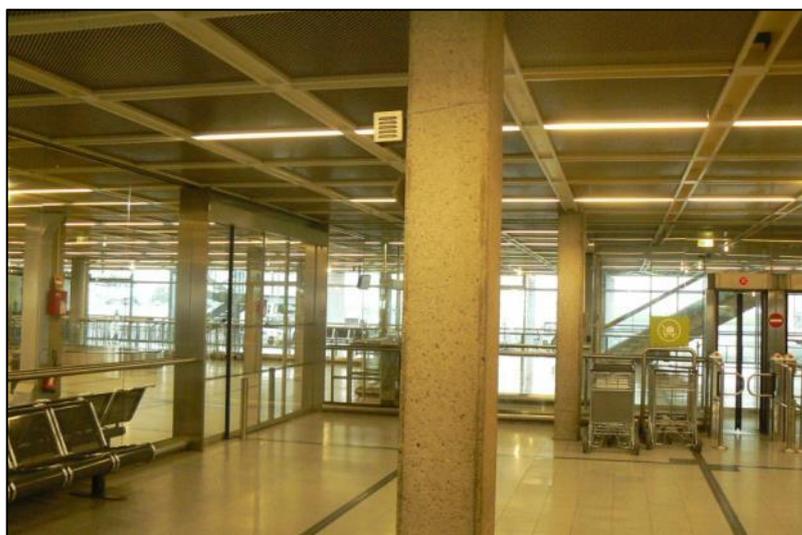
En ce qui concerne le benzène, les niveaux relevés sont faibles et comparables aux valeurs enregistrées pendant la campagne sur les autres sites entourant l'aéroport.

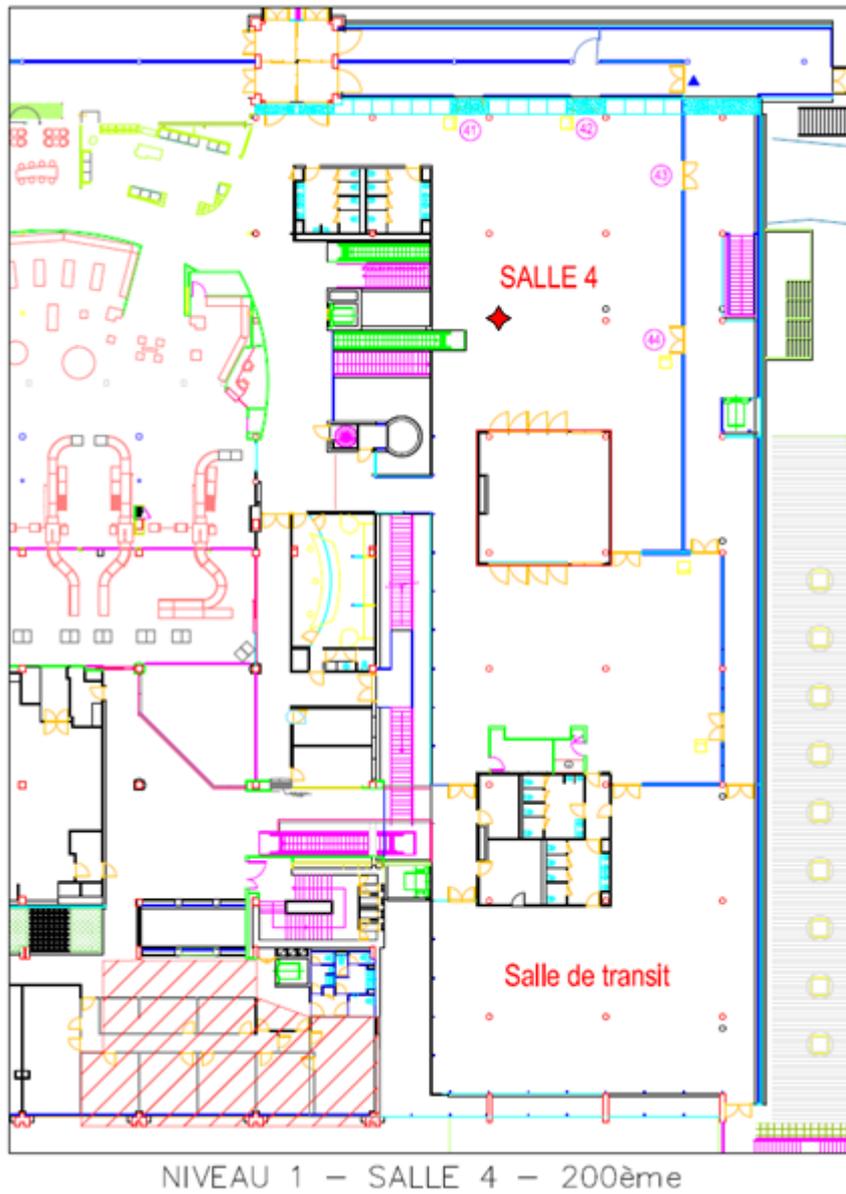
annexe 2 : plans de l'aérogare et localisation des tubes pour l'air intérieur

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

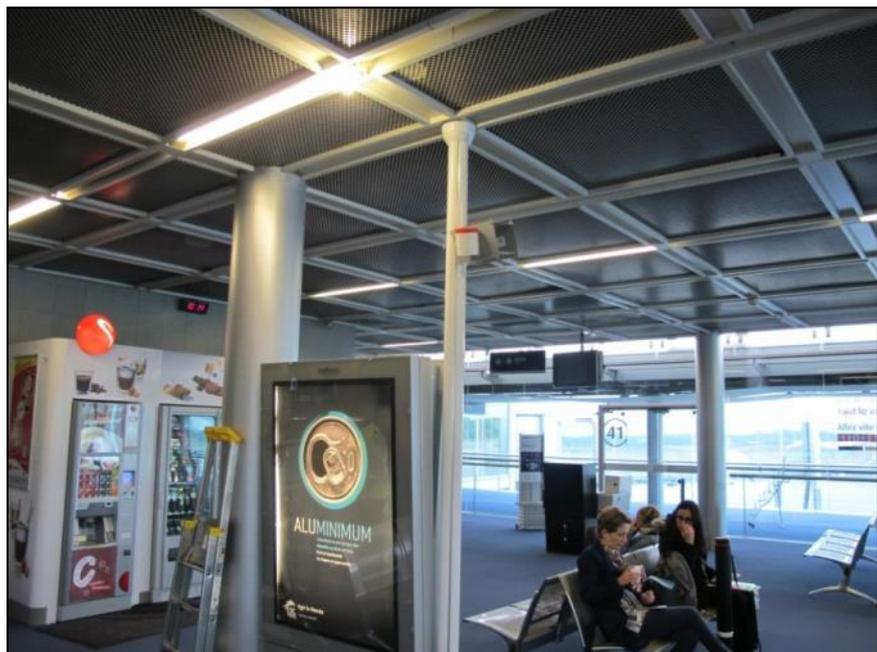


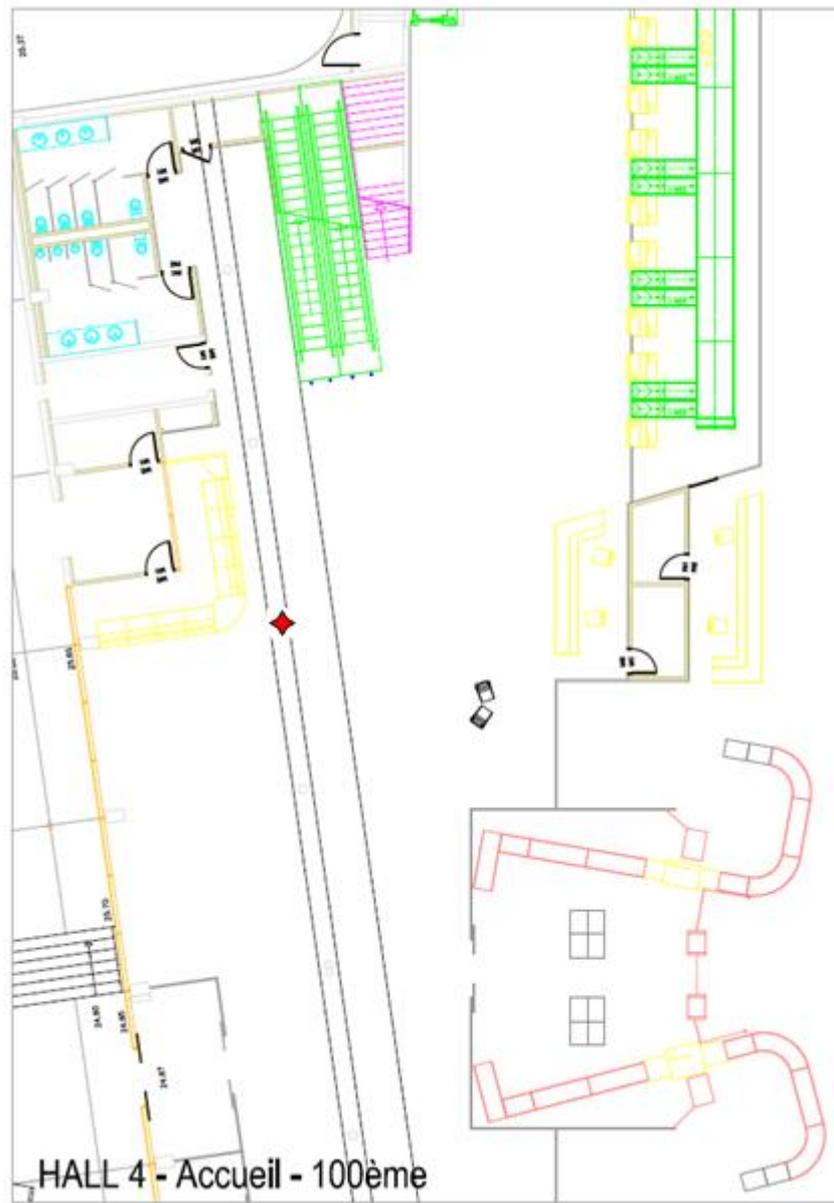
Localisation du site de mesure dans le hall d'accueil 1





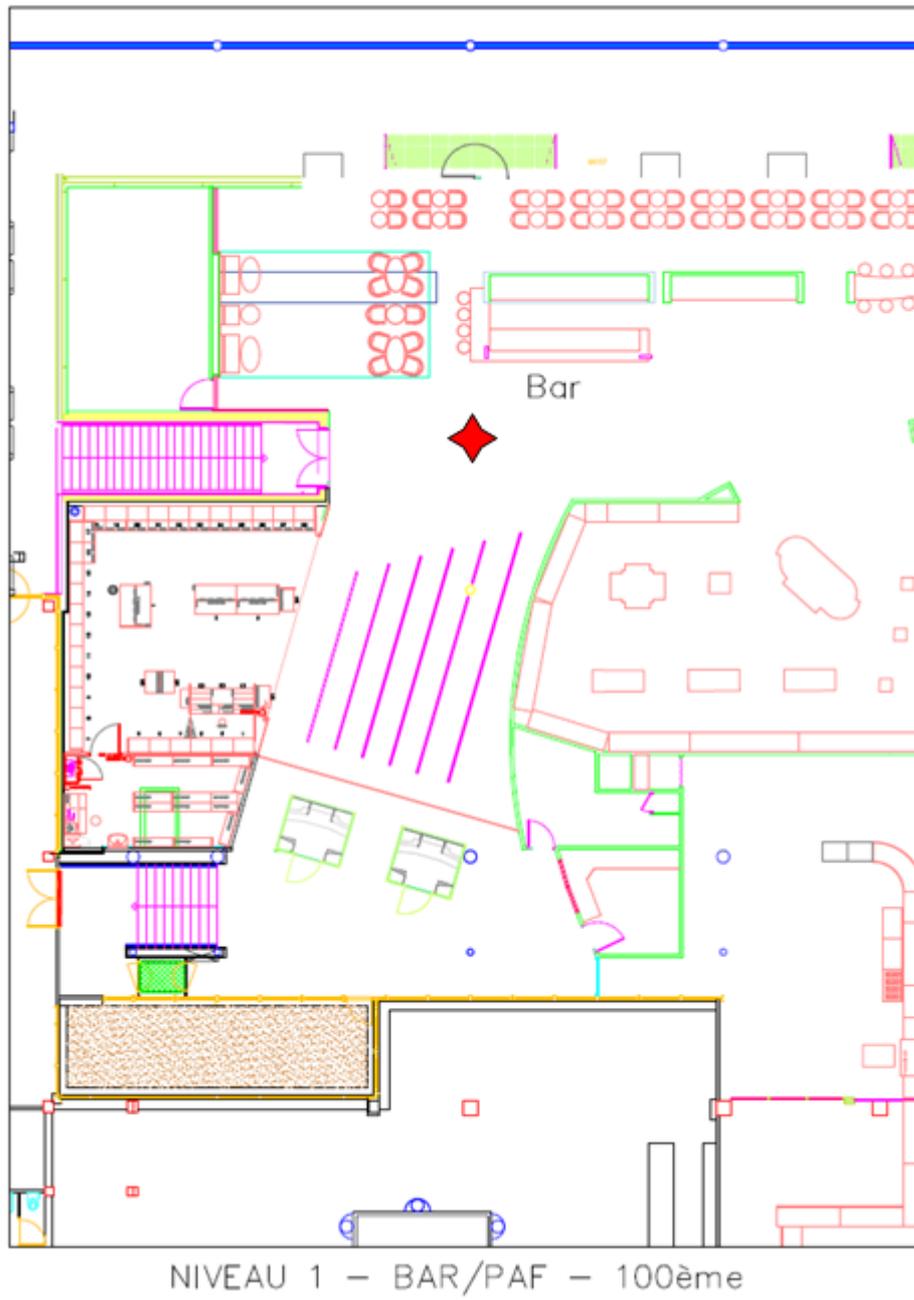
Localisation de la salle
d'embarquement hall 3 (site B)



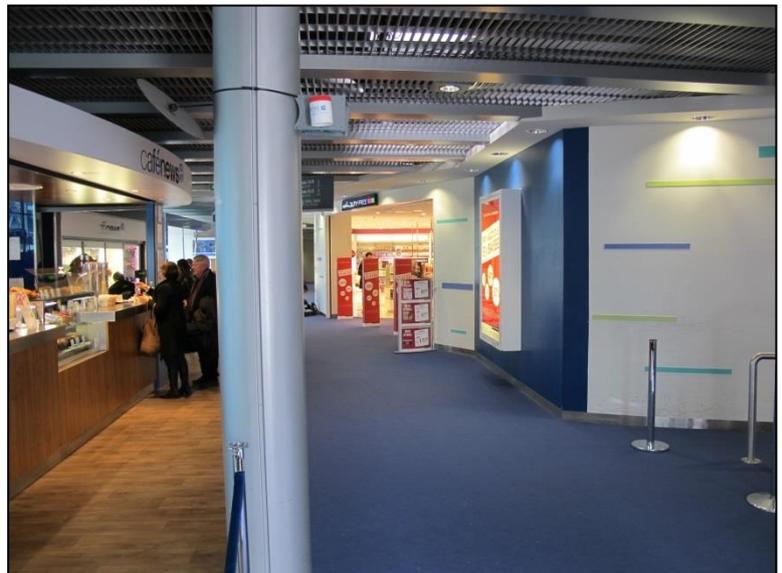


Localisation de la zone d'enregistrement hall 4 (site C)





Localisation zone réservée – Café News (site D)



annexe 3 : résultats détaillées des mesures par tubes

air extérieur : No₂ et BTEX

Toutes les valeurs sont des concentrations, exprimées en µg/m³

	Site	Date début	Date Fin	NO ₂	B ¹¹	T ³	E ³	MP-X ³	O-X ³
Phase 1	1 Musse	21/09/2015 13:40	05/10/2015 16:00	13,9	0,9	3,1	0,2	0,5	0,3
	2 Louis Rossel	21/09/2015 13:50	05/10/2015 14:00	14,3	1,2	2,5	0,2	0,6	0,3
	3 Parachutistes	21/09/2015 15:00	05/10/2015 14:15	12,4	/	/	/	/	/
	4 Ecosbuts	21/09/2015 15:10	05/10/2015 14:25	9,7	1,0	3,1	0,2	0,6	0,3
	5 Ecurie du grand lac	21/09/2015 16:10	05/10/2015 15:00	9,9	0,8	2,6	0,2	0,4	0,2
	6 Bauches	21/09/2015 16:25	05/10/2015 15:35	8,4	1,0	3,6	0,2	0,5	0,2
	7 Pinier	21/09/2015 16:35	05/10/2015 15:25	8,7	0,9	3,7	0,2	0,4	0,2
	8 Gauchoux	21/09/2015 11:35	05/10/2015 15:15	9,5	0,7	9,9	0,1	0,4	0,2
	9 Cendrie	21/09/2015 11:10	05/10/2015 15:40	10,1	0,8	2,8	0,2	0,5	0,2
	10 Ranjonnière	21/09/2015 13:35	05/10/2015 16:25	12,6	1,1	2,4	0,2	0,4	0,2
	11 Piste sud	21/09/2015 14:15	05/10/2015 10:30	12,3	/	/	/	/	/
	12 Avitaillement	21/09/2015 10:05	05/10/2015 10:35	15,8	1,0	6,4	0,9	2,1	1,2
	13 Embarquement 3	21/09/2015 10:30	05/10/2015 10:55	34,8	1,1	4,2	0,3	0,9	0,4
	14 Embarquement 4	21/09/2015 10:15	05/10/2015 10:40	24,3	0,8	3,3	0,3	0,8	0,4
	15 Piste nord	21/09/2015 14:30	05/10/2015 10:20	12,9	1,0	2,3	0,2	0,4	0,2
	16 Parking	21/09/2015 10:40	05/10/2015 10:05	22,8	/	/	/	/	/
- Camion	21/09/2015 15:45	05/10/2015 15:05	9,1	/	/	/	/	/	
Phase 2	1 Musse	05/10/2015 16:00	19/10/2015 13:15	16,4	1,1	1,7	0,2	0,4	0,2
	2 Louis Rossel	05/10/2015 14:00	19/10/2015 13:25	18,5	1,1	1,7	0,2	0,5	0,3
	3 Parachutistes	05/10/2015 14:15	19/10/2015 13:45	14,3	0,8	1,4	0,1	0,3	0,2
	4 Ecosbuts	05/10/2015 14:25	19/10/2015 13:55	13,9	1,0	2,2	0,2	0,5	0,3
	5 Ecurie du grand lac	05/10/2015 15:00	19/10/2015 14:10	11,7	1,0	1,6	0,1	0,3	0,2
	6 Bauches	05/10/2015 15:35	19/10/2015 14:25	11,9	0,9	1,6	0,1	0,3	0,2
	7 Pinier	05/10/2015 15:25	19/10/2015 14:30	11,8	1,1	2,0	0,2	0,5	0,3
	8 Gauchoux	05/10/2015 15:15	19/10/2015 14:40	14,1	/	/	/	/	/
	9 Cendrie	05/10/2015 15:40	19/10/2015 14:50	14,7	1,0	2,7	0,1	0,4	0,2
	10 Ranjonnière	05/10/2015 16:25	19/10/2015 12:00	17,1	1,1	1,8	0,2	0,4	0,2
	11 Piste sud	05/10/2015 10:30	19/10/2015 10:10	15,3	1,0	1,7	0,1	0,4	0,2
	12 Avitaillement	05/10/2015 10:35	19/10/2015 10:15	18,4	1,2	4,3	0,6	1,6	0,8
	13 Embarquement 3	05/10/2015 10:55	19/10/2015 10:30	37,0	1,2	2,0	0,3	1,0	0,5
	14 Embarquement 4	05/10/2015 10:40	19/10/2015 10:20	25,8	1,1	2,0	0,3	0,8	0,4
	15 Piste nord	05/10/2015 10:20	19/10/2015 10:05	15,4	0,9	1,4	0,2	0,5	0,2
	16 Parking	05/10/2015 10:05	19/10/2015 11:30	24,8	1,8	6,1	0,7	2,2	1,0
- Camion	05/10/2015 15:05	19/10/2015 14:00	11,7	/	/	/	/	/	

¹¹ B=Benzène, T=Toluène, E=Ethylbenzène, MP-X=Meta-Xylène et Para-Xylène, O-X=Ortho-Xylène.

air intérieur : No₂ et BTEXToutes les valeurs sont des concentrations, exprimées en µg/m³

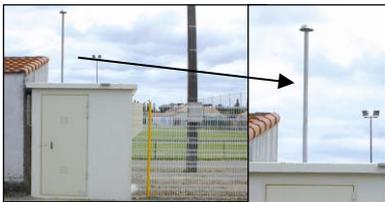
	Site		Date début	Date Fin	NO ₂	B ¹²	T ⁴	E ⁴	MP-X ⁴	O-X ⁴
Phase 1	A	Accès 1	05/10/2015 11:25	12/10/2015 10:10	26,8	1,4	3,0	0,4	1,4	0,5
	B	Attente 3	05/10/2015 10:55	12/10/2015 10:30	26,0	1,1	4,3	0,6	1,8	0,6
	C	Enregistrement 4	05/10/2015 11:15	12/10/2015 10:50	20,6	1,0	/	0,5	1,6	0,6
	D	Zone réservée	05/10/2015 11:05	12/10/2015 10:35	24,2	1,4	5,0	0,5	1,6	0,6
Phase 2	A	Accès 1	12/10/2015 10:10	19/10/2015 11:10	28,7	1,6	3,7	0,1	0,2	0,1
	B	Attente 3	12/10/2015 10:20	19/10/2015 10:35	31,0	1,6	3,3	0,5	1,4	0,6
	C	Enregistrement 4	12/10/2015 10:50	19/10/2015 11:00	26,6	1,7	2,9	0,6	1,7	0,7
	D	Zone réservée	12/10/2015 10:35	19/10/2015 10:45	27,8	1,4	3,1	0,5	1,5	0,6

air intérieur : aldéhydesToutes les valeurs sont des concentrations, exprimées en µg/m³

	Site		Date début	Date Fin	F ³	A ⁵	Pr ⁵	Bt ⁵	Bz ⁵	isoPe ⁵	Pe ⁵	Hx ⁵
Phase 1	A	Accès 1	05/10/15 11:25	12/10/15 10:10	3,6	3,0	0,8	2,2	0,2	0,4	0,4	2,1
	B	Attente 3	05/10/15 10:55	12/10/15 10:30	4,8	6,9	0,9	3,9	0,2	0,6	0,5	2,9
	C	Enregistrement 4	05/10/15 11:15	12/10/15 10:50	5,8	2,9	1,1	3,2	0,2	0,6	0,7	2,8
	D	Zone réservée	05/10/15 11:05	12/10/15 10:35	6,7	5,2	1,4	4,9	0,3	0,6	0,9	4,8
Phase 2	A	Accès 1	12/10/15 10:10	19/10/15 11:10	3,1	3,0	1,0	2,6	0,1	0,4	0,5	1,6
	B	Attente 3	12/10/15 10:20	19/10/15 10:35	3,6	4,6	0,8	3,5	0,2	0,6	0,6	2,2
	C	Enregistrement 4	12/10/15 10:50	19/10/15 11:00	5,3	3,3	0,9	3,7	0,2	0,7	0,6	3,1
	D	Zone réservée	12/10/15 10:35	19/10/15 10:45	5,8	4,4	1,1	5,3	0,2	0,6	0,6	4,0

¹² B=Benzène, T=Toluène, E=Ethylbenzène, MP-X=Meta-Xylène et Para-Xylène, O-X=Ortho-Xylène.¹³ F=Formaldéhyde, A=Ethanal, Pr=Propanal, Bt=Butanal, Bz=Benzaldéhyde, isoPe=iso-Pentanal, Pe=Pentanal, Hx=Hexanal

annexe 5 : techniques d'évaluation



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 PM2,5, 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 trois 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.

annexe 6 : 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

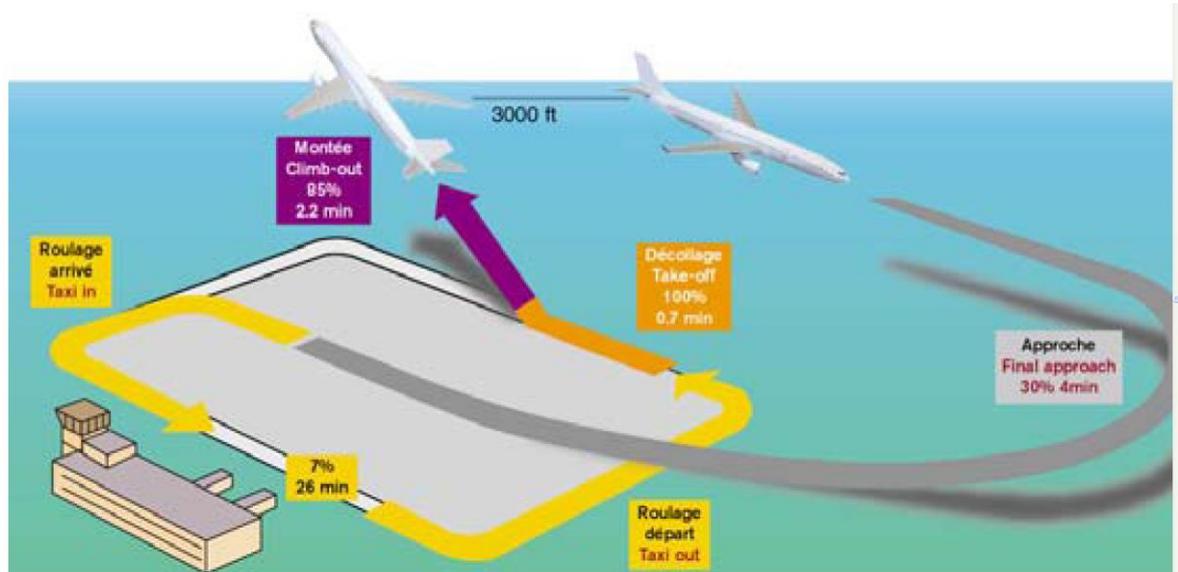
Les sites ruraux participent à la surveillance de l'exposition des écosystèmes et de la population à la pollution atmosphérique de fond (notamment photochimique).

annexe 7 : sources liées au transport aérien pour les polluants mesurés

Les activités des aéroports sont à l'origine d'émissions de polluants atmosphériques. 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

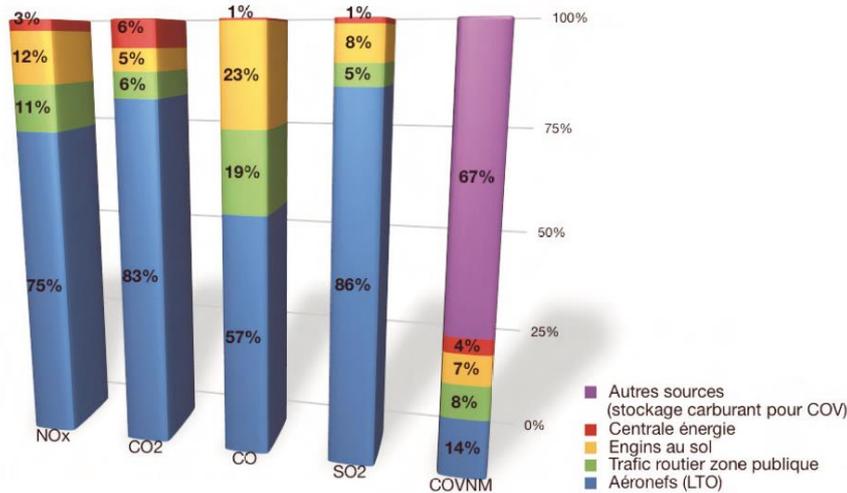
Les sources fixes proviennent exclusivement des activités terrestres. Ces sources comprennent les systèmes de production, de distribution ou d'utilisation de l'énergie (centrales thermiques), l'utilisation de solvants, les sources liées à l'entretien des espaces verts, les zones de stockage d'hydrocarbures 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

A partir des inventaires d'émissions disponibles sur plusieurs plateformes¹⁴, 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 graphique 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 %.

¹⁴ 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.

air intérieur

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

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

sources d'aldéhydes

	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 8 : seuils de qualité de l'air 2015

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

(1) pour la protection de la végétation

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

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

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

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

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

(7) dépassé pendant 3h consécutives

(8) 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

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

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

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

(12) 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

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 9 : valeurs de référence de l'air intérieur

Formaldéhyde	<p>Recommandations :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$: valeur repère de protection des populations sensibles sur une exposition à long terme application de cette valeur en 2012 pour tous bâtiments neufs (Afsset) • 30 $\mu\text{g.m}^{-3}$: valeur repère avec aucune action corrective (HCSP) • 50 $\mu\text{g.m}^{-3}$: valeur maximale admissible pour une exposition de longue durée. Nécessité d'information et de recommandation dans un délai de quelques mois. (HCSP) <p style="text-align: center;">VGAI pour une exposition court terme de 2 heures (Afsset)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 100 $\mu\text{g.m}^{-3}$: valeur d'action corrective rapide, au cours du mois suivant le résultat
Benzène	<p>VGAI long terme (Afsset):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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}. <p>VGAI intermédiaire (Afsset) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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). <p>VGAI court terme (Afsset) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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.
Toluène	<p>Valeur Guide (OMS) :</p> <p>260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (moyenne sur une semaine applicable en air extérieur).</p>
Dioxyde de carbone	<p>Recommandation (RDS) :</p> <p>Seuil : 1000 ppm</p>
Dioxyde d'azote	<p>Valeur Guide (OMS) :</p> <p>40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valeur long terme applicable en air extérieur).</p>
Particules	<p>Valeur de gestion (OMS) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • $\text{PM}_{2,5}$: 25 $\mu\text{g.m}^{-3}$ sur 24 heures, 10 $\mu\text{g.m}^{-3}$ sur le long terme • PM_{10} : 50 $\mu\text{g.m}^{-3}$ sur 24 heures, 20 $\mu\text{g.m}^{-3}$ sur le long terme

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

glossaire

Aasqa	Association agréée de surveillance de la qualité de l'air
Airpl.lab	Laboratoire d'étalonnage d'Air Pays de la Loire
Anses	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ARS	Agence régionale de santé
BASEMIS [®]	base des émissions de polluants et GES
BTEX	benzène, toluène, éthyl-benzène, xylènes
C6H6	benzène
CO	monoxyde de carbone
COFRAC	comité français d'accréditation
COV	composés organiques volatils
CSHPF	Conseil supérieur d'hygiène publique de France
CSTB	Centre scientifique et technique du bâtiment
ERP	Etablissement recevant du public
IARC = CIRC	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
O ₃	ozone
OMS	Organisation mondiale de la santé
OQAI	Observatoire de la qualité de l'air intérieur
PM10	particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm
PPA	plan de protection de l'atmosphère
Ppm	partie par million
SO ₂	dioxyde de soufre
µg	microgramme (= 1 millionième de gramme)



air pays de la loire

5 rue Édouard-Nignon – 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

air | pays de
la loire
www.airpl.org