



évaluation de la qualité de l'air dans l'environnement

de l'aéroport Nantes-Atlantique

campagne 2009

janvier 2010



sommaire

synthèse	1
introduction	10
les émissions de polluants dues au trafic aérien	11
sources liées aux mouvements des avions	12
sources liées aux activités terrestres [2]	12
part des émissions due au trafic aérien par rapport aux autres modes de transport	13
les polluants mesurés	14
le dioxyde de soufre	15
les oxydes d'azote	15
les poussières fines PM ₁₀	16
le monoxyde de carbone	16
les Composés Organiques Volatils (COV)	17
l'ozone	17
la réglementation	18
le dioxyde de soufre	19
le dioxyde d'azote	19
les poussières fines (PM ₁₀)	20
le monoxyde de carbone (CO)	20
le monoxyde de carbone (CO)	21
les Composés Organiques Volatils	21
le dispositif mis en oeuvre	23
présentation de la plate-forme aéroportuaire	23
rappel des objectifs de la campagne de mesure	23
mesures des polluants par analyseurs automatiques	24
mesure des polluants par tubes passifs	26
période de mesures	29
les résultats	30
représentativité de la période de mesure	30
résultats en air extérieur	34
air intérieur	60
conclusions et perspectives	67
annexes	68
annexe 1 : localisation des sites de mesure en air intérieur	69
annexe 2 : résultats des mesures par tubes à diffusion passive	73
annexe 3 : Air Pays de la Loire	76
annexe 4 : techniques d'évaluation	77
annexe 5 : types des sites de mesure	78
annexe 6 : polluants	79
annexe 7 : seuils de qualité de l'air 2009	80
bibliographie	81
abréviations	82
définitions	82
précisions sur les calculs statistiques	82

contributions

Coordination de l'étude : Florence Guillou, François Ducroz Rédaction : Marie Lefort, Cartographie : Frédéric Penven, Exploitation statistique : Marie Lefort, Frédéric Penven, Mise en page : Bérangère Poussin, Exploitation du matériel de mesure : Arnaud Tricoire, Photographies : Arnaud Tricoire, Validation : Luc Lavrilleux, 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 1^{er} août 2007 pris par le Ministère chargé de l'Environnement.

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

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

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

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

remerciements

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

synthèse

contexte

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

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

objectifs

Les trois objectifs de cette campagne sont :

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

moyens

mesures des polluants par analyseurs automatiques

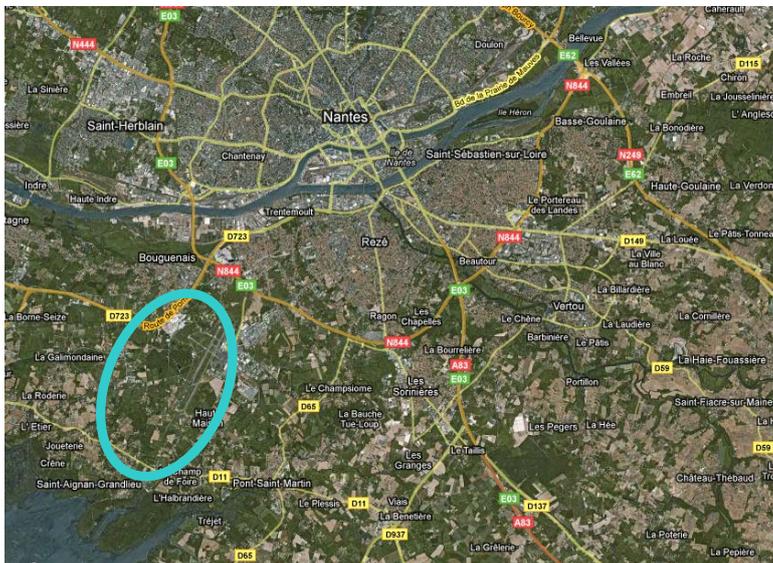
Le dioxyde d'azote (NO₂), les poussières fines (PM₁₀), le dioxyde de soufre (SO₂), l'ozone (O₃) et le monoxyde de carbone (CO) ont été mesurés en continu tous les quarts d'heure par des analyseurs automatiques, selon des techniques normalisées, installés dans le laboratoire mobile, localisé dans le prolongement des pistes.

mesures des polluants par tubes passifs

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

Localisation des sites de mesure

L'aéroport de Nantes est situé sur la commune de Bouguenais, dans l'agglomération nantaise, à environ 10 km au Sud Ouest de Nantes. Le périphérique de Nantes, localisé au nord-est de l'aéroport, est à une distance d'environ 1km.

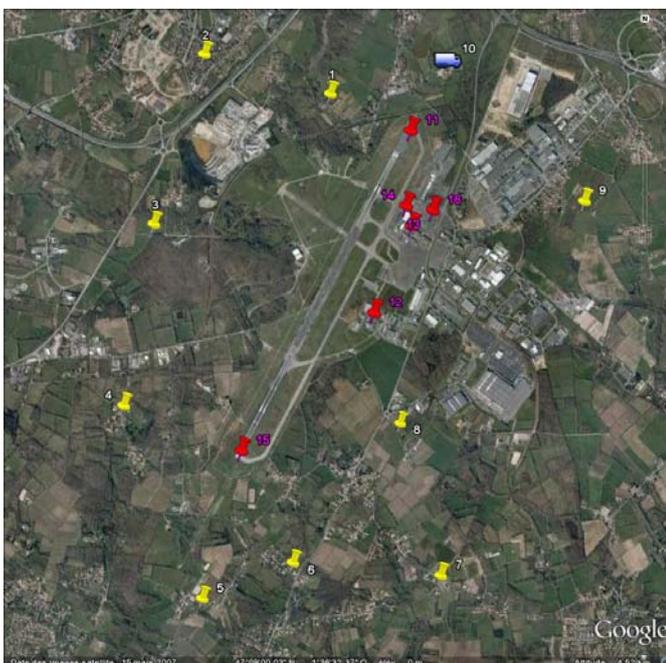


Localisation de l'aéroport Nantes-Atlantique (source : google earth)

L'aéroport de Nantes accueille environ 2,5 millions de passagers par an. Entre janvier et août 2009, 1,8 millions de passagers (nombre de passagers avec transit) ont été comptabilisés avec entre 156 mille et 271 mille passagers par mois.

Le nombre de passagers en septembre et octobre 2009 (données provisoires) est respectivement de 246 mille et 225 mille passagers soit une période relativement chargée par rapport au reste de l'année.

- sites de mesures en air extérieur



Localisation des sites de mesure en air extérieur (source : google earth)

Dix sites de mesure ont été placés dans les communes environnantes (Bouguenais et Saint-Aignan-Grandlieu) autour de l'aéroport (sites 1 à 10). Bouguenais et Saint-Aignan-Grandlieu sont des communes de, respectivement, 16 500 et 3 500 habitants (recensement INSEE 2006). Deux sites ont été disposés aux extrémités de la piste (sites 11 et 15), un site dans la zone d'avitaillement en kérosène (site 12), deux sites au niveau des zones de stationnement des avions (sites 13 et 14), le dernier site étant localisé au sein du parking de voitures (site 16). La localisation de ces sites a été réalisée en concertation avec la CCIN.

- en air intérieur

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

Localisation des tubes passifs en air intérieur

La situation des halls est indiquée sur la carte ci-dessous :



Localisation des halls de l'aérogare (source: google earth)

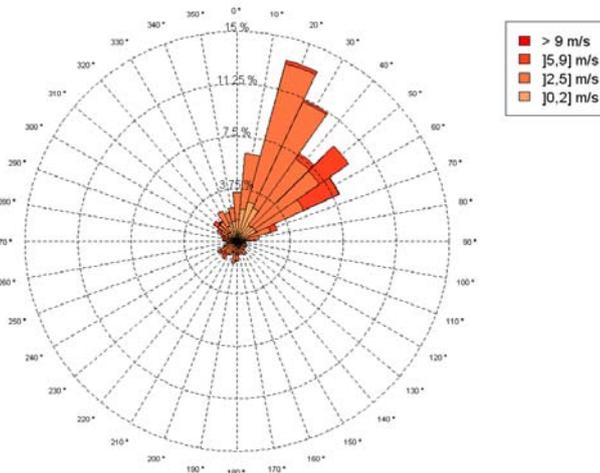
période de mesure

La campagne de mesure s'est déroulée pendant 1 mois du 4 septembre au 8 octobre 2009 soit en fin de période estivale. Le mois de septembre constitue un des mois les plus chargés en termes d'activité et donc de trafic dans l'année 2009.

résultats

air extérieur

L'analyse de la direction des vents sur la totalité de la campagne montre une nette prédominance des vents de nord-est. Le site de la ferme de la Ranjonnaire était donc sous l'influence des émissions de polluants provenant de l'agglomération nantaise et du périphérique.

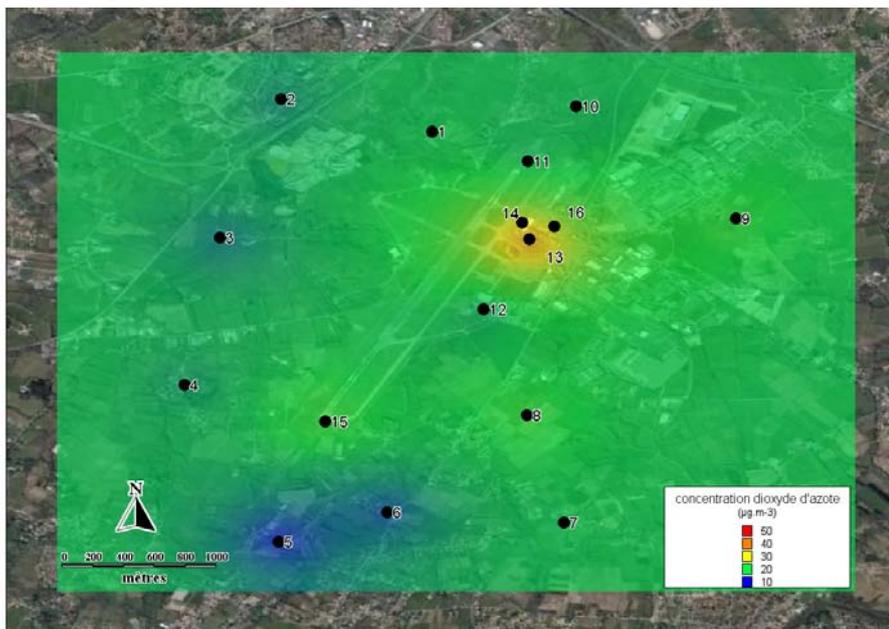


Rose des vents du 4 septembre au 8 octobre 2009

Par rapport à la rose des vents moyenne des mois de septembre de 2002 à 2008, un léger déficit des vents d'ouest est constaté pour la campagne de mesures 2009. On retrouve néanmoins une prédominance de vents de nord est.

la répartition spatiale de la qualité de l'air

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



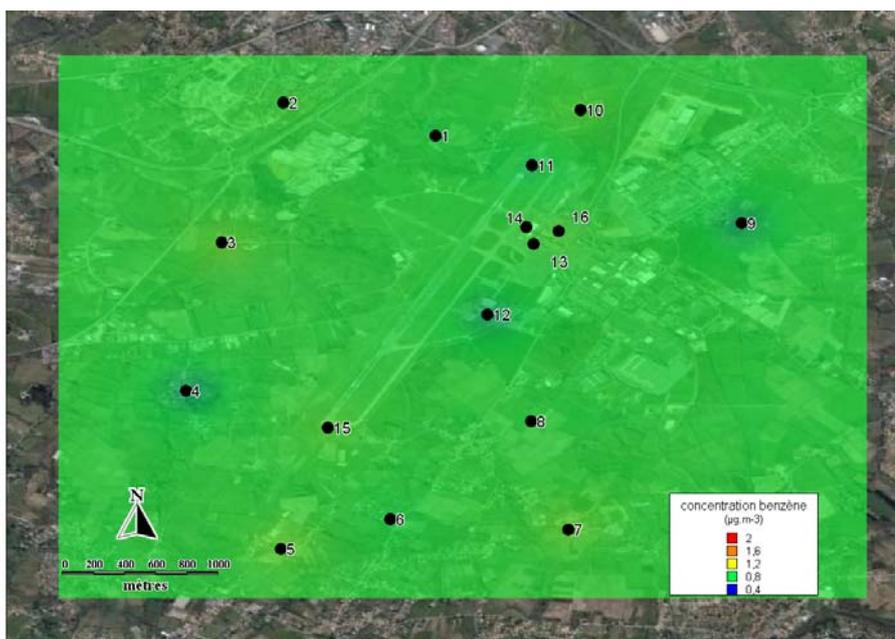
Cartographie des niveaux moyens en dioxyde d'azote enregistrés lors de la campagne de mesure

Les zones les plus exposées, dont les niveaux de dioxyde d'azote se situent entre la 2^{ème} et 3^{ème} classes de concentrations (entre 28,3 et 39,7 µg/m³), sont localisées autour de l'aérogare au niveau des zones de stationnement avions face aux halls 3 et 4 ainsi qu'au niveau du parking voitures (pour ce dernier, le trafic routier induit par la plate-forme explique les concentrations enregistrées). Au niveau des zones de stationnement avions, en complément des travaux d'enrobés constatés lors de la 2^{ème} série de mesures, les activités des engins véhiculant les bagages ou ravitaillant l'avion en kérosène ainsi que l'utilisation des groupes électrogènes avions sont à l'origine des élévations observées. Selon les quelques sites similaires étudiés, les niveaux moyens étaient inférieurs sur 2 sites et supérieurs sur 3 sites lors de la campagne réalisée par le CETE Nord Picardie en 2008 par rapport à ceux mesurés durant notre étude.

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

Sur l'ensemble de la campagne, les niveaux moyens en dioxyde d'azote enregistrés dans les communes environnantes de la plate-forme aéroportuaire sont semblables aux niveaux enregistrés dans l'agglomération nantaise durant la même période (18 et 19 µg/m³ relevés dans le centre de Nantes et à Rezé).

La carte des concentrations mensuelles de benzène mesuré par tubes passifs lors de la campagne est représentée ci-dessous :



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

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

Au sein de la plate-forme, les zones légèrement plus exposées se situent au niveau de la zone de stationnement avions face au hall 3 et du parking voitures. Les concentrations au niveau du parking sont expliquées par le trafic automobile.

Au niveau de la zone de stationnement avions face au hall 3, hormis la présence de travaux qui est à l'origine d'émissions de composés organiques volatils, les engins spéciaux circulant au sein de ces zones peuvent expliquer les concentrations observées (1,1 µg/m³ en moyenne).

Notons que le stockage de carburant n'a pas été à l'origine d'une élévation particulière de la pollution en benzène.

les mesures en continu par analyseurs automatiques

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

A l'exception du monoxyde de carbone, pour des directions de vent comprises entre 180 et 220°, soit en provenance de l'aéroport, les niveaux en polluants n'ont pas augmenté sous les vents de l'aéroport. Ceci montre que les émissions de l'aéroport n'ont pas d'impact détectable sur les teneurs atmosphériques mesurées à proximité durant la période étudiée du 4 septembre au 8 octobre 2009. Les profils journaliers moyens de dioxyde d'azote, poussières fines et monoxyde de carbone, enregistrés à la ferme de la Ranjonnière (600 m du périphérique), mettent en évidence deux élévations de concentrations (matin et soir). Celles-ci sont attribuées au trafic routier.

respect de la réglementation

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

L'objectif de qualité fixé à 120 µg/m³ en moyenne 8-horaire maximale du jour pour l'ozone a été dépassé le 8 septembre avec une valeur de 131 µg/m³ du fait de conditions météorologiques amplifiant la formation d'ozone (ensoleillement et températures élevées). Ce dépassement n'est pas spécifique à la ferme de la Ranjonnière puisqu'il a été enregistré sur l'ensemble de la région des Pays de la Loire.

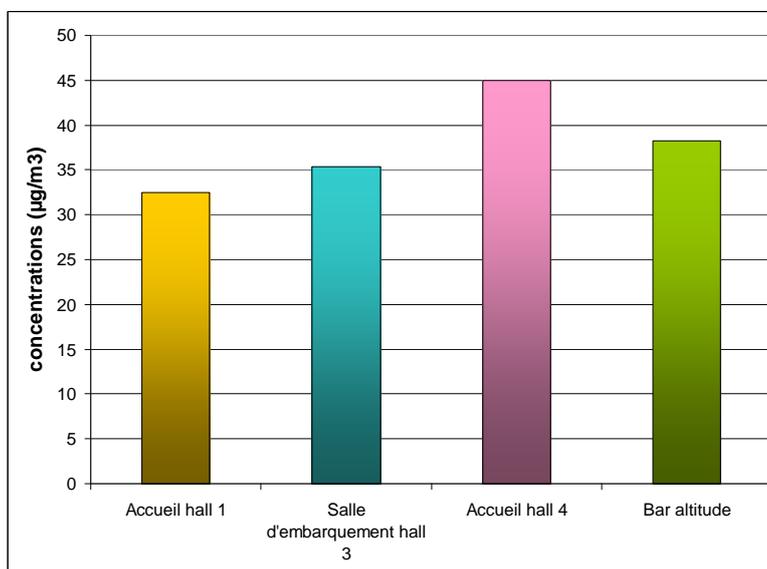
A titre indicatif, les niveaux moyens en dioxyde d'azote ([9,8 - 39,7 µg/m³]) relevés lors de la campagne de mesures sont inférieurs à l'objectif de qualité (40 µg/m³ en moyenne annuelle) et à la valeur limite (42 µg/m³). Ces seuils réglementaires devraient donc être vraisemblablement respectés d'autant plus que, d'après les mesures réalisées en centre-ville de Nantes, le mois investigué représente une pollution légèrement supérieure au reste de l'année 2009.

Pour le benzène, sur la base des valeurs obtenues dans cette étude et de la connaissance de la variation des niveaux de pollution, l'objectif de qualité (2 µg/m³ en moyenne annuelle) et la valeur limite (6µg/m³ en moyenne annuelle) devraient être probablement respectés.

Enfin, la concentration moyenne en dioxyde de soufre, prise comme étant égale aux niveaux annuels, respecte l'objectif de qualité ainsi que la valeur limite, respectivement fixés à 50 et 20 µg/m³ en moyenne annuelle.

air intérieur dioxyde d'azote

Le graphique représente les concentrations moyennes en dioxyde d'azote mesurées durant la campagne de mesure sur les 4 sites étudiés situés dans l'aérogare.



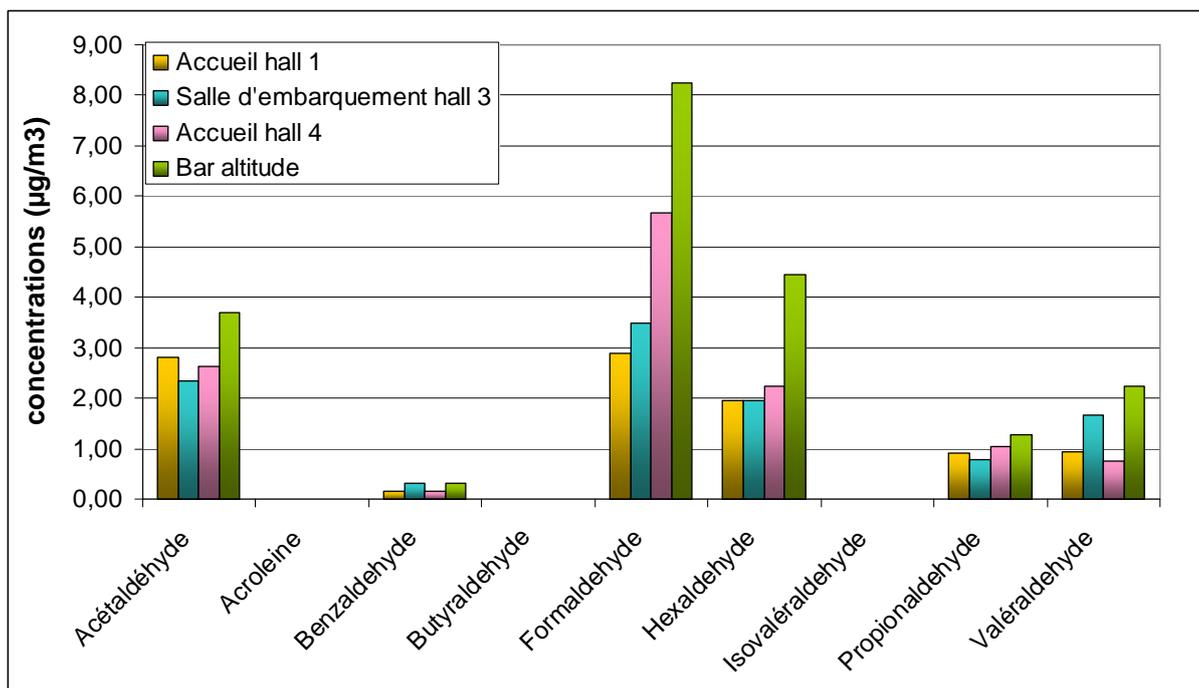
Concentrations moyennes en dioxyde d'azote durant la campagne de mesure

L'accueil hall 4 concentre le plus le dioxyde d'azote. Cette zone est située en face du parking de voitures accessible par l'extérieur. De plus, il existe une ouverture permanente au dessus de la cloison en verre séparant le hall 4 et la zone d'embarquement. Une entrée d'air depuis les pistes vers le hall est donc possible.

Les concentrations moyennes mesurées à l'intérieur de l'aérogare sont supérieures de 31 % par rapport à celles mesurées en air extérieur au sein de la plate-forme aéroportuaire et de 55 % par rapport à celles relevées au niveau des communes environnantes. Ceci suggère qu'il y a un transfert de la pollution extérieure vers l'intérieur provoquant une élévation des niveaux. La campagne hivernale 2010 devrait permettre d'apporter des éléments d'information et de comparaisons complémentaires.

aldéhydes

Le graphique représente les concentrations moyennes en aldéhydes mesurées durant la campagne de mesures sur les 4 sites étudiés situés dans l'aérogare.



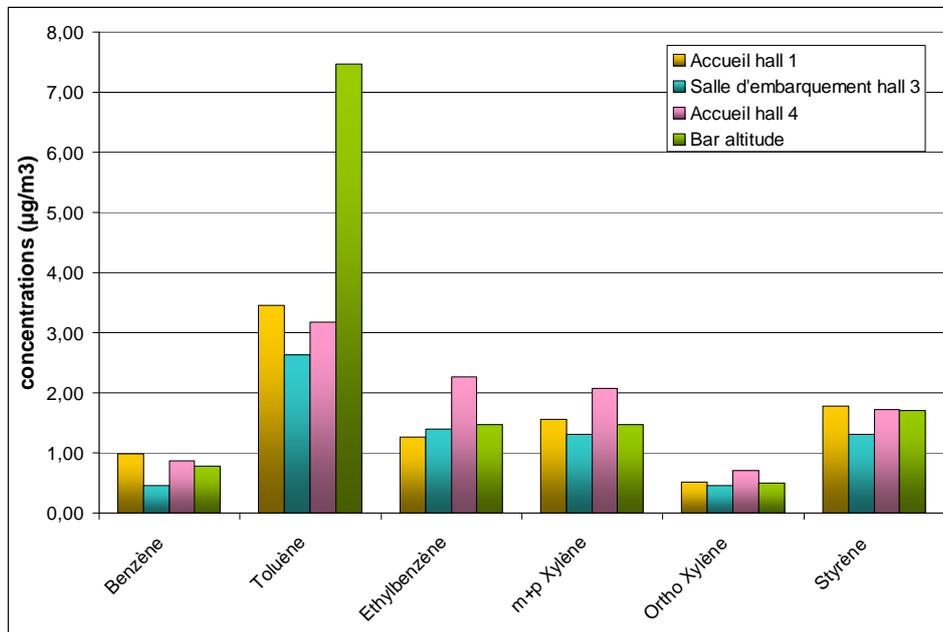
Concentrations moyennes en aldéhydes durant la campagne de mesure

La zone réservée à l'embarquement, au niveau du bar, concentre le plus les aldéhydes. L'accès à cette zone est réservé aux passagers prêts à l'embarquement. C'est un espace plus confiné que les autres sites, où le renouvellement d'air est moindre par rapport aux autres sites investigués. Au sein de cet espace sont répertoriés un bar, un restaurant ainsi que des boutiques et espaces presse qui présentent des sources d'émissions telles que les livres et les magazines neufs émetteurs d'hexaldéhyde ou encore de valéraldéhyde. De plus, les composants du revêtement textile du sol (moquette) sont susceptibles d'émettre des aldéhydes.

Les concentrations moyennes en formaldéhyde sont plus faibles que celles relevées dans d'autres environnements (logements, écoles [12, 13, 14, 15]) et comparables à d'autres aérogares [11]. Elles respectent la valeur guide pour une exposition long terme (10 µg/m³), la concentration moyenne maximum représentant 83% de cette valeur.

BTEX

Le graphique représente les concentrations moyennes en BTEX mesurées durant la campagne de mesure sur les 4 sites étudiés situés dans l'aérogare.



Concentrations moyennes en BTEX durant la campagne de mesure

A l'exception du toluène, les concentrations relevées sur les 4 sites sont assez homogènes. Le toluène est le composé retrouvé en plus grande concentration et ce sur 4 sites de l'aérogare.

Comme ceci a été observé pour les aldéhydes, il apparaît que la zone réservée à l'embarquement, au niveau du bar, concentre le plus le toluène. Ce site est un espace confiné donc le renouvellement d'air y est moins important. Par ailleurs, le revêtement de sol ainsi que l'espace presse sont susceptibles d'émettre ce type de polluant.

Les teneurs en benzène et xylènes à l'intérieur de l'aérogare sont comparables aux niveaux extérieurs, ceci suggère une contribution de l'apport extérieur dans l'aérogare.

Les concentrations moyennes mesurées en toluène, éthylbenzène et styrène dans l'aérogare apparaissent supérieures à celles mesurées à l'extérieur (facteur 2,5 pour le toluène). Ces résultats suggèrent que ces trois polluants ont une source d'origine interne à l'aérogare.

Toutefois, ces niveaux restent globalement inférieurs aux concentrations mesurées dans les logements. [15]

En ce qui concerne le benzène, les niveaux sont faibles et respectent largement la valeur guide.

conclusions et perspectives

mesure en air extérieur

Les concentrations mesurées dans les communes environnant directement l'aéroport sont de même ordre de grandeur que les niveaux enregistrés dans d'autres stations urbaine et périurbaine (centre de Nantes Rezé et Bouaye) de l'agglomération nantaise. L'étude d'impact montre que les émissions de l'aéroport n'ont pas d'impact détectable sur les teneurs atmosphériques en dioxyde d'azote, poussières fines PM10, dioxyde de soufre et ozone mesurées à proximité. Compte tenu de la direction de vent de nord-est enregistrée durant la campagne, l'environnement de la plateforme a été influencé par les émissions en provenance de l'agglomération nantaise et du périphérique.

Au sein de la plate-forme, les concentrations en dioxyde d'azote les plus élevées ont été mesurées au niveau des zones de stationnement avions (engins spéciaux) et du parking voitures (véhicules particuliers). Cette influence est limitée au sein de la plate-forme.

Concernant le benzène, les niveaux sont plus homogènes avec les communes environnantes.

Durant la campagne de mesure, à l'exception de l'objectif de qualité pour l'ozone, mais ceci n'est pas spécifique à la zone aéroportuaire, les seuils réglementaires ont été respectés à la fois sur les sites de fond et sur les sites situés au sein de la plate-forme aéroportuaire. Cette comparaison est donnée à titre indicatif, la durée de la campagne ne permettant pas de faire une évaluation stricte des concentrations par rapport aux seuils annuels. La campagne hivernale 2010 devrait permettre de compléter ces conclusions.

mesure en air intérieur

Les concentrations moyennes mesurées en dioxyde d'azote à l'intérieur de l'aérogare sont supérieures de 31 % par rapport à celles mesurées en air extérieur au sein de la plate-forme aéroportuaire et de 55 % par rapport à celles relevées au niveau des communes environnantes. Ceci suggère qu'il y a un transfert de la pollution extérieure vers l'intérieur provoquant une élévation des niveaux. La campagne hivernale 2010 devrait permettre d'apporter des éléments d'information et de comparaisons complémentaires.

La zone d'embarquement, au niveau du bar, a présenté les concentrations les plus importantes en aldéhydes et BTEX. Ce site est un espace plus confiné qu'ailleurs dans l'aérogare et donc le renouvellement d'air y est moins important. Par ailleurs, des sources spécifiques à cette zone peuvent être à l'origine de cette situation : composés du revêtement de sol (moquette), livres et magazines neufs (émetteurs d'hexaldéhyde ou encore de valéraldéhyde).

perspectives

Air Pays de la Loire devrait procéder, à la demande de la CCI de Nantes Atlantique et selon des modalités identiques à la présente étude à une campagne en période hivernale début 2010 notamment pour examiner l'évolution saisonnière de la pollution, des conditions atmosphériques différentes (vents, températures et plus généralement conditions de dispersion atmosphérique différentes) et les comparer aux présents résultats estivaux.

La prochaine campagne permettra également d'apporter d'autres éléments d'informations au sujet de l'évaluation de la qualité de l'air intérieur de l'aérogare.

introduction

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

Dans ce cadre, la campagne réalisée par Air Pays de la Loire durant l'été 2009 répond à trois objectifs :

- l'évaluation de la qualité de l'air sur un site localisé dans le prolongement des pistes par la mesure en continu des principaux polluants atmosphériques (NO_x, O₃, CO, PM₁₀ et SO₂) : évaluation temporelle de la qualité de l'air ;
- la caractérisation de la répartition spatiale de polluants par la mesure des niveaux de benzène et de dioxyde d'azote sur 16 sites localisés au sein et dans les communes proches de la plate-forme ;
- l'évaluation de la qualité de l'air intérieur de l'aérogare par la mesure des niveaux de dioxyde d'azote, de BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes) et d'aldéhydes par tubes passifs afin d'évaluer le niveau d'exposition des passagers et du personnel.

Ce document présente la démarche et les résultats de mesures en air extérieur et en air intérieur durant la campagne de mesure réalisée du 4 septembre au 8 octobre 2009 en collaboration avec la Chambre de Commerce et de l'Industrie de Nantes.

les émissions de polluants dues au trafic aérien

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

- les sources liées aux mouvements des avions ;
- les activités exclusivement terrestres qui comprennent des sources fixes et des sources mobiles.

sources liées aux mouvements des avions

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

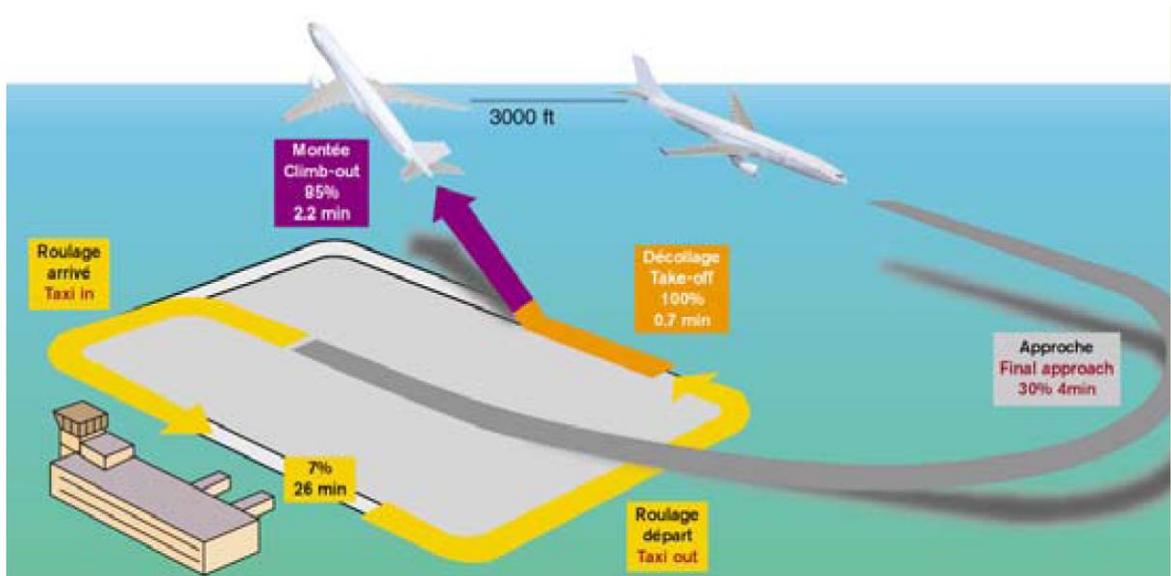


Figure 1 : cycle LTO [2]

Ces quatre phases sont :

- une phase d'approche avant atterrissage (poussée minimale) ;
- une phase de roulage : mouvement de l'avion au sol, depuis l'atterrissage jusqu'à la préparation du décollage (poussée réduite) ;
- une phase de décollage : accélération sur piste et décollage proprement dit (poussée maximale) ;
- une phase de montée (poussée assez forte).

sources liées aux activités terrestres [2]

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

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

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

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

Source CITEPA / CORALIE / format SECTEN mise à jour : 18 février 2009 Secten_Transport_MT-d.xls

	Les transports			Routier			Ferroviaire		Maritime ^(d)		Aérien		Fluvial ^(e)	
	2007	% par rapport au total national	Δ%	2007	% par rapport au total transports	Δ%	2007	Δ%	2007	Δ%	2007 / 90	2007	Δ%	2007 / 90
SO ₂ (kt)	13	3	-91	4	31	-97	0,0	-99	6,6	-36	0,9	36	1,7	-35
NOx (kt)	789	59	-35	712	90	-38	7,2	-47	21	-27	10	51	38	94
CO (kt)	1 184	25	-81	1 033	87	-83	1,9	-47	2,9	-27	8,8	-16	137	74
COVNM (kt)	224	19	-79	177	79	-83	0,8	-47	1,0	-27	1,5	-53	44	74
CO ₂ (Mt) ^(b)	133	34	14	124	94	14	0,6	-47	1,1	-28	3,6	3	2,9	88
Pb (t)	6	6	-100	0	0	-100	0	-	0	-100	6,0	-33	0	-100
Cu (t)	146	88	27	89	61	31	56	20	0	-73	0	-	0,3	72
HAP ^(f) (t)	5	22	74	4	95	79	0	-47	0	-28	0	-	0	91
N ₂ O (kt)	2	1	40	2	90	45	0	-47	0	-28	0	3	0,1	87
TSP (kt) ^(c)	113	10	-3	101	89	-3	5,9	-21	1,4	-29	0,8	18	3,8	89
PM ₁₀ (kt) ^(c)	59	12	-20	50	85	-23	3,1	-24	1,3	-29	0,6	20	3,6	88
PM _{2,5} (kt) ^(c)	42	14	-28	35	84	-32	1,6	-35	1,3	-29	0,4	21	3,4	89
PM ₁₀ (kt)	33	19	-31	29	86	-36	0	-	1,2	-29	0,3	24	3,1	89

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

(a) CO₂, N₂O et autres gaz à effet de serre : selon définitions de la CCNUCC - les émissions répertoriées hors total ne sont pas incluses, à savoir les émissions internationales maritimes et aériennes

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

(b) émissions CO₂ hors UTCF

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

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

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

Figure 2 : émissions dans l'air de différents polluants par les transports [3]

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

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

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

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

les polluants mesurés

Les polluants mesurés dans le cadre de cette étude sont les suivants : le dioxyde de soufre (SO₂), les oxydes d'azote (NO_x), les poussières fines (PM₁₀), le monoxyde de carbone (CO), l'ozone (O₃) et les composés organiques volatils (COV).

le dioxyde de soufre

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

En France, de 1995 à 2007, les émissions en SO₂ ont diminué de plus de 55 %.

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

Répartition des émissions de SO₂ par secteur

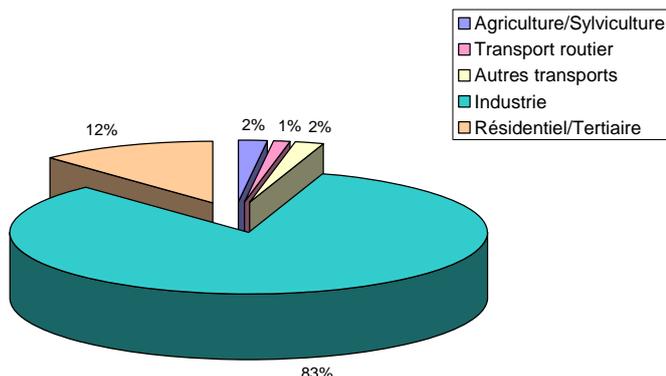


Figure 3 : répartition, à l'échelle nationale, des émissions de dioxyde de soufre par secteur en 2007 [4]

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

les oxydes d'azote

Les NO_x comprennent essentiellement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Le monoxyde d'azote d'origine anthropique résulte d'une combustion à haute température. Environ 95 % de ces oxydes sont la conséquence de l'utilisation des combustibles fossiles (pétrole, charbon et gaz naturel). Le trafic routier en est la source principale. Le NO₂ est issu de l'oxydation du NO.

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

Le transport routier est le premier secteur émetteur de NO_x puisqu'il représente en 2007, 53 % des émissions de la France métropolitaine. L'industrie (transformation d'énergie et industrie manufacturière) est à l'origine de 23 % des émissions [4].

Répartition des émissions de NO_x par secteur

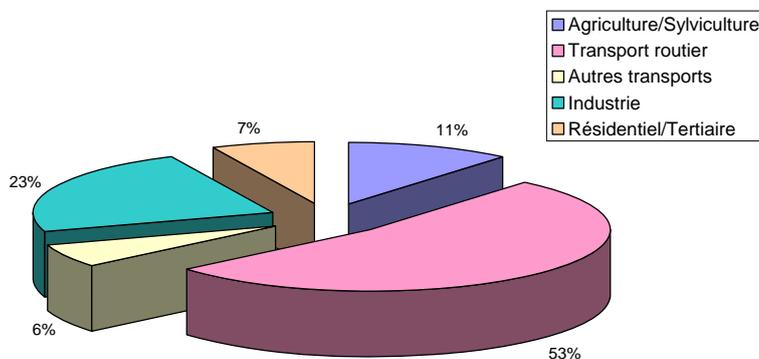


Figure 4 : répartition, à l'échelle nationale, des émissions d'oxydes d'azote par secteur en 2007 [4]

Au niveau d'un aéroport, les NO_x sont issus de l'oxydation de l'azote de l'air à températures et pressions élevées en sortie de chambre de combustion du moteur. Les émissions de NO_x sont majoritaires lors des phases nécessitant de fortes poussées (décollage et montée) [2, 4].

les poussières fines PM10

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

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

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

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

Répartition des émissions de PM10 par secteur

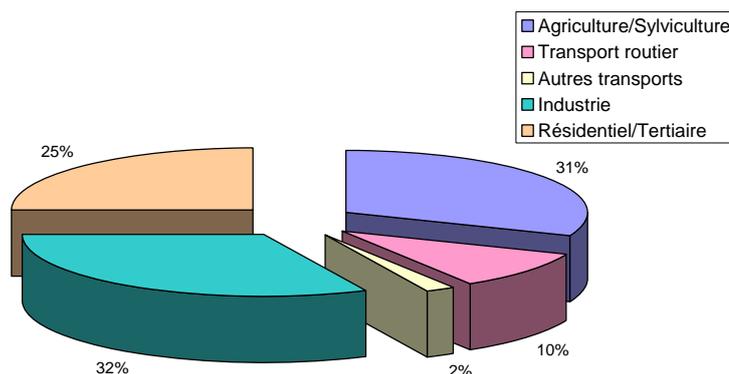


Figure 5 : répartition des émissions, à l'échelle nationale, de PM10 par secteur en 2007 [6]

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

le monoxyde de carbone

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

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

Répartition des émissions de CO par secteur

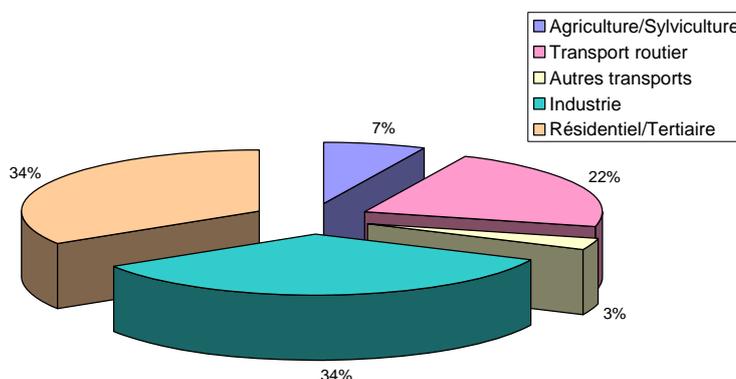


Figure 6 : répartition des émissions, à l'échelle nationale, de monoxyde de carbone par secteur en 2007 [4]

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

les Composés Organiques Volatils (COV)

Les composés organiques volatils (COV) constituent une famille de produits très large qui se trouvent à l'état de gaz ou s'évaporent facilement dans les conditions normales de température et de pression (20°C et 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 cancérogène (groupe 1) par le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer) respectivement depuis 1987 et 2007.

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

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

Tableau 1 : sources d'aldéhydes [8]

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

Tableau 2 : sources de BTEX [8]

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

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

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

l'ozone

Contrairement aux précédents polluants dits primaires (directement émis par les sources), l'ozone est un polluant secondaire. Il résulte de la transformation photochimique de polluants primaires (NO_x, 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.

la réglementation

La réglementation européenne a été transposée en réglementation française. Elle définit 4 types de valeurs réglementaires :

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

Les seuils réglementaires pour l'année 2009 ainsi que les valeurs de recommandation du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France et de l'Organisation Mondiale de la Santé sont donnés pour chaque polluant ci-après. Ces valeurs de recommandation n'ont pas de caractère réglementaire.

le dioxyde de soufre

Le décret n°2002-213 du 15 février 2002 modifiant le décret d'application de la loi sur l'Air (n°98-360 du 6 mai 1998) fixe les valeurs suivantes :

Objectif de qualité	50 µg/m ³ en moyenne annuelle	
Valeurs limites	125 µg/m ³ en moyenne journalière	A ne pas dépasser plus de 3 jours par an (percentile 99,2 annuel)
	350 µg/m ³ en moyenne horaire	A ne pas dépasser plus de 24h par an (percentile 99,7 annuel)
	20 µg/m ³ en moyenne annuelle	Protection des écosystèmes
	20 µg/m ³ en moyenne sur la période du 1 ^{er} octobre au 31 mars	Protection des écosystèmes
Seuil d'information et de recommandation	300 µg/m ³ en moyenne horaire	
Seuil d'alerte	500 µg/m ³ en moyenne horaire	A ne pas dépasser plus de 3h consécutives

Tableau 3 : valeurs réglementaires pour le dioxyde de soufre

L'OMS recommande :

- 20 µg/m³ en moyenne journalière,
- 500 µg/m³ en moyenne sur 10 minutes.

Le CSHPF recommande :

- 50 µg/m³ en moyenne annuelle pour l'objectif de qualité,
- 125 µg/m³ en moyenne journalière pour la valeur limite,
- 250 µg/m³ en moyenne horaire pour le seuil d'information et de recommandation,
- 350 µg/m³ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 3h consécutives pour le seuil d'alerte.

le dioxyde d'azote

Le décret n°2002-213 du 15 février 2002 modifiant le décret d'application de la loi sur l'Air (n°98-360 du 6 mai 1998) fixe les valeurs suivantes :

Objectif de qualité	40 µg/m ³ en moyenne annuelle	
Valeurs limites	210 µg/m ³ en moyenne horaire	A ne pas dépasser plus de 18h par an (percentile 99,8 annuel) - pour 2009
	200 µg/m ³ en moyenne horaire	A ne pas dépasser plus de 175h par an (percentile 98 annuel) – jusqu'au 31 décembre 2009
	42 µg/m ³ en moyenne annuelle	Pour 2009
Seuil d'information et de recommandation	200 µg/m ³ en moyenne horaire	
Seuils d'alerte	400 µg/m ³ en moyenne horaire	Si la procédure d'information et de recommandation a été déclenchée la veille et le jour même et que les prévisions font craindre un nouveau risque de dépassement pour le lendemain
	200 µg/m ³ en moyenne horaire	

Tableau 4 : valeurs réglementaires pour le dioxyde de soufre

L'OMS recommande :

- 40 µg/m³ en moyenne annuelle,
- 200 µg/m³ en moyenne horaire.

Le CSHPF recommande :

- 50 µg/m³ en moyenne annuelle pour l'objectif de qualité,
- 200 µg/m³ en moyenne horaire pour le seuil de précaution,
- 400 µg/m³ en moyenne horaire pour le seuil d'alerte.

les poussières fines (PM10)

Le décret n°2002-213 du 15 février 2002 modifiant le décret d'application de la loi sur l'Air (n°98-360 du 6 mai 1998) fixe les valeurs suivantes :

Objectif de qualité	30 µg/m ³ en moyenne annuelle	
Valeurs limites	50 µg/m ³ en moyenne journalière	A ne pas dépasser plus de 35 jours par an (percentile 90,4 annuel)
	40 µg/m ³ en moyenne annuelle	
Seuil d'information et de recommandation	80 µg/m ³ en moyenne 24-horaire	
Seuil d'alerte	125 µg/m ³ en moyenne 24-horaire	

Tableau 5 : valeurs réglementaires pour les PM10

L'OMS recommande :

- 20 µg/m³ en moyenne annuelle,
- 50 µg/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an.

Le CSHPF recommande :

- 30 µg/m³ en moyenne annuelle pour l'objectif de qualité,
- 80 µg/m³ en moyenne 24-horaire pour le seuil de précaution,
- 125 µg/m³ en moyenne 24-horaire pour le seuil d'alerte.

le monoxyde de carbone (CO)

Le décret n°2002-213 du 15 février 2002 modifiant le décret d'application de la loi sur l'Air (n°98-360 du 6 mai 1998) fixe les valeurs suivantes :

Valeurs limites	10 000 µg/m ³ pour le maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 h
------------------------	---

Tableau 6 : valeurs réglementaires pour le monoxyde de carbone

L'OMS recommande :

- 10 000 µg/m³ pour une exposition de 8h,
- 30 000 µg/m³ pour une exposition de 1h,
- 60 000 µg/m³ pour une exposition de 30 min,
- 100 000 µg/m³ pour une exposition de 15 min.

Le CSHPF recommande :

- 10 000 µg/m³ en moyenne 8-horaire,
- 30 000 µg/m³ en moyenne horaire.

le monoxyde de carbone (CO)

Les décrets n°2002-213 du 15 février 2002 modifiant le décret d'application de la loi sur l'Air (n°98-360 du 6 mai 1998), n°2003-1085 du 12 novembre 2003, n° 2007-1479 du 12 octobre 2007 et n°2008-1 152 du 7 novembre 2008 fixent les valeurs suivantes :

Objectif de qualité	120 µg/m ³ pour le maximum journalier en moyenne 8-horaire	Protection de la santé humaine
Seuil d'information et de recommandation	180 µg/m ³ en moyenne horaire	
Seuils d'alerte	240 µg/m ³ en moyenne horaire	A ne pas dépasser plus de 3h consécutives
	300 µg/m ³ en moyenne horaire	A ne pas dépasser plus de 3h consécutives
	360 µg/m ³ en moyenne horaire	

Tableau 7 : valeurs réglementaires pour l'ozone

L'OMS recommande :

→ 110 µg/m³ en moyenne 8-horaire pour l'objectif de qualité.

Le CSHPF recommande :

→ 110 µg/m³ en moyenne 8-horaire pour l'objectif de qualité,

→ 180 µg/m³ en moyenne horaire pour le seuil de précaution,

→ 360 µg/m³ en moyenne horaire pour le seuil d'alerte.

les Composés Organiques Volatils

Seul le benzène est soumis à des valeurs réglementaires fixées par le décret n°2002-213 du 15 février 2002.

Objectif de qualité	2 µg/m ³ en moyenne annuelle	Année civile
Valeurs limites	6 µg/m ³ en moyenne annuelle	Année civile – pour 2009

Tableau 8 : valeurs réglementaires pour le benzène

Le CSHPF recommande :

→ 10 µg/m³ en moyenne annuelle pour la valeur limite

→ 25 µg/m³ en moyenne journalière pour la valeur limite

→ 2 µg/m³ en moyenne annuelle pour l'objectif de qualité

Il existe également des valeurs guides de la qualité de l'air de l'OMS pour le toluène (260 µg/m³ en moyenne hebdomadaire), le xylène (4800 µg/m³ en moyenne journalière) et l'éthylbenzène (22 000 µg/m³ en moyenne annuelle).

D'autre part, des valeurs guides de l'air intérieur pour le benzène et le formaldéhyde sont proposées par l'Afsset.

Formaldéhyde	<p>VGAI long terme :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 10 µg.m⁻³ <p>VGAI court terme :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 50 µg.m⁻³ sur 2 heures
Benzène	<p>VGAI long terme :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 10 µg.m⁻³ pour les effets chroniques non cancérogènes pour une durée d'exposition supérieure à un an. • 2 µg.m⁻³ pour les effets chroniques cancérogènes et une durée d'exposition vie entière, correspondant à un excès de risque de 10-5. • 0,2 µg.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 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 20 µg.m⁻³ en moyenne sur un an pour les effets hématologiques non cancérogènes et afin de prendre en compte des effets cumulatifs du benzène. <p>VGAI court terme :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 30 µg.m⁻³ en moyenne sur 14 jours pour les effets hématologiques non cancérogènes et afin de prendre en compte des effets cumulatifs du benzène

Tableau 9 : valeurs guides de l'air intérieur pour le benzène et le formaldéhyde

le dispositif mis en oeuvre

présentation de la plate-forme aéroportuaire

L'aéroport de Nantes est situé sur la commune de Bouguenais, dans l'agglomération nantaise, à environ 10 km au Sud Ouest de Nantes. Le périphérique de Nantes, localisé au nord-est de l'aéroport, est à une distance d'environ 1km.

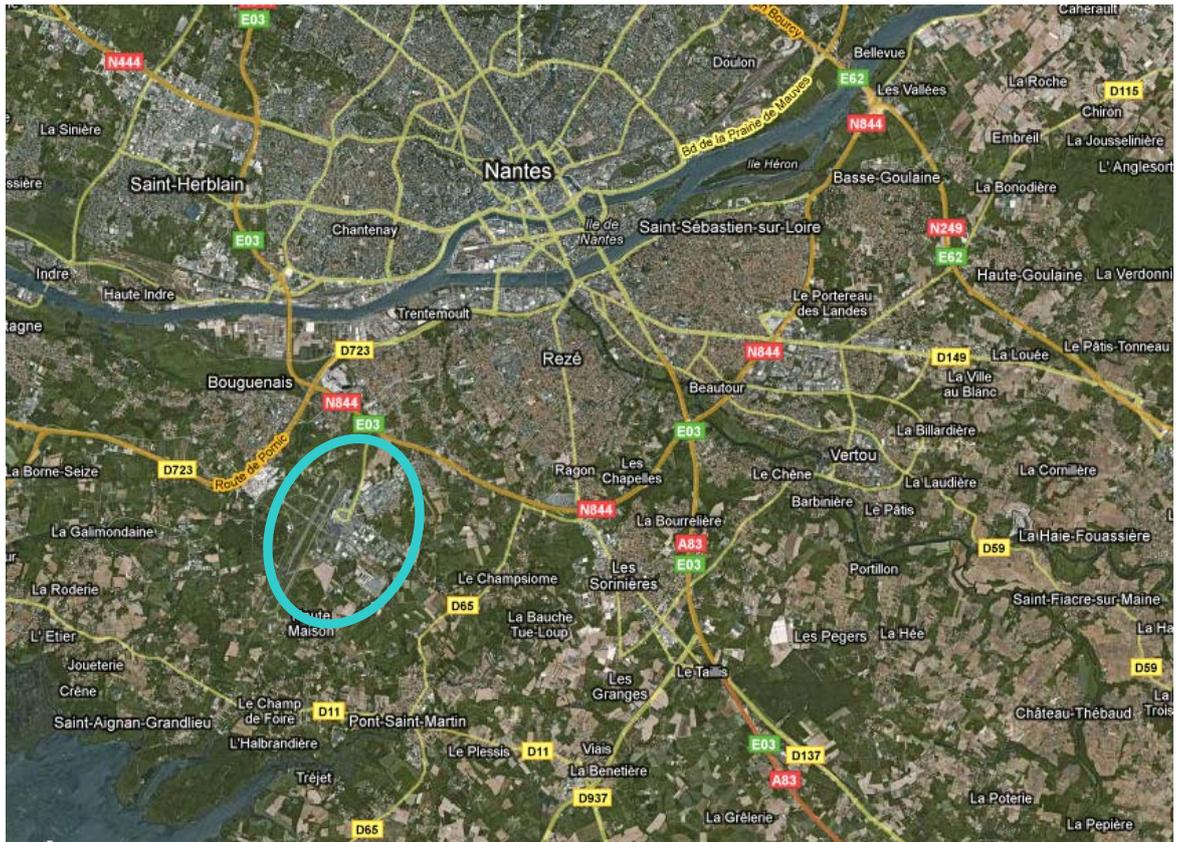


Figure 7 : localisation de l'aéroport Nantes-Atlantique

L'aéroport de Nantes accueille environ 2,5 millions de passagers par an. Entre janvier et août 2009, 1,8 millions de passagers (nombre de passagers avec transit) ont été comptabilisés avec entre 156 mille et 271 mille passagers par mois.

Le nombre de passagers en septembre et octobre 2009 (données provisoires) est respectivement de 246 mille et 225 mille passagers soit une période relativement chargée par rapport au reste de l'année.

rappel des objectifs de la campagne de mesure

- mesurer en continu les niveaux des principaux polluants atmosphériques (NOx, 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'aéroport (évaluation temporelle et réglementaire) ;
- mesurer les niveaux de benzène et de dioxyde d'azote à l'aide de tubes passifs afin de réaliser une cartographie de ces niveaux dans l'environnement de la plate-forme aéroportuaire (évaluation spatiale et réglementaire) ;
- mesurer les niveaux de dioxyde d'azote et d'aldéhydes à l'intérieur de l'aéroport afin d'évaluer la qualité de l'air intérieur.

mesures des polluants par analyseurs automatiques

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

- le 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 (O₃) selon la norme NF ISO 13964 par la technique d'absorption UV ;
- le monoxyde de carbone (CO) selon la norme NFX43-044 par la technique d'absorption infrarouge.

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

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

localisation du laboratoire mobile

Le camion laboratoire a été installé sur le site où il avait été positionné lors de la campagne réalisée par le CETE en 2008 ainsi que celle réalisée par Air Pays de la Loire en 2002. Ce site se trouve à la ferme de la Ranjonnière à environ 500 mètres de l'extrémité de la piste. Il est également situé à environ 600 mètres du périphérique.



Figure 8 : localisation du camion laboratoire

Par ailleurs, dans le cadre de sa mission de surveillance de la qualité de l'air, Air Pays de la Loire dispose de sites permanents sur l'ensemble des agglomérations de plus de 50 000 habitants. Ainsi 4 sites dans l'agglomération nantaise ont été choisis comme points de comparaison. Cette comparaison est réalisée dans le but de situer les niveaux de concentrations mesurés dans l'environnement de l'aéroport par rapport à d'autres stations de l'agglomération nantaise non influencées par l'aéroport.

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

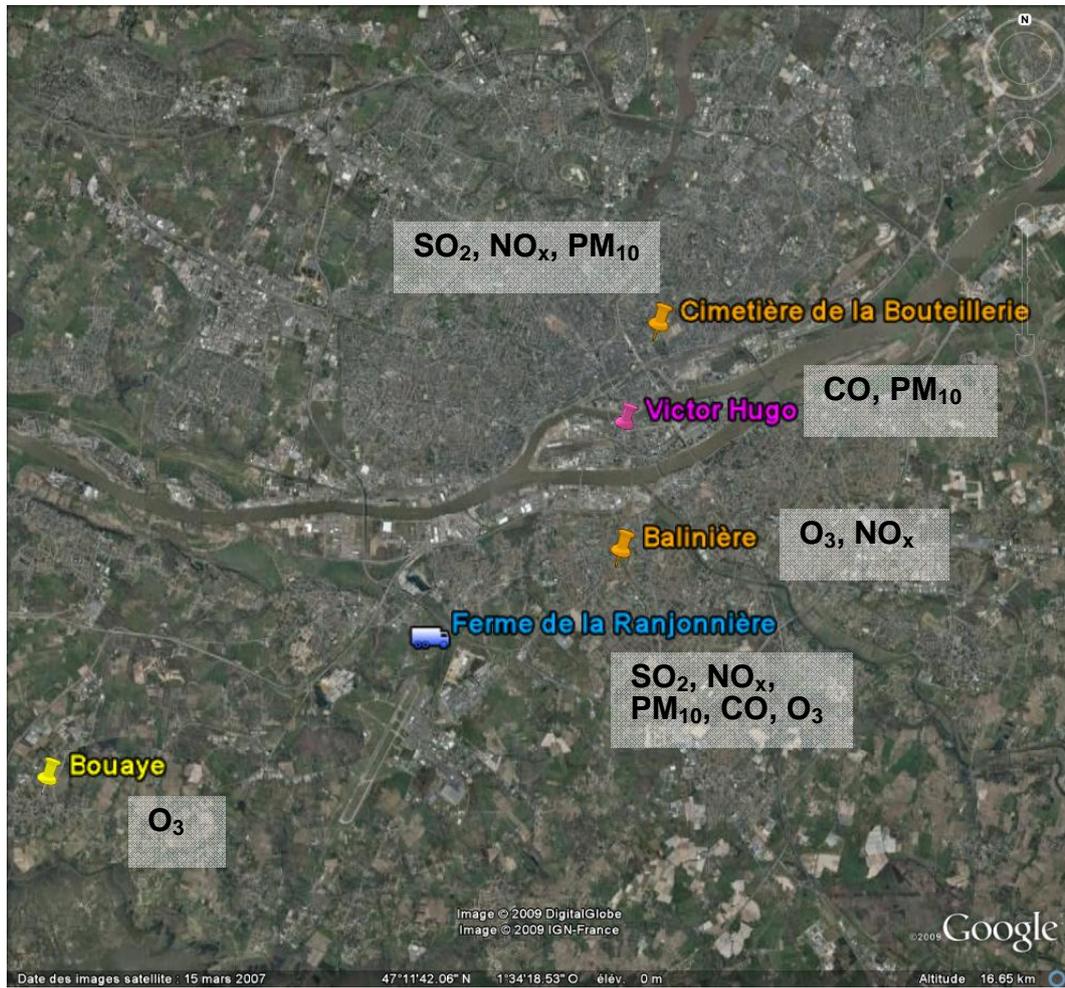


Figure 9 : localisation des stations d'Air Pays de la Loire en 2009

En orange : site urbain, en jaune : site périurbain, en rose : site trafic

mesure des polluants par tubes passifs

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

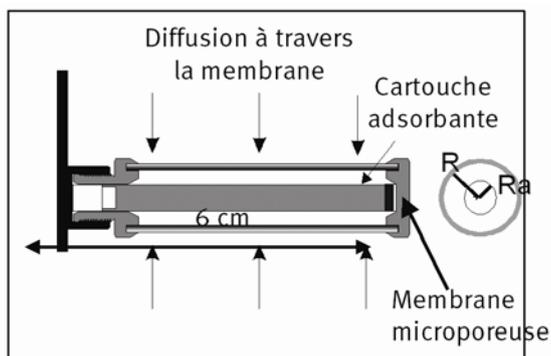


Figure 10 : principe du tube à diffusion passive



Figure 11 : tubes installés pour la collecte

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

Ces mesures sont effectuées à la fois en air extérieur (NO_2 et BTEX) durant 2 périodes d'exposition consécutives de 14 jours et en air intérieur (NO_2 , BTEX et aldéhydes) durant 2 périodes d'exposition consécutives de 7 jours.

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

localisation des sites de mesure en air extérieur

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

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

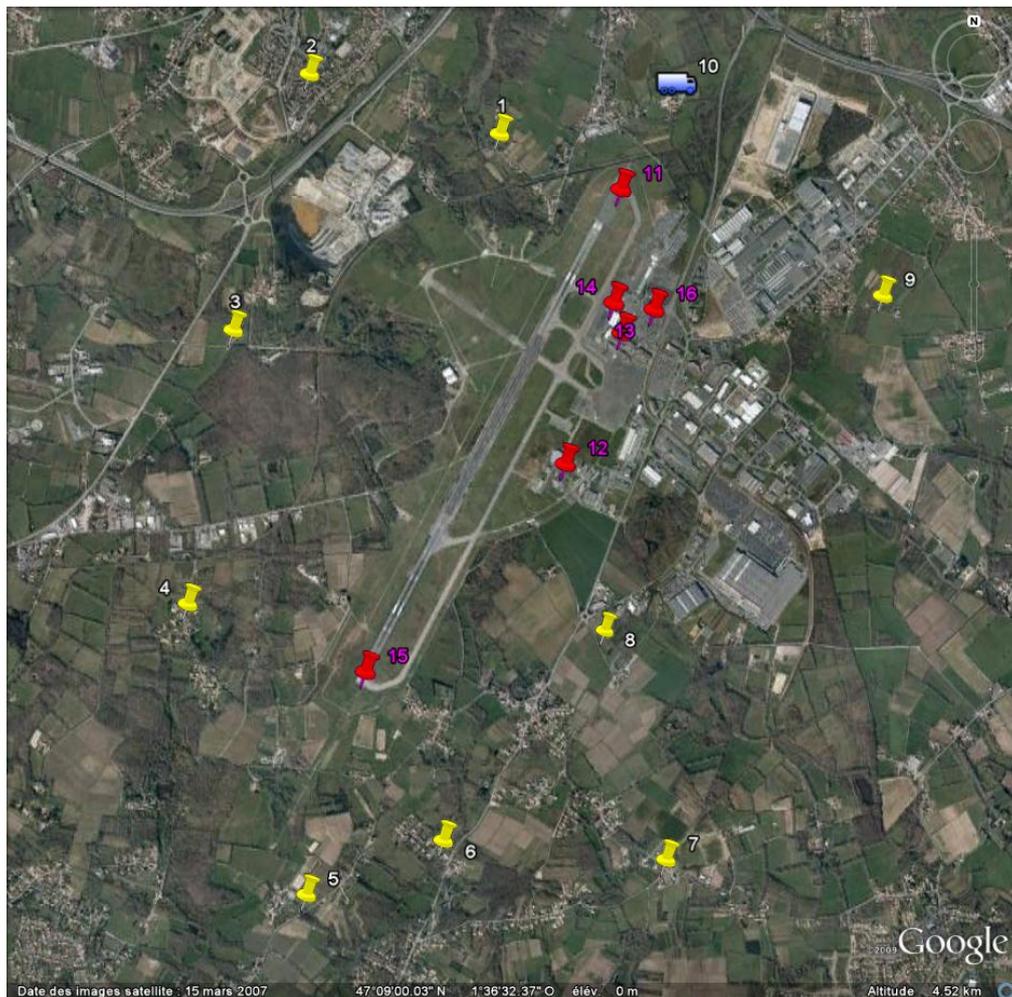


Figure 12 : localisation des tubes passifs en air extérieur

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

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

Tableau 10 : localisation des sites de mesure en air extérieur

localisation des sites de mesure en air intérieur

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

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

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

Tableau 11 : localisation des tubes passifs en air intérieur

période de mesures

La campagne de mesure s'est déroulée du 4 septembre au 8 octobre 2009 soit en période estivale. Les deux tableaux suivants récapitulent la durée des périodes de mesure selon le type de mesures effectuées.

mesures par tubes à diffusion passive

	Polluants	Début Période 1	Fin Période 1	Début Période 2	Fin Période 2	Nbre de sites
Air extérieur	NO ₂	08/09/2009	22/09/2009	22/09/2009	06/10/2009	16
	BTX					16
Air intérieur	NO ₂	08/09/2009	15/09/2009	15/09/2009	22/09/2009	4
	BTX					4
	Aldéhydes					4

Tableau 12 : périodes de mesure par tubes passifs

mesures par analyseurs automatiques

	Polluants	Début	Fin
Air extérieur	NO ₂ , PM ₁₀ , CO, SO ₂ , O ₃	04/09/2009	08/10/2009

Tableau 13 : période de mesure par analyseurs automatiques

les résultats

représentativité de la période de mesure

représentativité de la situation météorologique

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

1^{ère} série : 08/09/09-22/09/09

Température moyenne : 17,6

2^{ème} série : 22/09/09-08/10/09

Température moyenne : 16,3

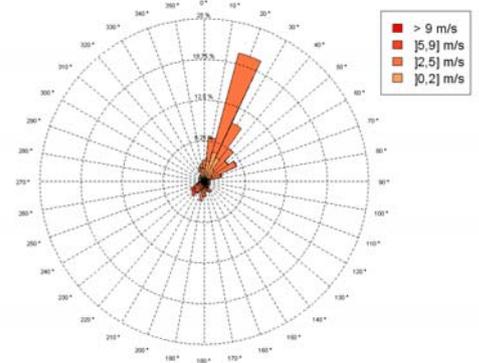
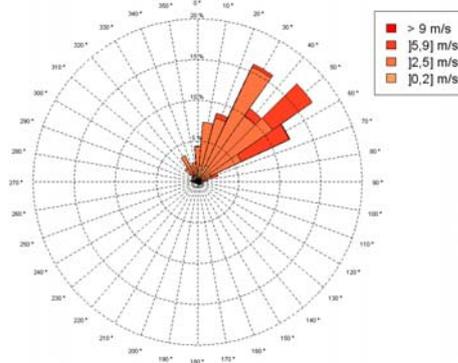


Figure 13 : roses des vents et températures moyennes lors des deux séries de la campagne de mesure

Globalement, les conditions météorologiques sur les deux séries de mesures sont proches. En effet, une prédominance des vents de nord est enregistrée et la différence de températures moyennes entre les deux périodes est de 1,3°C.

La rose des vents pour la totalité de la campagne de mesure du 4 septembre au 8 octobre 2009 est présentée ci-dessous.

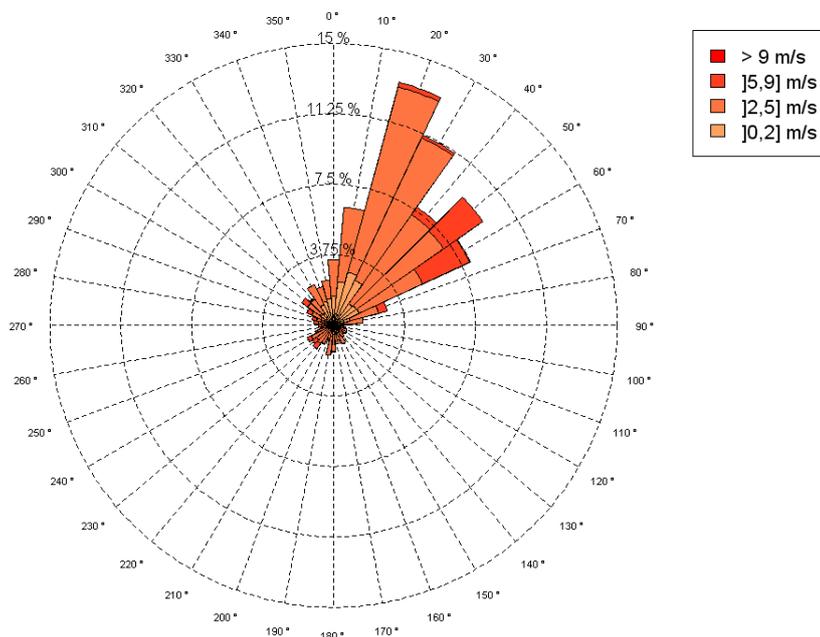


Figure 14 : rose des vents du 4 septembre au 8 octobre 2009

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

Afin d'estimer la représentativité de la période de mesure par rapport aux années précédentes, une rose des vents a été réalisée pour le mois de septembre en moyenne de 2002 à 2008.

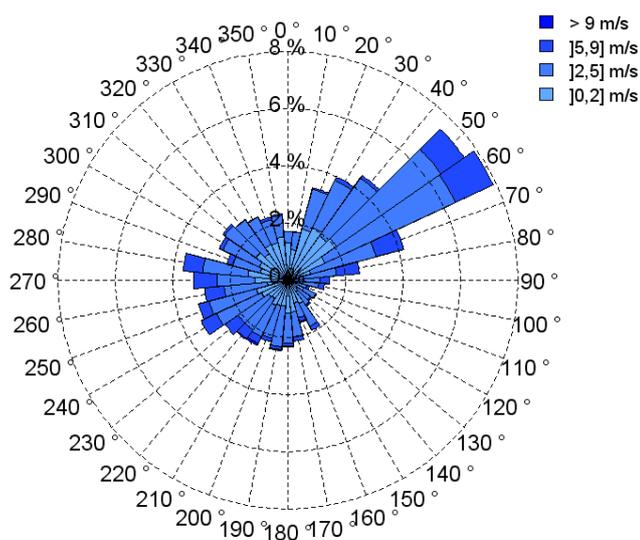


Figure 15 : rose des vents du 4 septembre au 8 octobre 2009

En comparant la rose des vents durant la campagne de mesure à la rose des vents moyenne des mois de septembre de 2002 à 2008, un léger déficit des vents d'ouest est constaté pour la campagne de mesure 2009. On retrouve néanmoins une prédominance de vents de nord-est.

représentativité des niveaux de pollution

La représentativité des niveaux de pollution lors de la campagne 2009 a été examinée par rapport aux années précédentes ainsi que par rapport à la période du 1 janvier au 8 octobre 2009 (appelée année 2009 dans les graphiques). Cet examen permet également d'évaluer si les niveaux enregistrés lors de la campagne peuvent être comparés par rapport aux seuils réglementaires, souvent établis à l'échelle annuelle et si l'évolution des niveaux constatés lors de cette étude par rapport aux campagnes précédentes sont liés à l'influence de l'aéroport ou à des conditions extérieures.

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

Représentativité des niveaux de pollution de la période de mesure

Les graphiques suivants, appelés boxplots (ou boîtes à moustache), représentent la distribution des concentrations mesurées au cours de la période des mois de septembre de 2002 à 2008 en comparaison avec le mois de septembre 2009 au cimetière de la Bouteillerie.

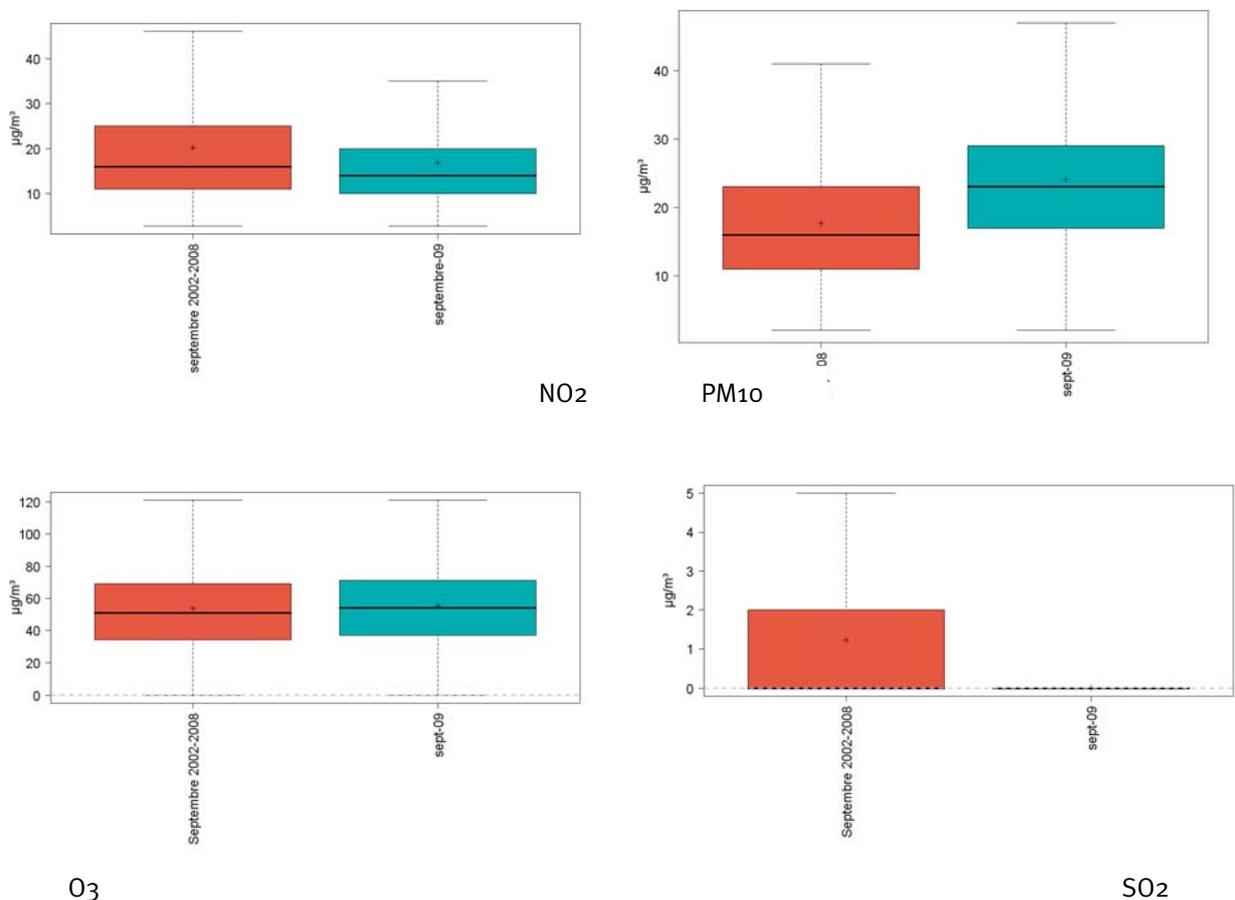


Figure 16 : boxplots des concentrations des mois de septembre 2002 à 2009

Par rapport aux mois de septembre précédents, les niveaux moyens enregistrés en ozone lors du mois de septembre 2009 sont comparables avec respectivement $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le mois de septembre moyen et $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le mois de septembre 2009. Un test statistique (test de student) a été réalisé pour comparer les concentrations moyennes montrant que les concentrations ne présentaient pas de différence significative ($p\text{-value} = 0,07$).

Pour le SO₂, le test a montré une différence significative mais les niveaux étant très faibles ($1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le mois de septembre moyen et inférieurs à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le mois de septembre 2009), les concentrations sont prises comme étant égales.

La concentration moyenne en NO₂ est plus faible en septembre 2009 ($17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ contre $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le mois de septembre moyen). Le test de student a indiqué une différence significative entre ces niveaux ($p\text{-value} = 6,09.10^{-14}$).

Enfin concernant les PM₁₀, la comparaison a été restreinte avec le mois de septembre 2008 du fait de la mise en place récente d'une nouvelle méthode de mesure (système FDMS). Le test de Student a indiqué une différence significative entre les 2 moyennes (p-value < 2,2.10⁻¹⁶). En effet, la concentration moyenne enregistrée en septembre 2008 était de 18 µg/m³ contre 24 µg/m³ lors du mois de septembre 2009. Les niveaux ont donc augmenté de 25 % en septembre 2009.

représentativité des niveaux de pollution de la période de mesure par rapport à l'année 2009

Les graphiques suivants représentent la distribution des concentrations mesurées lors de la période du 4 septembre au 8 octobre en comparaison à l'année en cours (1 janvier au 8 octobre).

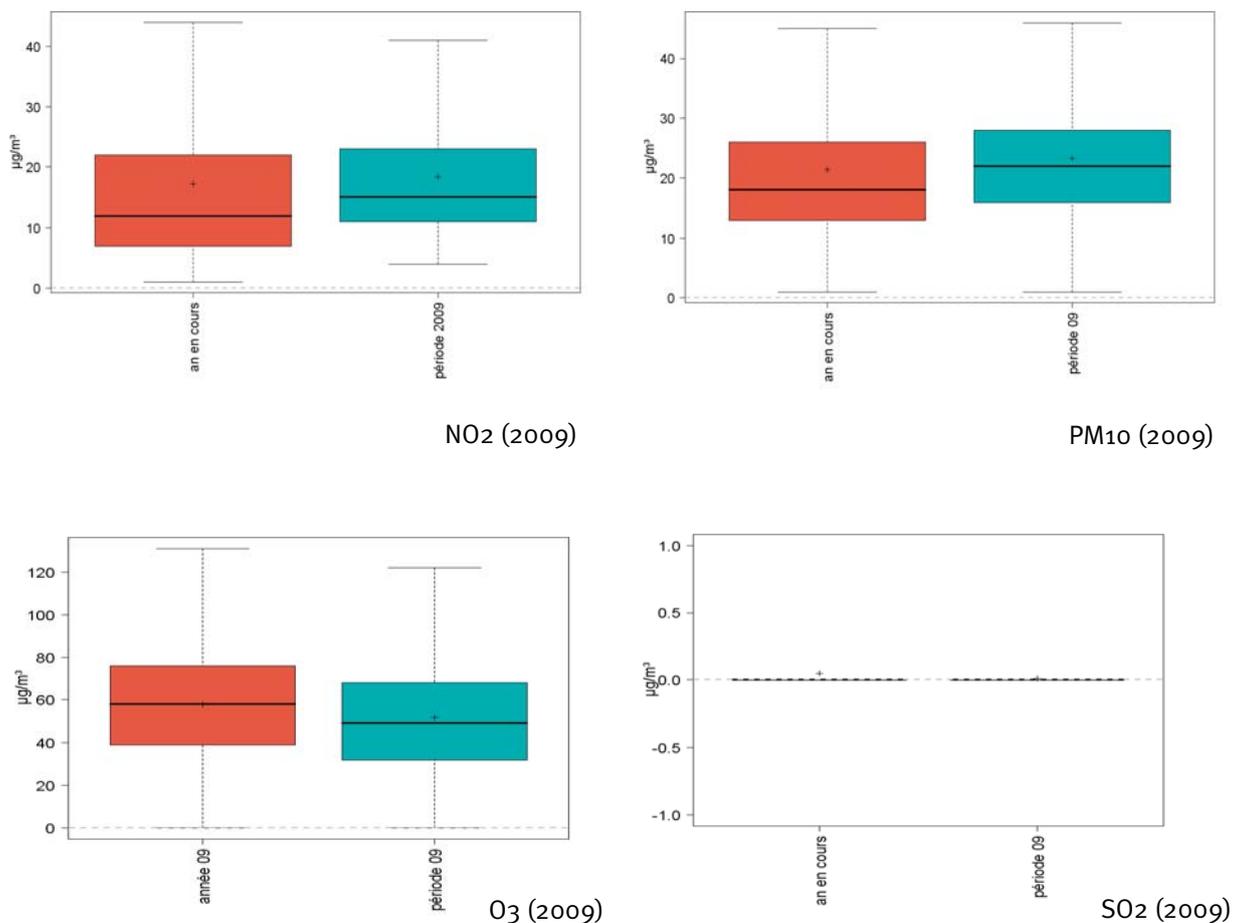


Figure 17 : boxplots des concentrations de l'année en cours (2009) et de la période de mesure

La concentration moyenne en NO₂ de la période de mesure dans l'environnement de l'aéroport (18 µg/m³) était très légèrement supérieure à la concentration moyenne de l'année en cours (17 µg/m³). Une différence significative a été indiquée par le test de Student (p-value= 3,498.10⁻⁹).

Pour les PM₁₀, la concentration moyenne de la période étudiée (23 µg/m³) était supérieure à la concentration moyenne de l'année en cours (21 µg/m³). Le test de Student a montré une différence significative (p-value< 2,2.10⁻¹⁶).

La comparaison par rapport aux seuils se basant sur l'année se fera donc à titre indicatif pour ces deux polluants.

La concentration moyenne en ozone de la période (52 µg/m³) était inférieure à la concentration moyenne de l'année en cours (58 µg/m³). Le test de Student a montré une différence significative (p-value< 2,2.10⁻¹⁶).

Pour le SO₂, le test a montré une différence significative mais étant très faibles (inférieures à 1 µg/m³), les concentrations moyennes sont prises comme étant égales.

résultats en air extérieur

Les résultats issus des deux séries de mesures par tubes passifs ont été répartis en deux catégories. Les résultats sont présentés pour les sites qui se trouvent au sein de la plate-forme aéroportuaire (sites n° 11 à 16) ainsi que pour les sites situés à l'extérieur de la plate-forme (sites n° 1 à 10). Le détail des résultats se trouve en annexe 2.

le dioxyde d'azote résultats 2009

→ Tubes passifs

Les résultats sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

	Sites au sein de la plate-forme aéroportuaire (6 sites)	Sites de fond (10 sites)
1^{ère} série	24,1	18,5
Min	16,2 (site 12)	9,1 (site 5)
Max	33,4 (site 13)	23,3 (site 9)
2^{ème} série	28	15,3
Min	13,6 (site 11)	10,5 (site 5)
Max	46 (site 13)	22,0 (site 8)

Tableau 14 : résultats de la campagne de mesures pour le dioxyde d'azote

Sur l'ensemble de la campagne, les niveaux moyens en NO₂ enregistrés dans les communes environnantes de la plate-forme aéroportuaire sont semblables aux niveaux enregistrés dans l'agglomération nantaise durant la même période (18 et 19 µg/m³ relevés au cimetière de la Bouteillerie et à Rezé).

Au sein de la plate-forme aéroportuaire, les concentrations moyennes en NO₂ sur l'ensemble de la campagne varient de 17,5 à 39,7 µg/m³ et sont ponctuellement supérieures à celles enregistrées dans les communes environnantes, en raison principalement :

- aux abords des parkings avions, des activités des engins véhiculant les bagages ou ravitaillant l'avion en kérosène avant son décollage. (33,4 µg/m³ lors de la 1^{ère} série de mesure au niveau de la zone de stationnement avions face au hall3) ;
- des émissions des voitures de particuliers influençant les concentrations au niveau du parking extérieur ;
- de travaux d'enrobés lors de la 2^{ème} série de mesure au niveau des zones de stationnement avions face aux halls 3 et 4.

Les concentrations les plus faibles ont été relevées au niveau du bout de piste QFU 03 et de la zone d'avitaillement en kérosène, cette dernière n'étant pas à priori une source de dioxyde d'azote.

Au niveau des sites situés autour de la plate-forme aéroportuaire, les concentrations moyennes varient de 9,8 à 22 µg/m³. Les niveaux les plus élevés ont été enregistrés au niveau de la route de Bel Air de Gauchoux et du chemin de la Cendrie. Ces deux sites sont situés à proximité de routes dont une impasse. Les niveaux les plus faibles ont été enregistrés à l'entrée de l'écurie du grand Lac. Ce site est situé le plus au sud de l'aéroport de tous les autres sites.

En conclusion, les concentrations sur les sites situés au sein de l'aéroport sont plus élevées de 35% par rapport à celles relevées sur les sites de fond. Ceci suggère que les activités de l'aéroport ont un impact sur les niveaux en NO₂ mais cet impact est limité au sein de la plate-forme.

Les deux cartes suivantes illustrent cette répartition spatiale lors des deux séries de mesures. L'objectif de qualité est représenté sur l'échelle de concentration ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) par la couleur orange. La valeur limite pour l'année 2009 ($42 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est intégrée dans la dernière gamme de concentrations en rouge. Toutes les concentrations sont inférieures à l'objectif de qualité. Les points de mesure présentant les concentrations les plus faibles apparaissent dans les zones en bleu.

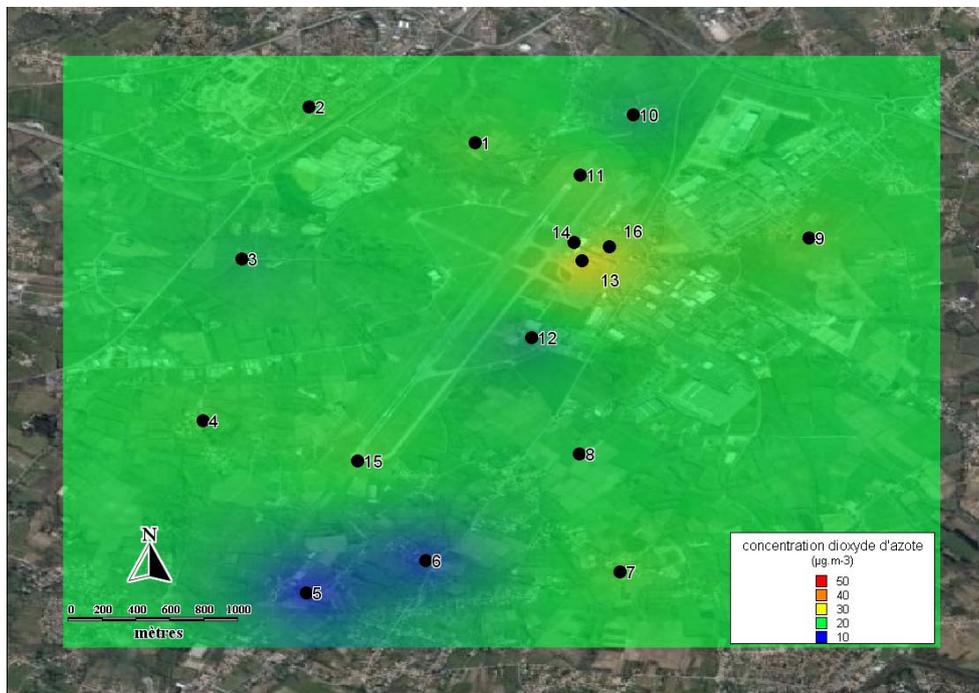


Figure 18 : cartographie des niveaux en NO₂ lors de la 1^{ère} série de mesures

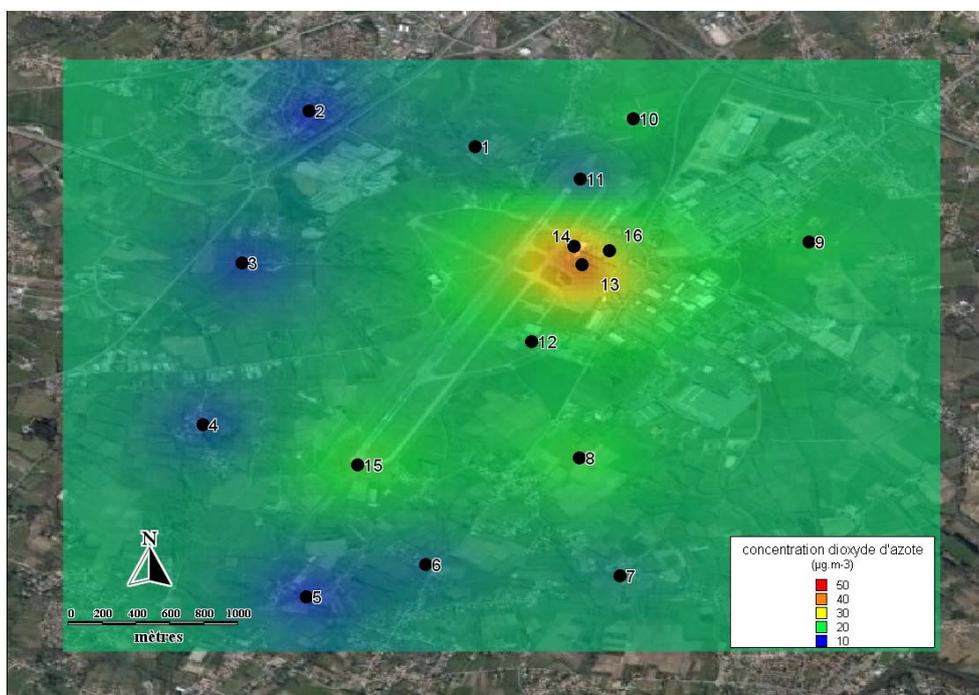


Figure 19 : cartographie des niveaux en NO₂ lors de la 2^{ème} série de mesures

→ Camion laboratoire

Le graphique suivant présente l'évolution temporelle des moyennes journalières en NO₂. Ces niveaux sont comparés avec ceux enregistrés sur les sites urbains du cimetière de la Bouteillerie (centre-ville de Nantes) et de Balinière (commune de Rezé).

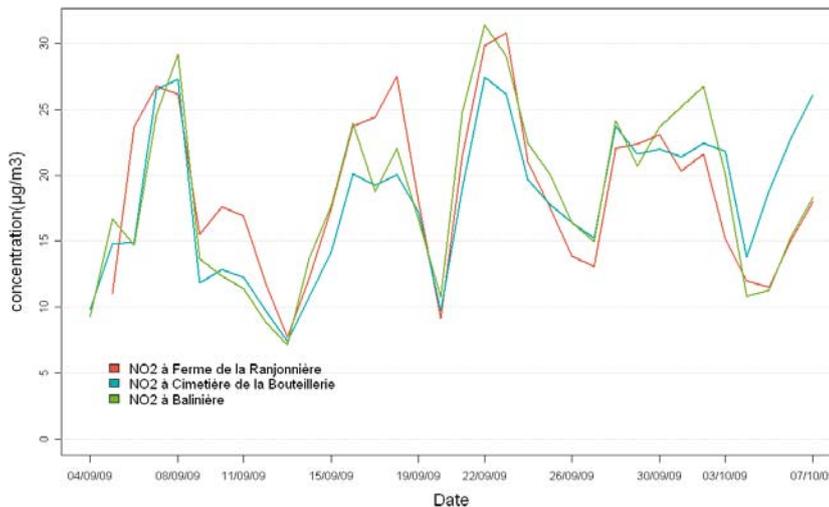


Figure 20 : moyennes journalières en NO₂ à la ferme de la Ranjonnière, au cimetière de la Bouteillerie et à Balinière

Les concentrations enregistrées sur ces trois sites sont comparables avec un niveau moyen journalier de 18 µg/m³ au cimetière de la Bouteillerie et à Balinière et de 19 µg/m³ à la ferme de la Ranjonnière. La ferme de la Ranjonnière enregistre une moyenne journalière maximale le 23 septembre, similaire à celle relevée à Balinière le 22 septembre, de 31 µg/m³. La moyenne journalière maximale enregistrée à la Bouteillerie est plus faible de 13% avec 27 µg/m³ le 22 septembre.

Le graphique suivant présente l'évolution temporelle des maxima horaires en NO₂. Ces niveaux sont comparés avec ceux enregistrés sur le site urbain du cimetière de la Bouteillerie.

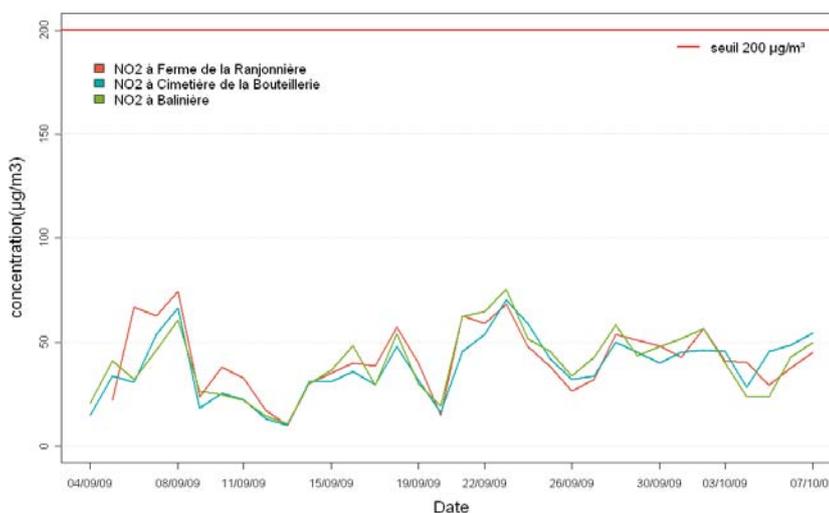


Figure 21 : maxima horaires en NO₂ à la ferme de la Ranjonnière, au cimetière de la Bouteillerie et à Balinière

Les maxima horaires les plus élevés sont de 74, 75 et 70 µg/m³ respectivement à la ferme de la Ranjonnière, à Balinière et au cimetière de la Bouteillerie.

Ce maximum horaire atteint à la ferme de la Ranjonnière est inférieur de 65% au seuil d'information et de recommandation fixé à 200 µg/m³ en moyenne horaire.

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

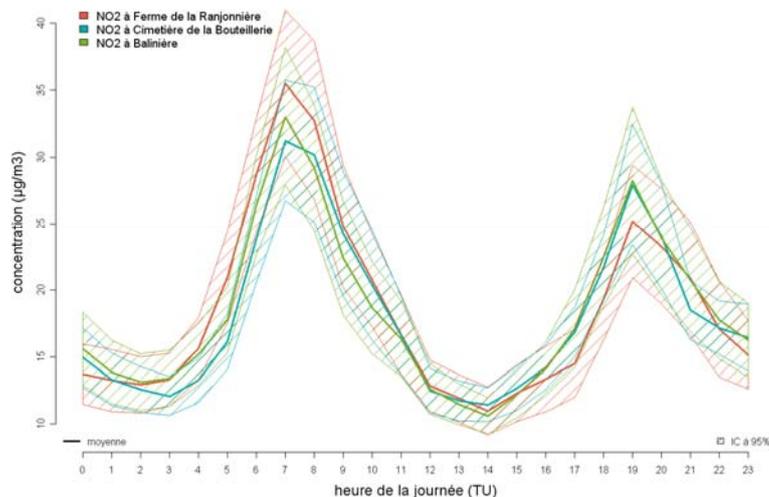


Figure 22 : profil journalier en NO₂

Une hausse des niveaux en NO₂ est observée le matin à mettre en relation avec la pointe du trafic routier due aux déplacements domicile-travail. Une hausse est également enregistrée en fin d'après-midi, elle est aussi liée au trafic routier. Rappelons que le site de la Ranjonnière est à environ 600 mètres du périphérique et a été influencé en raison de l'origine des vents (nord-est).

La pointe, plus importante le matin, est à mettre en relation avec la faible épaisseur de la couche limite atmosphérique à cette période de la journée, ce qui concentre les polluants dans un volume restreint, il y a donc accumulation de NO₂ d'où des niveaux plus élevés.

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

suivi de la réglementation

Le seuil d'information et de recommandation ainsi que le seuil d'alerte n'ont pas été dépassés au cours de la campagne de mesure. En effet, le maxima horaire atteint à la ferme de la Ranjonnière est de 74 µg/m³, il ne représente que 35 % du seuil fixé à 200 µg/m³ en moyenne horaire. Ces seuils sont des limites sur le court terme.

À titre indicatif, les niveaux moyens en dioxyde d'azote ([9,8 - 39,7 µg/m³]) relevés lors de la campagne de mesures sont inférieurs à l'objectif de qualité (40 µg/m³ en moyenne annuelle) et à la valeur limite (42 µg/m³). Ces seuils réglementaires devraient donc être vraisemblablement respectés d'autant plus que, d'après les mesures réalisées en centre-ville de Nantes, le mois investigué représente une pollution légèrement supérieure au reste de l'année 2009.

comparaison aux études passées

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

Les résultats issus des mesures par tubes passifs au niveau de sites investigués lors des deux campagnes sont regroupés dans le tableau suivant :

Site	Concentration moyenne (Campagne du CETE)	Concentration moyenne (Cette étude)
Zone d'avitaillement	23,1	17,5
Zone stationnement avions face au hall 4	36,3	30,0
Zone stationnement avions face au hall 3	32,8	39,7
Parking voitures	24,6	28,3
Ferme de la Ranjonnière	27,3	18,5

Tableau 15 : concentrations moyennes en NO₂ de la campagne de mesure du CETE Nord Picardie et de cette étude

Les concentrations moyennes en NO₂ relevées au niveau de la zone d'avitaillement, de la zone de stationnement avions face au hall 4 et de la ferme de la Ranjonnière, lors de la campagne du CETE Nord Picardie sont supérieures à celles enregistrées dans le cadre de notre étude. Rappelons que la campagne réalisée par le CETE Nord Picardie a eu lieu en période hivernale, période où les émissions du trafic routier et du secteur résidentiel et tertiaire (chauffage) sont plus importantes qu'en été.

Les concentrations moyennes relevées au niveau de la zone de stationnement avions face au hall 3 ainsi que sur le parking de voitures sont supérieures lors de la campagne 2009 en raison de travaux d'enrobés dans le premier cas.

Air Pays de la Loire a également réalisé une campagne de mesure dans l'environnement de Nantes-Atlantique. Cette campagne a eu lieu entre le 8 août et le 10 septembre 2002 [10]. Le camion laboratoire avait été disposé à la ferme de la Ranjonnière. 85% des maxima horaires journaliers étaient alors restés inférieurs à 50 µg/m³ contre 70% durant la campagne 2009. Pour les deux campagnes, le seuil d'information et de recommandation fixé à 200 µg/m³ en moyenne horaire a donc été largement respecté.

Par ailleurs un même type de profil journalier est observé pour la campagne 2002 et la campagne 2009 avec deux élévations, le matin et le soir, attribuable au trafic routier.

étude d'impact des activités de l'aéroport

L'analyse de l'impact de l'aéroport est étudiée pour le NO₂ à partir de l'étude de la rose de pollution qui indique l'intensité de la pollution observée en fonction de la direction des vents. Cette représentation permet d'identifier les secteurs de vent dans lesquels les sources de pollution sont présentes.



Figure 23 : rose de pollution en dioxyde d'azote sur l'ensemble de la campagne de mesure

Pour des directions de vent comprises entre 180 et 220°, les niveaux en NO₂ n'ont pas augmenté sous les vents de l'aéroport. Ceci suggère que les émissions de l'aéroport n'ont pas d'impact détectable sur les teneurs atmosphériques en NO₂ mesurées à proximité.

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

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

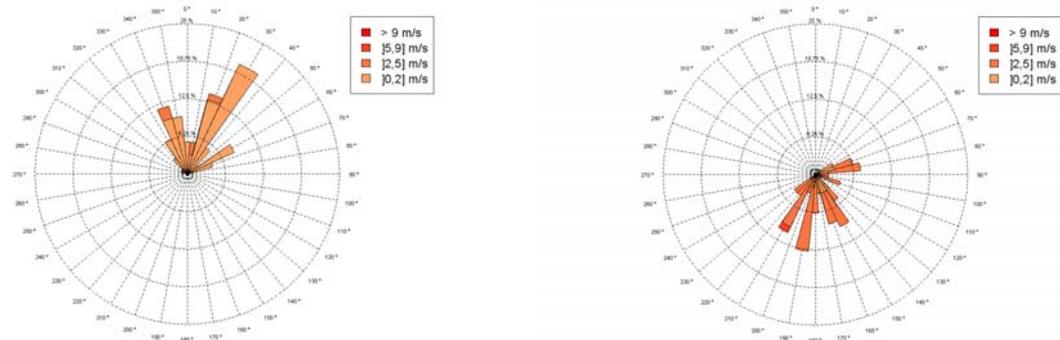


Figure 24 : roses des vents du 22 au 23 septembre (à gauche) et du 4 au 5 octobre (à droite)

La 1^{ère} rose des vents correspond à la période du 22 au 23 septembre où les niveaux journaliers en NO₂ ont été les plus élevés. Ces élévations se sont observées par vents de nord-est à nord-ouest soit en provenance de l'agglomération nantaise.

La 2^{ème} rose correspond à la période du 4 au 5 octobre où les niveaux journaliers en NO₂ ont été parmi les plus faibles. Ces niveaux se sont observés principalement par vent de sud à sud-sud ouest soit en provenance en partie de l'aéroport.

Ceci suggère que les émissions de l'aéroport n'ont pas d'impact détectable sur les niveaux en NO₂ et que l'agglomération nantaise a une influence sur ces derniers.

La campagne réalisée par Air Pays de la Loire en 2002 avait également montré que les teneurs moyennes en dioxyde d'azote sont maximales pour des vents en provenance de l'agglomération nantaise et minimales pour des vents en provenance de l'aéroport.

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

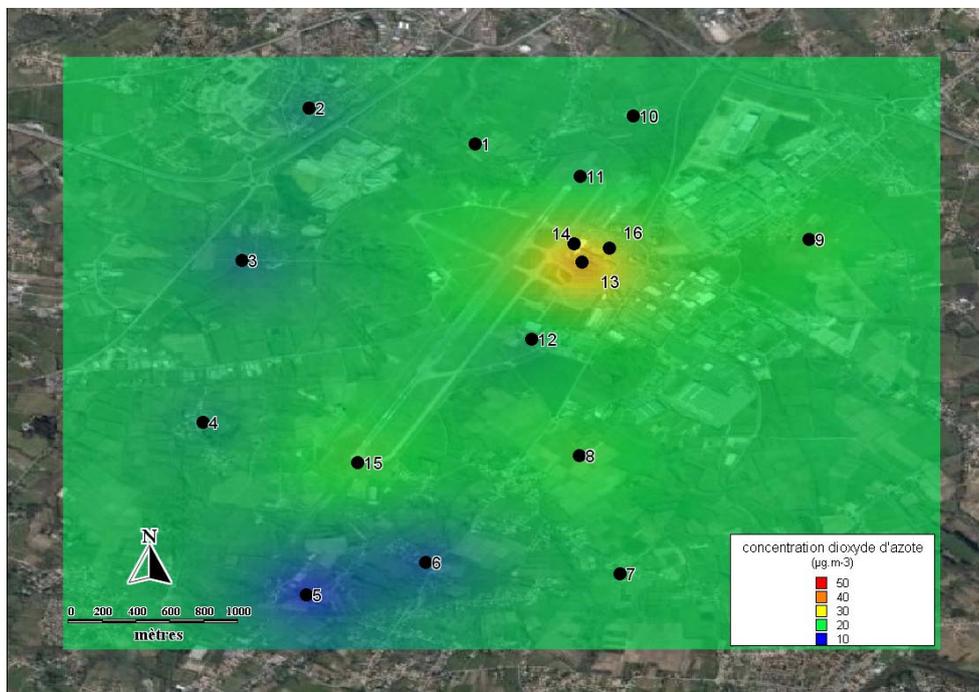


Figure 25 : cartographie des niveaux moyens en NO₂ enregistrés lors de la campagne de mesure

Il apparaît que les zones les plus impactées se situent autour de l'aérogare avec les zones de stationnement avions face aux halls 3 et 4 ainsi que le parking voitures.

Comme indiqué précédemment, cette situation est à mettre en relation avec les activités des engins véhiculant les bagages ou ravitaillant l'avion en kérosène, l'utilisation de groupes électrogènes alimentant les avions, les émissions des voitures de particuliers influençant les concentrations au niveau du parking voitures et les travaux d'enrobés au niveau des zones de stationnement avions en face des halls 3 et 4.

les BTEX résultats 2009

⇨ Le benzène

Les résultats sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

	Sites au sein de la plate-forme aéroportuaire (6 sites)	Sites de fond (10 sites)
1^{ère} série	0,6	0,6
Min	0,4 (site 12)	0,5 (site 9)
Max	0,8 (site 16)	0,8 (site 2)
2^{ème} série	1,1	1,1
Min	0,9 (sites 11 et 12)	0,7 (site 4)
Max	1,5 (site 13)	1,4 (sites 3 et 5)

Tableau 16 : résultats de la campagne de mesure pour le benzène

Les niveaux relevés sur les sites au sein de la plate-forme aéroportuaire ont augmenté de 50 % lors de la 2^{ème} série à la fois sur les sites au sein de la plate-forme aéroportuaire et autour de l'aéroport. Ceci suggère une influence extérieure à l'aéroport (conditions météorologiques, par exemple).

Sur l'ensemble de la campagne, les niveaux moyens en benzène enregistrés au sein de la plate-forme aéroportuaire et autour de la plate-forme sont du même ordre que les niveaux enregistrés dans l'agglomération nantaise. En effet, à la même période en 2009, la station Square de la Gironde située à l'ouest de Nantes enregistrerait une concentration moyenne de 0,9 µg/m³ lors de la période du 31 août au 21 septembre 2009.

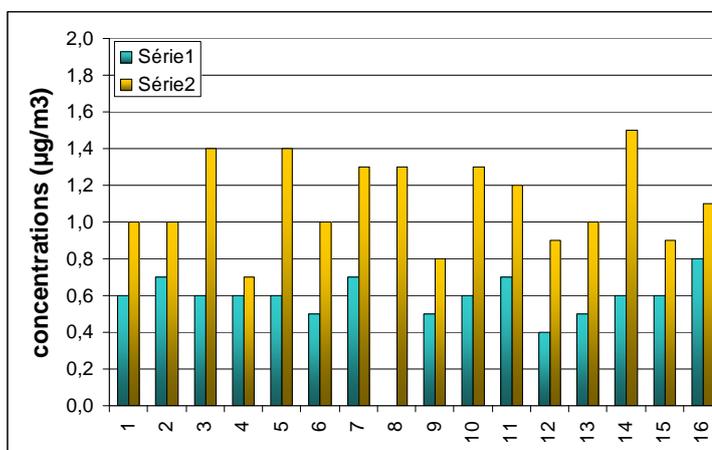


Figure 26 : concentrations relevées tout au long de la campagne de mesure

Les niveaux mesurés au sein de l'aéroport et autour de l'aéroport sont homogènes lors de la 1^{ère} série de mesures. Ils sont plus hétérogènes lors de la 2^{ème} série.

Au sein de la plate-forme aéroportuaire, les concentrations moyennes en benzène varient de 0,7 à 1,1 µg/m³. Cette concentration moyenne maximale a été enregistrée au niveau de la zone de stationnement avions face au hall 3. Comme expliqué précédemment, ce site s'est trouvé localisé à proximité de travaux d'enrobés lors de la 2^{ème} série de mesures ce qui explique l'augmentation des niveaux observée sur ce site. Le site situé au niveau du parking voitures a également enregistré une concentration moyenne plus élevée (0,9 µg/m³) qu'ailleurs au sein de la plate-forme. Les émissions dues aux voitures particulières expliquent cette situation. Les concentrations les plus faibles ont été relevées, comme pour le NO₂, au niveau du bout de piste QFU 03 et de la zone d'avitaillement en kérosène.

Les deux cartes suivantes illustrent cette répartition spatiale lors des deux séries de mesures. L'objectif de qualité est représenté sur l'échelle de concentration ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) par la couleur rouge. Toutes les concentrations sont inférieures à l'objectif de qualité et donc bien en deçà de la valeur limite pour l'année 2009 ($6 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

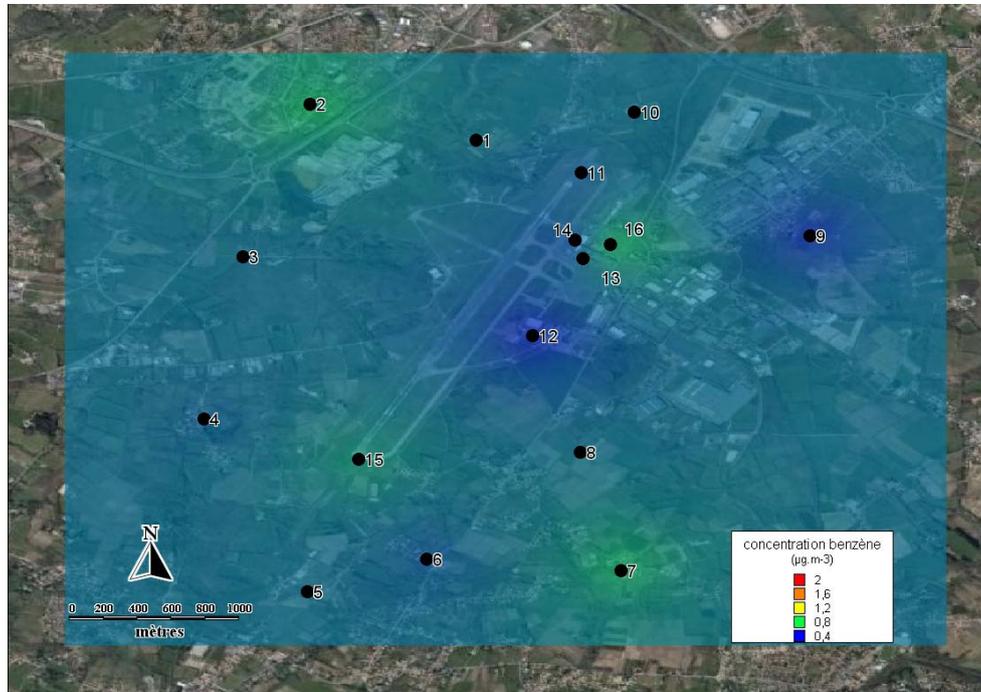


Figure 27 : carte des concentrations en benzène lors de la 1^{ère} série

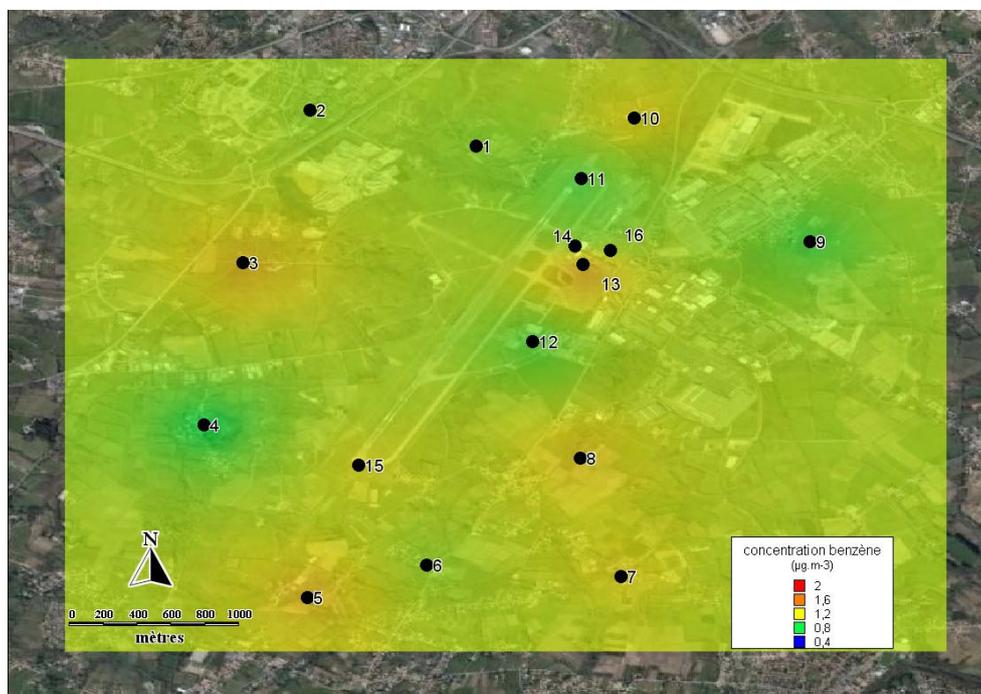


Figure 28 : carte des concentrations en benzène lors de la 2^{ème} série

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

→ Le toluène

Les résultats sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

	Sites au sein de la plate-forme aéroportuaire (6 sites)	Sites de fond (10 sites)
1^{ère} série	1,1	1,1
Min	0,8 (site 16)	1,0 (site 5)
Max	1,5 (site 14)	1,3 (site 2)
2^{ème} série	2,1	2,3
Min	1,3 (site 11)	1,7 (site 9)
Max	2,7 (site 12)	3,0 (site 5)

Tableau 17 : résultats de la campagne de mesure pour le toluène

Sur l'ensemble de la campagne, les niveaux moyens enregistrés en toluène sont de même ordre que les niveaux enregistrés dans l'agglomération nantaise. En effet, à la même période en 2009, la station Square de la Gironde enregistrerait une concentration moyenne de 2,5 µg/m³ durant la période du 31 août au 21 septembre 2009.

Les niveaux relevés sur les sites au sein de l'aéroport ont augmenté de moitié lors de la 2^{ème} série à la fois sur les sites au sein de la plate-forme aéroportuaire et autour de l'aéroport, ce qui suggère une influence extérieure à l'aéroport (conditions météorologiques, par exemple).

Au sein de la plate-forme aéroportuaire, les concentrations moyennes en toluène varient de 1,1 à 2,1 µg/m³. Cette concentration maximale est enregistrée au niveau de la zone de stationnement avions face au hall 4. La zone d'avitaillement enregistre également une concentration moyenne plus élevée qui peut être expliquée par la présence de carburant sur ce site.

→ L'éthylbenzène

Les résultats sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

	Sites au sein de la plate-forme aéroportuaire (6 sites)	Sites de fond (10 sites)
1^{ère} série	0,7	0,8
Min	0,5 (site 11)	0,4 (site 9)
Max	1,0 (site 16)	1,2 (site 1)
2^{ème} série	0,8	1,0
Min	0,5 (site 11)	0,6 (site 8)
Max	1,1 (site 14)	2,0 (site 5)

Tableau 18 : résultats de la campagne de mesure pour l'éthylbenzène

Sur l'ensemble de la campagne, les niveaux moyens enregistrés en éthylbenzène sont de même ordre que les niveaux enregistrés dans l'agglomération nantaise. En effet, à la même période en 2009, la station Square de la Gironde enregistrerait une concentration moyenne de 0,6 µg/m³ durant la période du 31 août au 21 septembre 2009.

Les niveaux moyens relevés sur les sites au sein de la plate-forme aéroportuaire et autour de l'aéroport sont homogènes sur l'ensemble de la campagne de mesure.

Au sein de la plate-forme aéroportuaire, les concentrations moyennes en éthylbenzène varient de 0,5 à 1,0 µg/m³. Les concentrations sont donc relativement homogènes. Cette concentration maximale a été enregistrée au niveau de la zone de stationnement face au hall 4. Le carburant est à l'origine d'émission d'éthylbenzène.

Le niveau moyen des concentrations relevé sur l'ensemble de la campagne de mesure sur les sites situés au sein de la plate-forme aéroportuaire est comparable à celui relevé sur les sites situés autour de l'aéroport. Ceci suggère qu'il n'y a pas d'impact de l'aéroport sur les niveaux en benzène dans l'environnement autour de l'aéroport.

→ M+p-xylène, o-xylène et styrène

Les résultats sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

	Sites au sein de la plate-forme aéroportuaire (6 sites)	Sites de fond (10 sites)
M+p xylène		
1^{ère} série	0,9	1,0
Min	0,7 (site 11)	0,7 (site 4)
Max	1,0 (site 16)	1,3 (site 2)
2^{ème} série	1,4	1,6
Min	0,9 (site 11)	1,0 (site 8)
Max	1,8 (site 12)	2,1 (site 2)
o-xylène		
1^{ère} série	0,4	0,4
Min	0,3 (site 11)	0,3 (sites 10, 9, 6, 5 et 4)
Max	1,0 (site 16)	0,5 (sites 1 et 2)
2^{ème} série	0,5	0,5
Min	0,3 (site 11)	0,4 (sites 1,4, 8, 9 et 10)
Max	0,6 (sites 12 et 16)	0,6 (site 2)
Styrène		
1^{ère} série	0,4	0,5
Min	0,2 (site 12)	0,2 (site 4)
Max	1,0 (site 16)	0,6 (sites 1 et 5)
2^{ème} série	0,9	0,8
Min	0,4 (site 11)	0,3 (site 4)
Max	2,0 (site 15)	1,4 (site 5)

Tableau 19 : résultats de la campagne de mesure pour les xylènes et le styrène

La station Square de la Gironde a enregistré une concentration moyenne de 1,4 µg/m³ en m+p-xylène et de 0,7 µg/m³ en o-xylène durant la période du 31 août au 21 septembre 2009. Ces concentrations sont comparables aux concentrations relevées au sein de la plate-forme et autour de l'aéroport.

Le niveau moyen des concentrations sur les sites situés au sein de la plate-forme aéroportuaire est comparable à celui relevé sur les sites autour de l'aéroport. Ceci suggère qu'il n'y a pas d'impact de l'aéroport sur les niveaux en xylènes et styrène dans l'environnement autour de l'aéroport.

suivi de la réglementation

Le benzène est le seul BTEX soumis à la réglementation. Les concentrations étant mesurées uniquement sur une période de 28 jours, elles ne peuvent être comparées strictement à l'objectif de qualité (2 µg/m³) et à la valeur limite (6 µg/m³) qui sont des seuils basés sur l'année. Cependant, sur la base des valeurs obtenues dans cette étude et de la connaissance de la variation des niveaux de pollution, ces seuils devraient être probablement respectés.

comparaison aux études passées

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

Les résultats issus des mesures par tubes passifs au niveau de sites investigués lors des deux campagnes sont regroupés dans le tableau suivant :

Site	Concentration moyenne (Campagne du CETE)	Concentration moyenne (Cette étude)
Zone d'avitaillement	1,5	0,9
Zone de stationnement avions face au hall 4	1,5	0,8
Zone de stationnement avions face au hall 3	1,4	1,1
Parking de voitures	1,5	0,9
Ferme de la Ranjonnrière	1,3	0,9

Tableau 20 : concentrations moyennes de la campagne de mesures du CETE Nord Picardie et de cette étude

Les concentrations moyennes en benzène relevées lors de la campagne du CETE Nord Picardie sont supérieures à celles enregistrées dans le cadre de notre étude. Rappelons que la campagne réalisée par le CETE Nord Picardie a eu lieu en période hivernale, période où les émissions sont plus importantes, qu'en période estivale (pas d'émission à froid et de chauffage durant cette période).

Les concentrations moyennes sont semblables sur les 5 sites pour les deux campagnes de mesure. La ferme de la Ranjonnrière, située en dehors de la plate-forme aéroportuaire ne présente pas des niveaux plus faibles par rapport aux sites localisés au sein de la plate-forme aéroportuaire, ce qui suggère que l'aéroport n'a pas d'impact sur les communes environnantes.

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

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

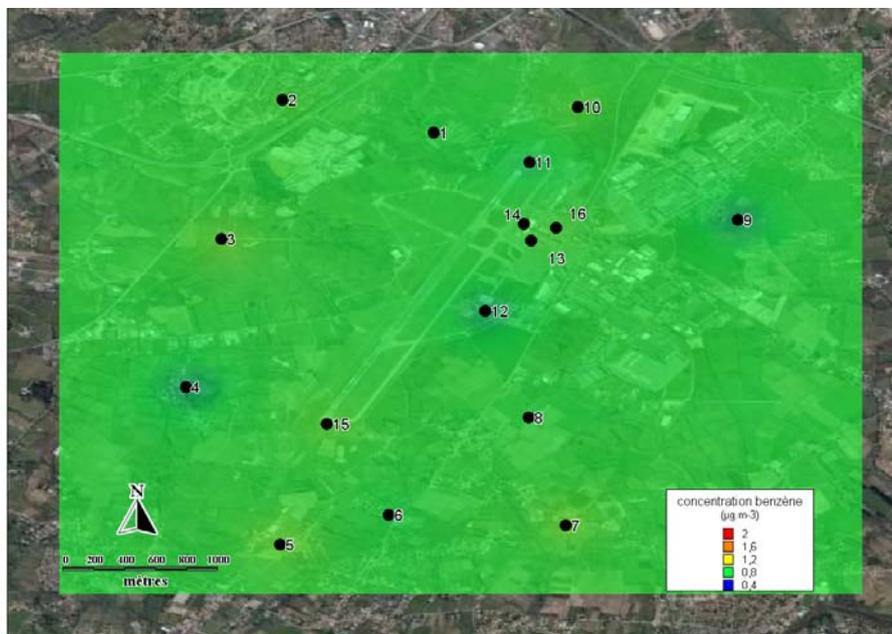


Figure 29 : cartographie des niveaux moyens en benzène enregistrés lors de la campagne de mesure

Il apparaît que les zones légèrement plus influencées se situent au niveau de la zone de stationnement avions face au hall 3, du parking voitures et du bout de la piste QFU 21.

Au niveau du parking, le trafic routier explique les concentrations enregistrées.

Au niveau de la zone de stationnement avions face au hall 3, hormis la présence de travaux qui est à l'origine d'émissions de composés organiques volatils, l'activité au sein de ces zones est à l'origine d'émissions de benzène par le biais de la combustion des carburants. En effet, sur ces zones, circulent divers engins.

Notons que le stockage de carburant n'a pas été à l'origine d'émissions de benzène particulières.

les PM10 résultats 2009

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

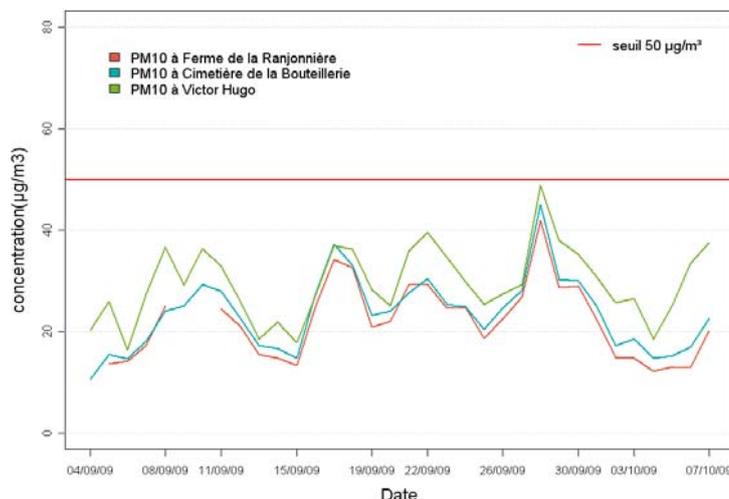


Figure 30 : moyennes journalières en PM₁₀ à la ferme de la Ranjonnière, au cimetière de la Bouteillerie et à Victor Hugo

Les concentrations enregistrées à la ferme de la Ranjonnière et au cimetière de la Bouteillerie sont comparables, tout au long de la campagne de mesures, avec un niveau moyen journalier respectivement de 22 et 23 µg/m³. Des niveaux plus élevés, de 27 % en moyenne, sont enregistrés sur le site de Victor-Hugo avec 30 µg/m³. La ferme de la Ranjonnière et Bouteillerie enregistrent une moyenne journalière maximale comparable respectivement de 42 et 45 µg/m³ le 28 septembre. La moyenne journalière maximale relevée à Victor-Hugo est de 49 µg/m³ ce même jour.

Les niveaux plus élevés relevés sur le site de Victor-Hugo s'expliquent par la situation de ce dernier. Rappelons que Victor-Hugo est un site de trafic et est donc situé à proximité immédiate d'un axe routier. Or le trafic automobile est à l'origine d'émissions de PM₁₀, c'est pourquoi les niveaux enregistrés y sont plus élevés.

Ces niveaux sont donc relativement proches de la valeur limite fixée à 50 µg/m³ (valeur à ne pas dépasser plus de 35 jours par an) en moyenne journalière puisque la moyenne journalière maximale atteinte à la ferme de la Ranjonnière est inférieure de 16% à cette valeur. Toutefois, ces niveaux sont liés à des phénomènes de pollution par les particules à grande échelle qui affectent des zones géographiques de quelques centaines de kilomètres et ne sont pas imputables à la seule activité de l'aéroport.

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

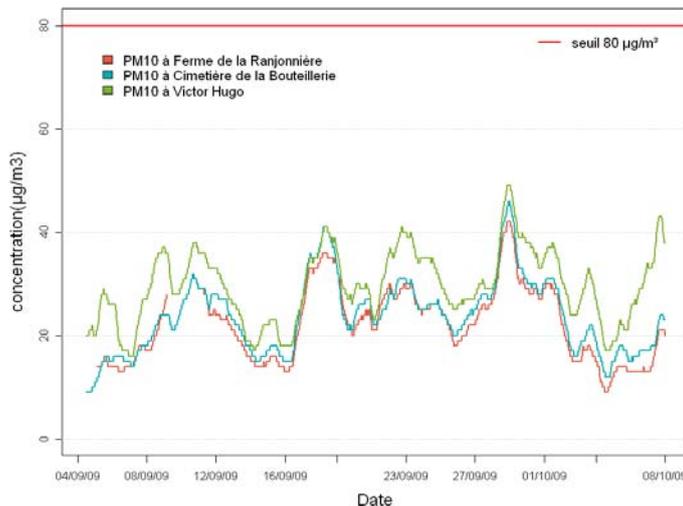


Figure 31 : moyennes 24-horaires en PM_{10} à la ferme de la Ranjonnière, au cimetière de la Bouteillerie et à Victor-Hugo

Le seuil d'information et de recommandation fixé à $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne 24-horaires est respecté puisque le maximum atteint $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ces maxima atteignent 46 et $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivement au cimetière de la Bouteillerie et à Victor-Hugo.

Le graphique suivant représente l'évolution moyenne des niveaux des PM_{10} mesurées au cours d'une journée.

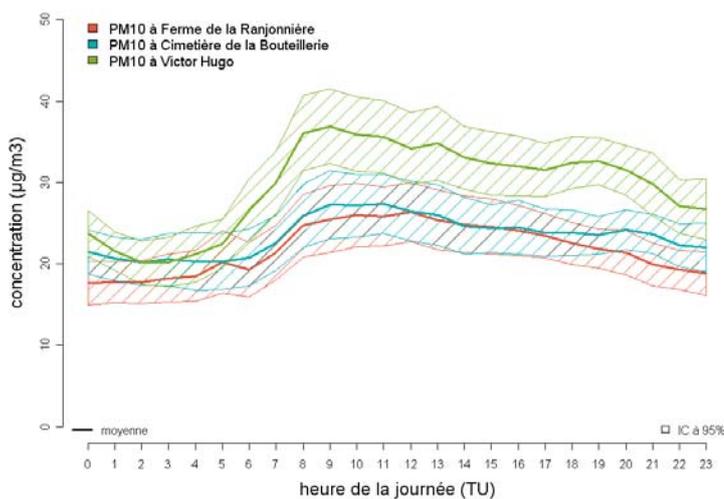


Figure 32 : profil journalier en PM_{10}

De même que pour le NO_2 , une hausse des niveaux en PM_{10} est observée le matin. Celle-ci est à attribuer à la pointe du trafic routier due aux déplacements domicile-travail ainsi qu'à la faible épaisseur de la couche limite à cette période de la journée. Cette augmentation est plus importante sur le site de Victor-Hugo (site de trafic).

suivi de la réglementation

La figure 16 met en évidence le respect des seuils d'alerte et d'information et de recommandation puisque le maximum atteint 42 µg/m³. Il est donc inférieur de moitié au seuil d'information et de recommandation fixé à 80 µg/m³ en moyenne 24-horaire.

D'après ce qui a été évoqué dans la partie « [représentativité des niveaux de pollution](#) », les niveaux de pollution moyens ne sont pas représentatifs des niveaux annuels. La comparaison par rapport aux seuils se basant sur l'année n'est donc pas réalisée.

comparaison aux études passées

Le CETE Nord Picardie a réalisé une campagne de mesure hivernale de la qualité de l'air à proximité des pistes et autour de l'aéroport du 20 novembre au 17 décembre 2008.

La mesure des PM10 à l'extérieur de l'aéroport a été réalisée en continu par des analyseurs automatiques à la ferme de la Ranjonnière.

Les résultats issus des mesures à la ferme de la Ranjonnière sont regroupés dans le tableau suivant :

	Concentration PM10 (campagne CETE)	Concentration PM10 (cette étude)
Moyenne	16	22
Max jour	29	42
Min jour	7	12

Tableau 21 : concentrations moyennes de la campagne de mesure du CETE Nord Picardie et de cette étude

La concentration moyenne sur la campagne 2008 du CETE est 1,4 fois plus faible que celle enregistrée lors de la campagne 2009.

Les graphiques suivants représentent les moyennes journalières au cours des campagnes du CETE et de cette étude.

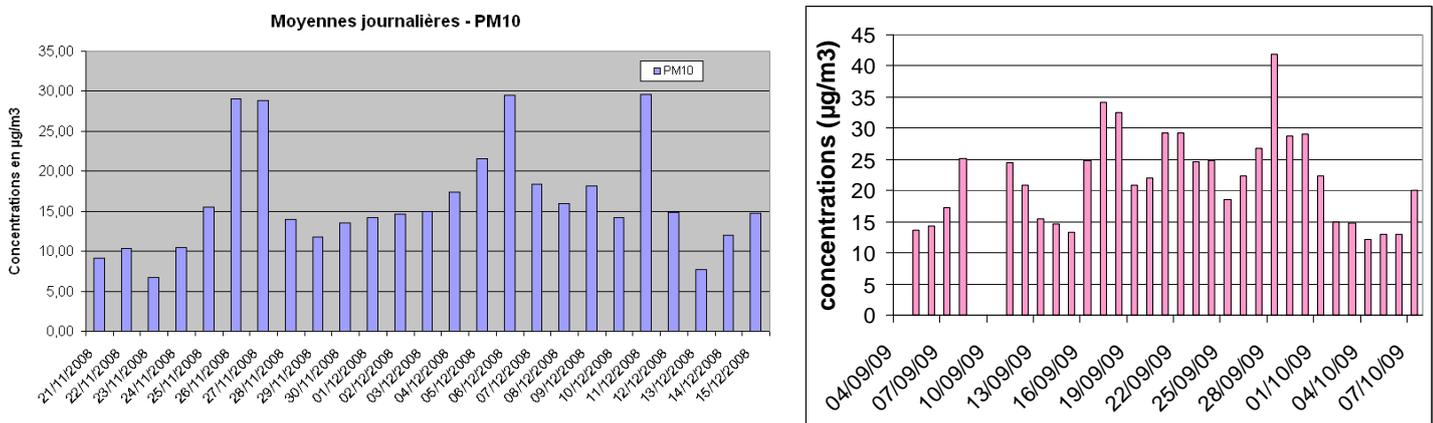


Figure 33 : moyennes journalières en PM10 mesurées lors de la campagne du CETE (à gauche) et durant cette étude (à droite)

On constate des niveaux en PM10 plus élevés lors de la campagne 2009. Les niveaux journaliers ont varié de 7 à 29 µg/m³ lors de la campagne du CETE et de 12 à 42 µg/m³ lors de la campagne 2009. Sur les mêmes périodes, le site de référence du centre ville de Nantes (Bouteillerie) a également enregistré une diminution de 13%. Les niveaux relevés à la ferme de la Ranjonnière peuvent donc s'expliquer par un phénomène de pollution régionale et non localisée.

D'autre part, le trafic aérien a été plus important lors de la campagne 2009 par rapport à la campagne 2008, ce qui peut expliquer en partie la différence entre les deux études.

Par ailleurs, les mesures montrent un même type de profil journalier avec une augmentation des niveaux le matin et le soir.

étude d'impact des activités de l'aéroport

L'analyse de l'impact de l'aéroport est étudiée pour le PM10 à partir de l'étude de la rose de pollution.



Figure 34 : rose de pollution en PM10 sur l'ensemble de la campagne de mesures

Pour des directions de vent comprises entre 180 et 220°, les niveaux en PM10 ne sont pas augmentés sous les vents de l'aéroport. Ceci suggère que les émissions de l'aéroport n'ont pas d'impact détectable sur les teneurs atmosphériques en PM10 mesurées à proximité.

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

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

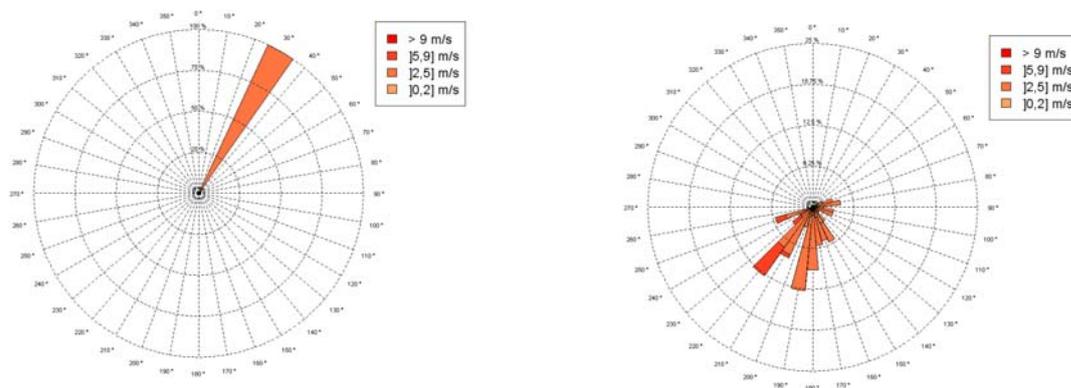


Figure 35 : roses des vents du 28 septembre (à gauche) et du 4 au 6 octobre (à droite)

La 1^{ère} rose des vents correspond à la période du 28 septembre où le niveau journalier en PM10 a été le plus élevé. Ces élévations se sont observées par vents de nord-est soit en provenance de l'agglomération nantaise.

La 2^{ème} rose correspond à la période du 4 au 6 octobre où le niveau journalier en PM10 a été parmi les plus faibles. Ces niveaux se sont observés principalement par vent de sud à sud-ouest soit en provenance de l'aéroport.

Ceci suggère que les émissions de l'aéroport n'ont pas d'impact détectable sur les niveaux en PM10 et que l'agglomération nantaise a une influence sur ces derniers.

le monoxyde de carbone

résultats 2009

Le graphique suivant présente l'évolution temporelle des moyennes journalières en CO. Ces niveaux sont comparés avec ceux enregistrés sur le site de trafic Victor-Hugo.

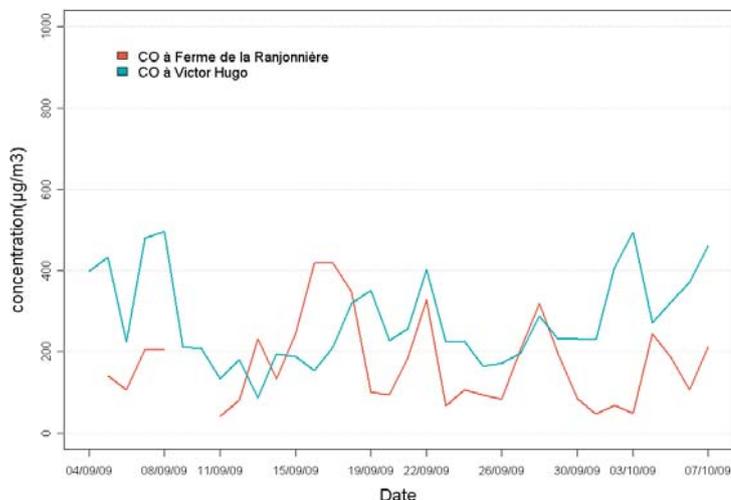


Figure 36 : moyennes journalières en CO à la ferme de la Ranjonnière et à Victor-Hugo

Les concentrations enregistrées à la ferme de la Ranjonnière sont faibles avec un niveau moyen journalier de 173 µg/m³ à la ferme de la Ranjonnière. Il en est de même à Victor-Hugo, le niveau moyen journalier est toutefois 1,5 fois supérieur par rapport à celui de la ferme de la Ranjonnière. La ferme de la Ranjonnière enregistre une moyenne journalière maximale de 418 µg/m³ le 17 septembre. Celle relevée à Victor Hugo est de 497 µg/m³ le 8 septembre.

Le graphique suivant présente l'évolution temporelle des moyennes 8-horaires maximales en CO. Ces niveaux sont comparés avec ceux enregistrés sur le site de trafic Victor Hugo.

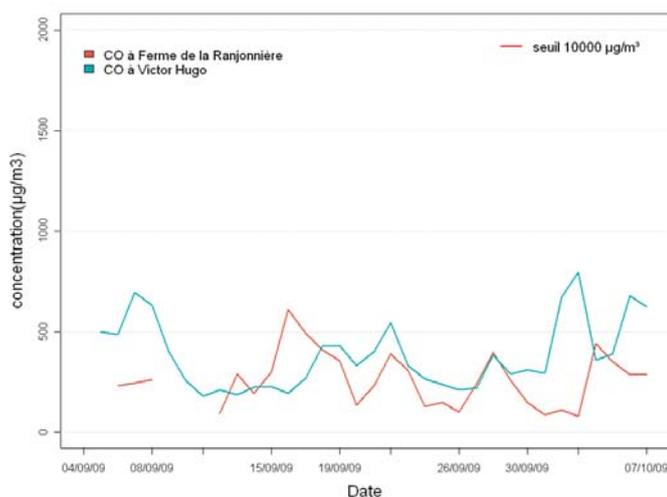


Figure 37 : moyennes 8-horaires maximales en CO à la ferme de la Ranjonnière et à Victor-Hugo

Les niveaux de monoxyde de carbone enregistrés sur la période de mesure restent très inférieurs à la valeur limite 8-horaires, les niveaux de pointe enregistrés à la ferme de la Ranjonnière et à Victor-Hugo, respectivement 608 et 794 µg/m³, atteignent au maximum seulement 6 et 8 % de la valeur limite fixée à 10 000 µg/m³.

Le graphique suivant représente l'évolution moyenne des niveaux de CO mesurés au cours d'une journée.

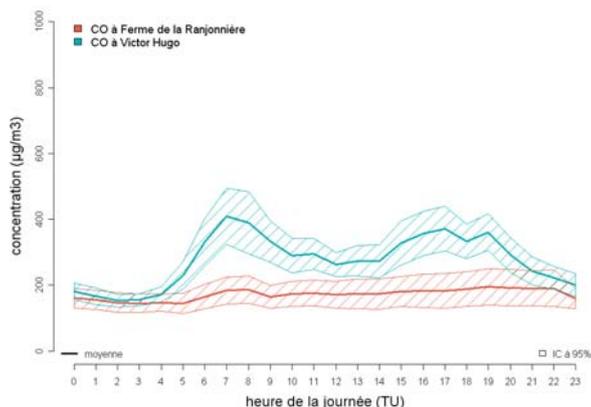


Figure 38 : profil journalier en CO

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

suivi de la réglementation

D'après la figure 19 représentant les moyennes 8-horaires maximales journalières sur la période de mesure, il est mis en évidence que la valeur limite fixée à 10 000 µg/m³ est respectée puisque le maximum de 608 µg/m³ relevé à la ferme de la Ranjonnrière n'atteint que 6% de la valeur limite.

comparaison aux études passées

Le CETE Nord Picardie a réalisé une campagne de mesure hivernale de la qualité de l'air à proximité des pistes et autour de l'aéroport du 20 novembre au 17 décembre 2008.

La mesure de CO à l'extérieur de l'aéroport a été réalisée en continu par des analyseurs automatiques.

Les résultats issus des mesures sont regroupés dans le tableau suivant :

	Moyenne en CO (campagne CETE)	Moyenne CO (cette étude)
Moyenne	239	173
Max jour	483	418
Min jour	145	41

Tableau 22 : concentrations moyennes de la campagne de mesure du CETE Nord Picardie et de cette étude

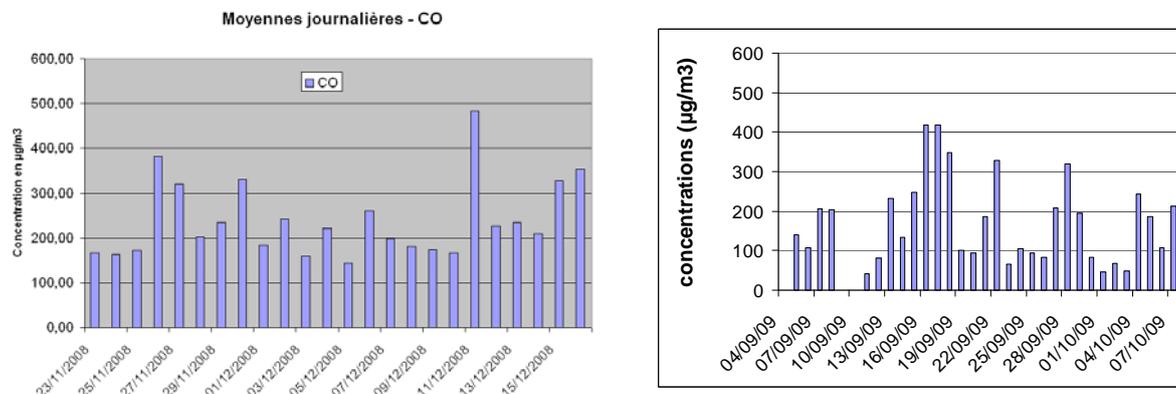


Figure 39 : moyennes journalières en CO mesurées lors de la campagne du CETE (à gauche) et durant cette étude (à droite)

En raison de la période hivernale, les niveaux sont plus élevés de 40% environ lors de la campagne 2008.

Par ailleurs, les mesures montrent un même type de profil journalier une augmentation des niveaux le matin et le soir. L'augmentation des niveaux le soir est moins visible à la ferme de la Ranjonnrière dans le cas de la campagne 2009.

étude d'impact des activités de l'aéroport

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



Figure 40 : rose de pollution en CO sur l'ensemble de la campagne de mesures

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

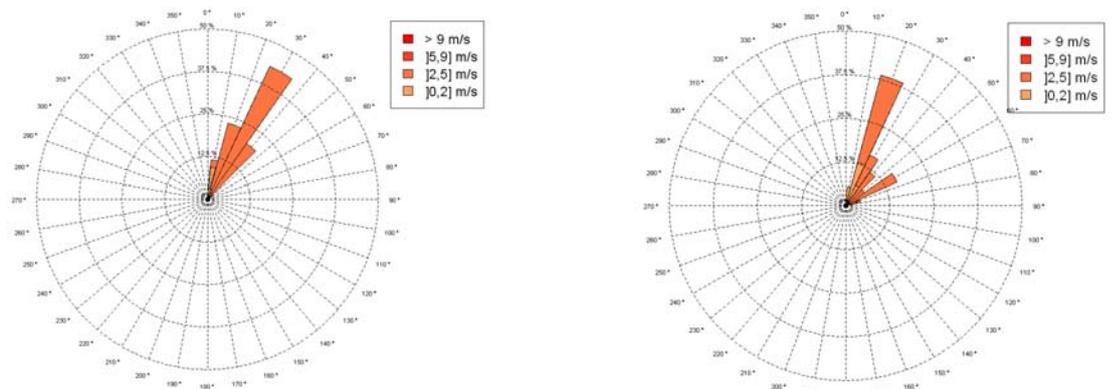


Figure 41 : roses des vents du 16 au 17 septembre (à gauche) et du 27 au 28 octobre (à droite)

Les roses des vents présentées ci-dessus correspondent à la période du 16 au 17 septembre et du 27 au 28 septembre où les niveaux journaliers en CO ont été parmi les plus élevés. Ces élévations se sont observées par vents de nord-est soit en provenance de l'agglomération nantaise et du périphérique.

Ceci suggère que l'agglomération et le périphérique ont une influence sur les niveaux en CO dans l'environnement autour de l'aéroport.

l'ozone résultats 2009

Le graphique suivant présente l'évolution temporelle des moyennes journalières en O₃. Ces niveaux sont comparés avec ceux enregistrés sur le site urbain de Balinière et le site périurbain d'Épinettes.

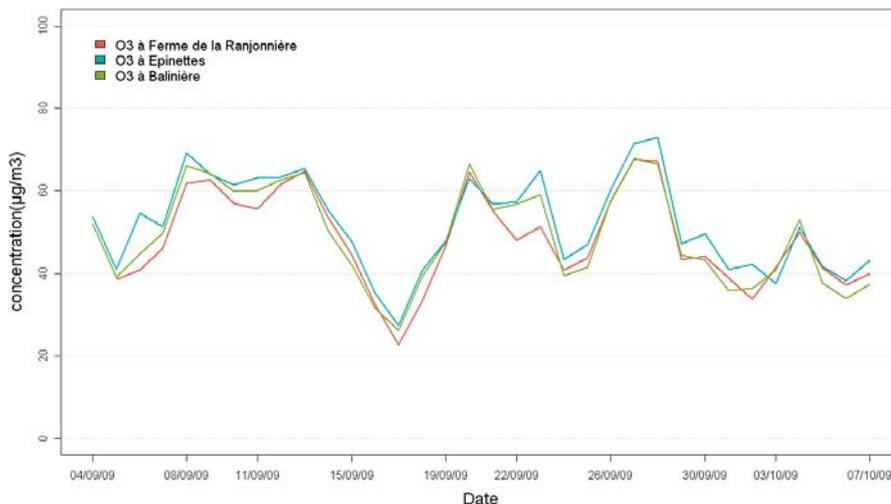


Figure 42 : moyennes journalières en O₃ à la ferme de la Ranjonnière, à Épinettes et à Balinière

Les concentrations enregistrées à la ferme de la Ranjonnière, à Épinettes et à Balinière sont comparables avec un niveau moyen journalier respectivement de 48, 52 et 49 µg/m³, situation liée au phénomène grande échelle de pollution par l'ozone. Ces trois sites enregistrent une moyenne journalière maximale comparable de 68 µg/m³ à la ferme de la Ranjonnière et à Balinière le 27 septembre et de 73 µg/m³ à Épinettes le 28 septembre.

La figure 45 présente l'évolution temporelle des moyennes 8-horaires maximales en O₃. Ces niveaux sont comparés avec ceux enregistrés sur le site urbain de Balinière et le site périurbain d'Épinettes.

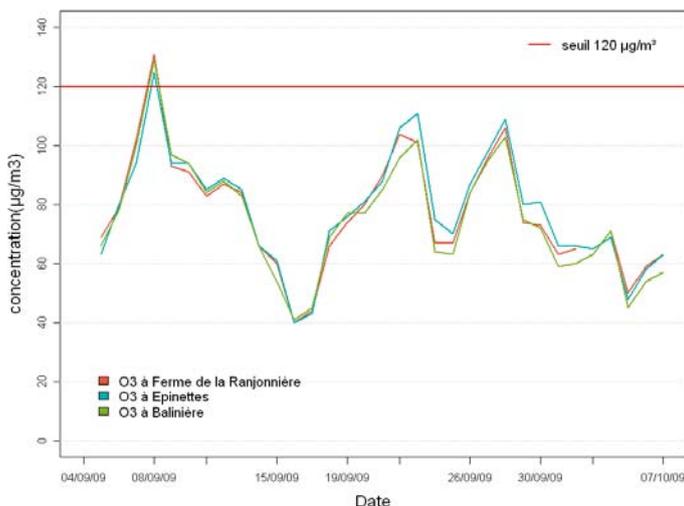


Figure 43 : moyennes 8-horaires maximales en O₃ à la ferme de la Ranjonnière, à Épinettes et à Balinière

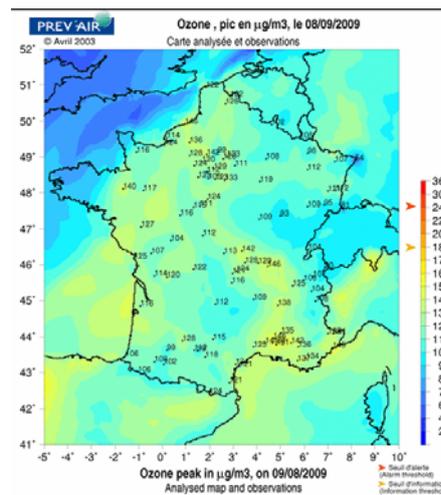


Figure 44 : carte d'isoconcentration d'ozone le 8 septembre 2009 (source : prév'air)

L'objectif de qualité fixé à 120 µg/m³ en moyenne 8-horaire maximale du jour a été dépassé le 8 septembre sur les 3 sites. En effet, les niveaux de pointe enregistrés à la ferme de la Ranjonnière, à Épinettes et à Balinière sont respectivement de 131, 129 et 125 µg/m³. Les niveaux sont comparables avec 78 µg/m³ à la ferme de la Ranjonnière et à Épinettes et 76 µg/m³ à Balinière. Ce dépassement n'est pas spécifique à la ferme de la Ranjonnière puisqu'il a été enregistré sur l'ensemble de la région.

Le graphique suivant représente l'évolution moyenne des niveaux d'ozone mesurés au cours d'une journée.

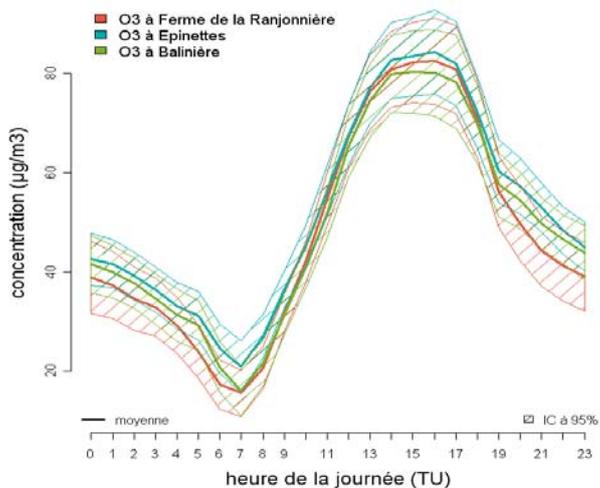


Figure 45 : profil journalier en ozone

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

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

suivi de la réglementation

Le graphique suivant représente la distribution des moyennes horaires en ozone par rapport au seuil de recommandation et d'information fixé à 180 µg/m³.

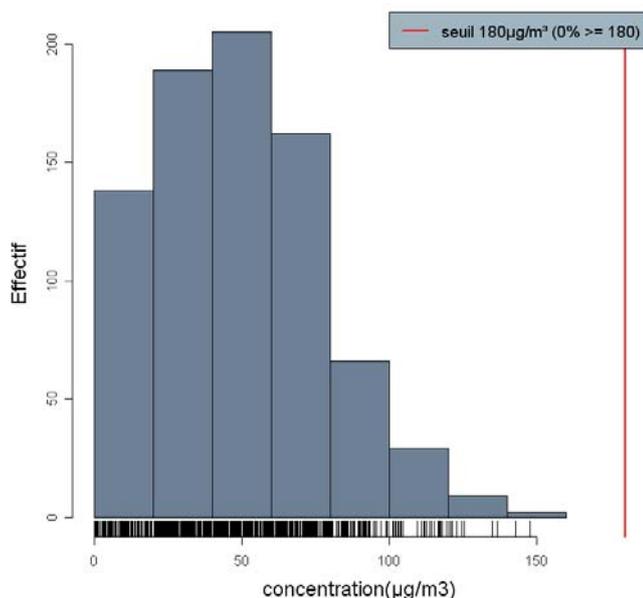


Figure 46 : distribution des moyennes horaires en ozone

Le seuil d'information et de recommandation a été respecté ainsi que le seuil d'alerte. La moyenne horaire maximale atteinte est de 148 µg/m³ le 8 septembre soit inférieure de 18% par rapport au seuil fixé à 180 µg/m³ en moyenne horaire.

Par ailleurs, l'objectif de qualité fixé à 120 µg/m³ en moyenne 8-horaire maximale du jour a été dépassé le 8 septembre avec une moyenne 8-horaire maximale du jour de 131 µg/m³ (figure 45).

comparaison aux études passées

Le CETE Nord Picardie a réalisé une campagne de mesure hivernale de la qualité de l'air à proximité des pistes et autour de l'aéroport du 20 novembre au 17 décembre 2008.

La mesure d'O₃ à l'extérieur de l'aéroport a été réalisée en continu par des analyseurs automatiques à la ferme de la Ranjonnière.

Les résultats issus des mesures à la ferme de la Ranjonnière sont regroupés dans le tableau suivant :

	Moyenne en O₃ (campagne CETE)	Moyenne en O₃ (cette étude)
Moyenne	28	48
Max sur 8h	69	131
Max horaire	74,5	148

Tableau 23 : concentrations moyennes de la campagne de mesure du CETE Nord Picardie et de cette étude

La concentration moyenne sur la campagne 2008 du CETE est 1,7 fois plus faible que celle enregistrée lors de la campagne 2009. Cette différence s'explique par la saison à laquelle a été réalisée la campagne. En effet, les polluants primaires conduisent à la formation d'ozone sous l'action du rayonnement ultraviolet du soleil, l'ozone sera donc en plus grande concentration en période estivale chaude et ensoleillée. La campagne 2009 ayant été réalisée en été, les niveaux sont plus élevés que ceux enregistrés lors de la campagne 2008.

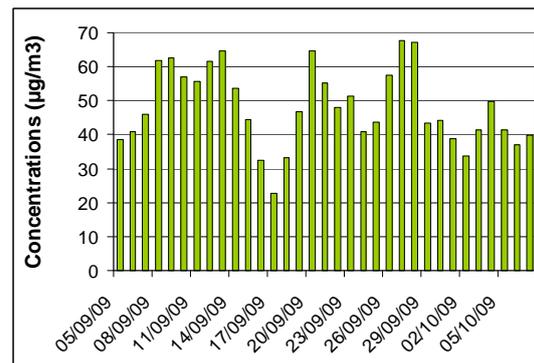
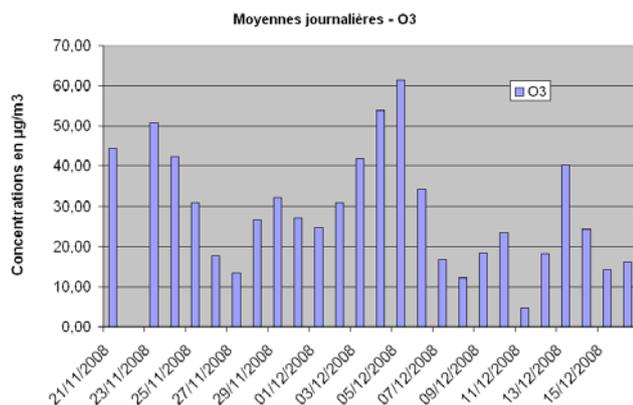


Figure 47 : moyennes journalières en O₃ mesurées lors de la campagne du CETE (à gauche) et durant cette étude (à droite)

D'après la figure 48, on constate que les niveaux en ozone ont été plus élevés lors de la campagne 2009. Les niveaux journaliers ont varié de 5 à 61 µg/m³ lors de la campagne du CETE et de 23 à 68 µg/m³ lors de la campagne 2009.

Par ailleurs, les mesures montrent un même type de profil journalier avec des niveaux faibles le matin et des niveaux plus élevés l'après-midi.

Air Pays de la Loire a également réalisé une campagne de mesure dans l'environnement de Nantes-Atlantique. Cette campagne a eu lieu entre le 8 août et le 10 septembre 2002. Le camion laboratoire avait été disposé à la ferme de la Ranjonnière.

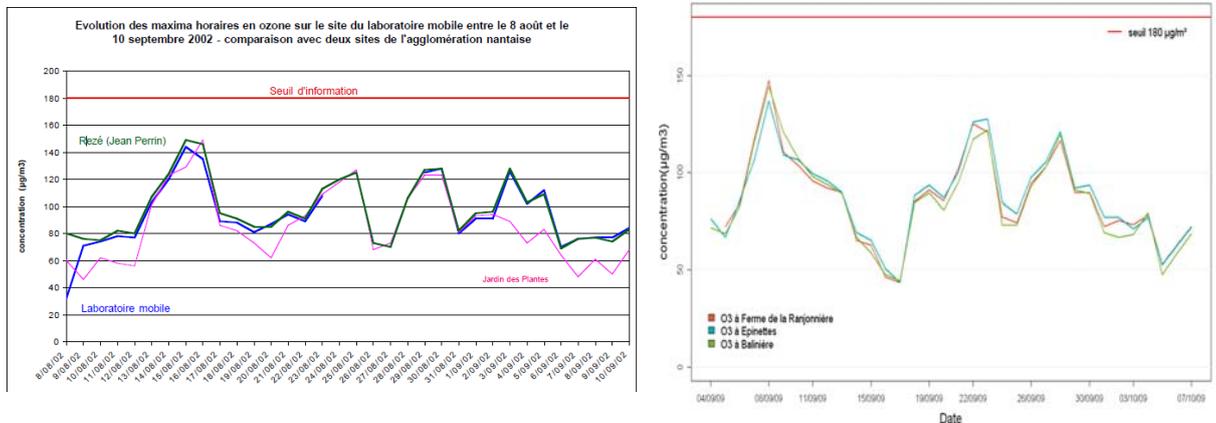


Figure 48 : maxima horaires en O₃ mesurés lors de la campagne du CETE (à gauche) et durant cette étude (à droite)

Lors de la campagne 2002, les maxima horaires ont varié entre 32 et 144 µg/m³. Durant cette étude, ils ont varié entre 34 et 148 µg/m³. Les niveaux sont donc très proches.

étude d'impact des activités de l'aéroport

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

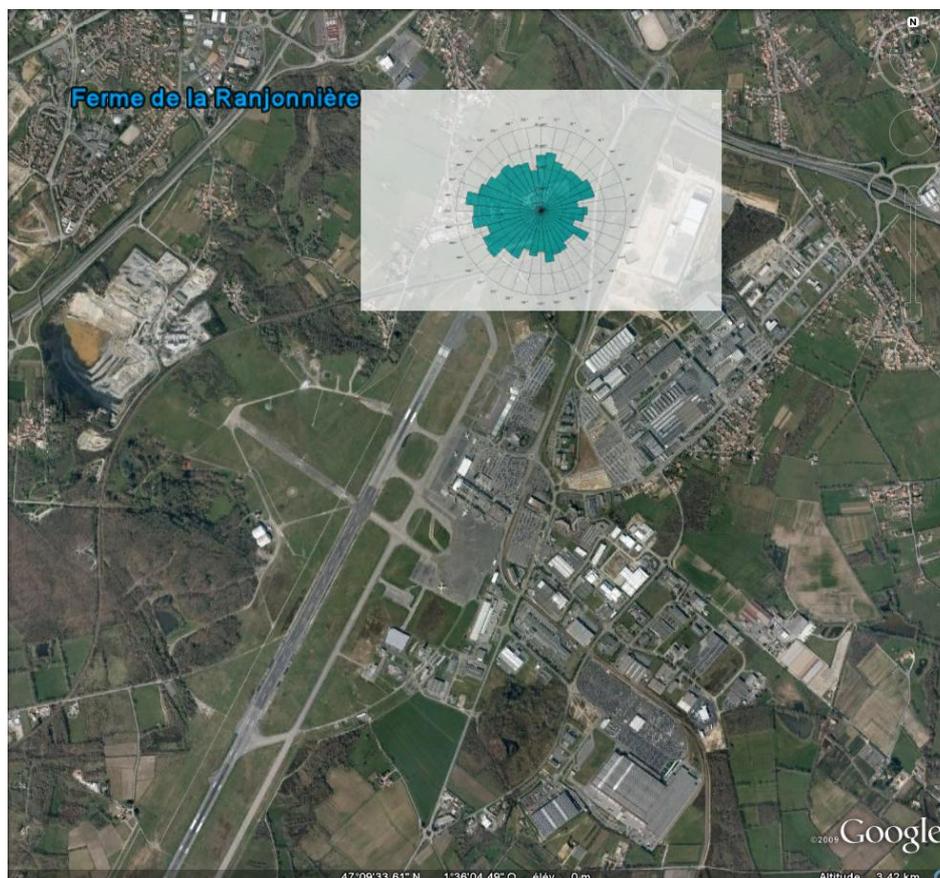


Figure 49 : rose de pollution en SO₂ sur l'ensemble de la campagne de mesure

Pour des directions de vent comprises entre 180 et 220°, les niveaux en O₃ ne sont pas augmentés sous les vents de l'aéroport. Ceci suggère que les émissions de l'aéroport n'ont pas d'impact détectable sur les teneurs atmosphériques en O₃ mesurées à proximité.

le dioxyde de soufre

résultats 2009

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

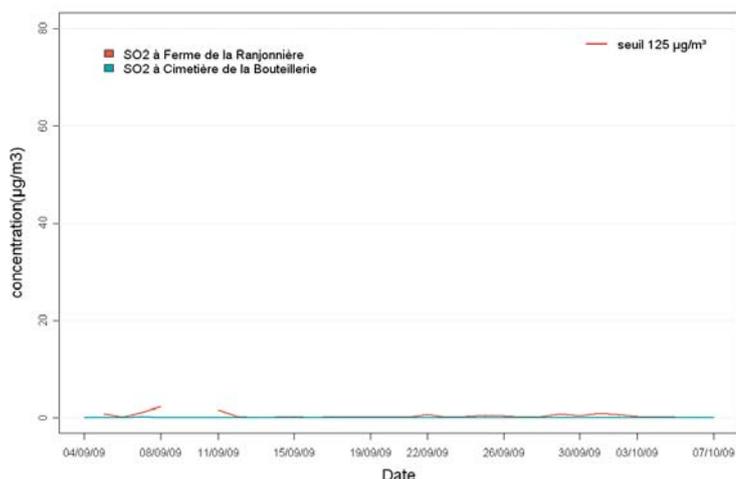


Figure 50 : moyennes journalières en SO₂ à la ferme de la Ranjonnière et au cimetière de la Bouteillerie

Les concentrations enregistrées à la ferme de la Ranjonnière et au cimetière de la Bouteillerie sont proches et très faibles, tout au long de la campagne de mesure, avec un niveau moyen journalier inférieur à 1 µg/m³. La ferme de la Ranjonnière enregistre une moyenne journalière maximale de 2 µg/m³ le 9 septembre, les moyennes journalières enregistrées au cimetière de la Bouteillerie sont en totalité inférieures à 1 µg/m³.

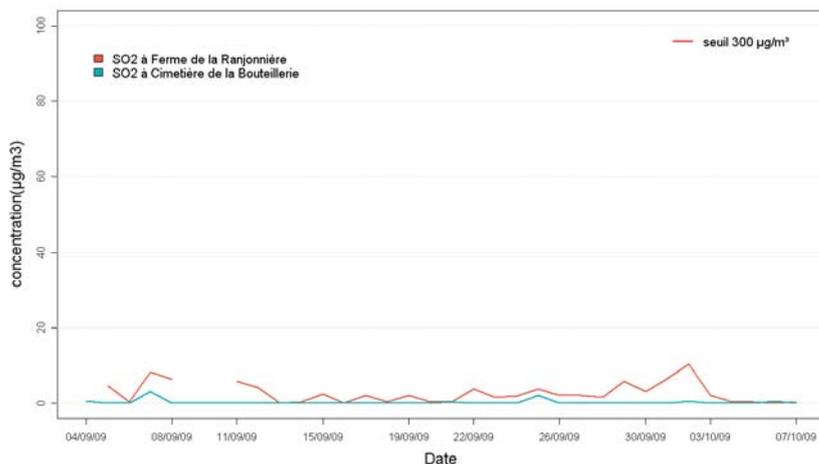
Ces niveaux sont donc très inférieurs par rapport à la valeur limite fixée à 125 µg/m³ en moyenne journalière puisque la moyenne journalière maximale atteinte à la ferme de la Ranjonnière ne représente que 2,5% de cette valeur.

Le graphique suivant présente l'évolution temporelle des maxima horaires en SO₂. Ces niveaux sont comparés avec ceux enregistrés sur le site urbain du cimetière de la Bouteillerie.

Figure 51 : maxima horaires en SO₂ à la ferme de la Ranjonnière et au cimetière de la Bouteillerie

Les maxima horaires les plus élevés sont de 10 et 3 µg/m³ respectivement à la ferme de la Ranjonnière et au cimetière de la Bouteillerie.

Ce maximum horaire atteint à la ferme de la Ranjonnière ne représente qu'un peu plus de 3 % du seuil d'information et de recommandation fixé à 300 µg/m³ en moyenne horaire.



suivi de la réglementation

Le graphique suivant représente la distribution des moyennes horaires en SO₂ par rapport au seuil de recommandation et d'information fixé à 300 µg/m³.

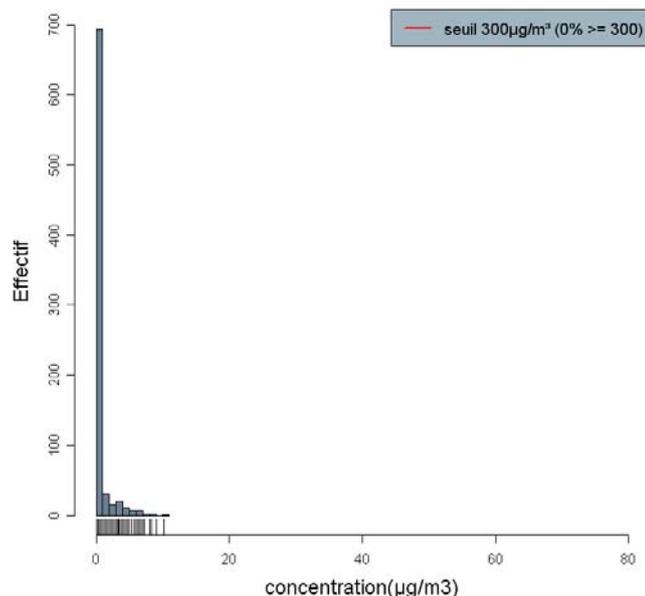


Figure 52 : distribution des moyennes horaires en dioxyde de soufre

Le seuil d'information et de recommandation est respecté. La moyenne horaire maximale atteinte est de 10 µg/m³ le 2 octobre soit inférieure de 97 % par rapport au seuil. A fortiori, la valeur limite fixée à 350 µg/m³ en moyenne horaire n'est pas dépassée, il en est de même pour le seuil d'alerte fixé à 500 µg/m³ en moyenne horaire.

D'après ce qui a été évoqué dans la partie [« représentativité des niveaux de pollution »](#), les niveaux de pollution moyens sont globalement représentatifs des niveaux annuels.

Par conséquent, le concentration moyenne en SO₂, inférieure à 1 µg/m³, relevée à la ferme de la Ranjonnière, sur la période de mesure, respecte l'objectif de qualité ainsi que la valeur limite respectivement fixés à 50 et 20 µg/m³ en moyenne annuelle.

comparaison aux études passées

La pollution en SO₂ a été faible lors des trois campagnes réalisées dans l'environnement de l'aéroport.

Lors de la campagne de mesure réalisée par Air Pays de la Loire en 2002, le maximum horaire journalier atteint (52 µg/m³) a été inférieur d'un facteur 6 par rapport au seuil d'information (300 µg/m³ en moyenne horaire), et ce par vents d'ouest. Rappelons que les niveaux en dioxyde de soufre sont en baisse depuis plusieurs années.

Le CETE nord picardie a montré que les valeurs enregistrées pour un profil journalier moyen sont très faibles et inférieures à 2,5 µg/m³. Dans cette étude, les niveaux ne dépassent pas 2 µg/m³.

étude d'impact des activités de l'aéroport

L'analyse de l'impact de l'aéroport est étudiée pour le SO₂ à partir de l'étude de la rose de pollution.



Figure 53 : rose de pollution en SO₂ sur l'ensemble de la campagne de mesures

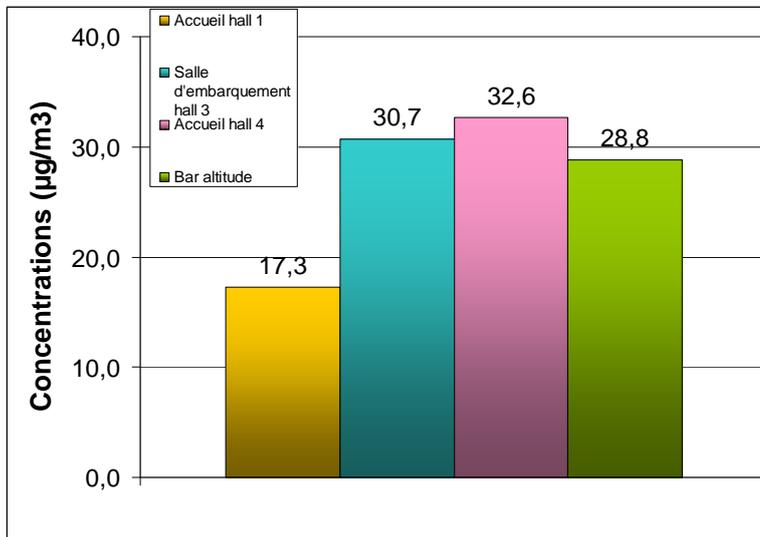
Pour des directions de vent comprises entre 180 et 220°, les niveaux en SO₂ ne sont pas augmentés sous les vents de l'aéroport. Ceci suggère que les émissions de l'aéroport n'ont pas d'impact détectable sur les teneurs atmosphériques en SO₂ mesurées à proximité.

Les élévations s'observent principalement par des vents de nord-ouest. Ces élévations sont à mettre en relation avec les émissions de la zone industrielle située au bord de la Loire à l'Ouest de Nantes.

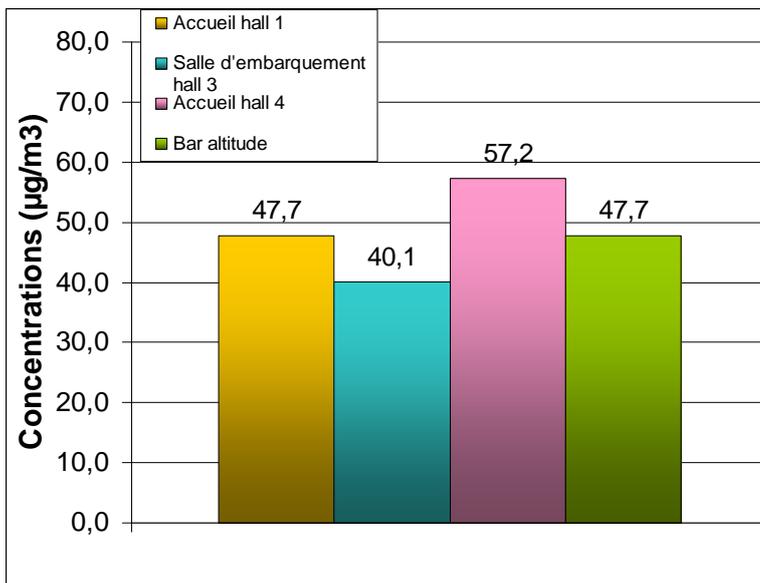
air intérieur

le dioxyde d'azote résultats 2009

Les graphiques représentent les concentrations en dioxyde d'azote enregistrées lors des deux séries de mesures sur les 4 sites étudiés pour l'air intérieur. Les résultats sont indiqués en annexes.



1^{ère} série de mesures



2^{ème} série de mesures

Figure 54 : concentrations en dioxyde d'azote mesurées en air intérieur durant la campagne de mesure

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

	Sites au sein de la plate-forme aéroportuaire (6 sites)	Sites de fond (10 sites)	Air intérieur (4 sites)
Moyenne	26,1 (17,5-39,7)	16,9 (9,8-22)	37.8 (32,5-44,9)

Tableau 24 : concentrations moyennes en NO₂ durant la campagne de mesure

Les concentrations moyennes mesurées à l'intérieur de l'aérogare sont supérieures de 31 % par rapport à celles mesurées en air extérieur au sein de la plate-forme aéroportuaire et de 55 % par rapport à celles relevées au niveau des communes environnantes. Ceci suggère qu'il y a un transfert de la pollution extérieure vers l'intérieur provoquant une élévation des niveaux.

Il apparaît que l'accueil hall 4 concentre le plus de dioxyde d'azote. Cette zone est située en face du parking de voiture et est accessible depuis l'extérieur. De plus, il existe une ouverture permanente au dessus de la cloison en verre séparant le hall 4 et la zone d'embarquement. Une entrée d'air depuis les pistes vers le hall est donc possible.

suivi de la réglementation

Il n'existe pas de seuil réglementaire ou de valeur guide en air intérieur pour le NO₂.

comparaison aux études passées

Etude CETE

Le CETE Nord Picardie a réalisé la mesure de dioxyde d'azote à l'intérieur de l'aéroport par tubes passifs au niveau des halls d'embarquement 1 et 4.

Les halls 1 et 4 ont été investigués lors de notre étude par le biais des sites localisés dans la zone d'accès 1 et la zone d'enregistrement du hall 4, donc à des endroits légèrement différents.

Les résultats issus des mesures par tubes passifs au niveau de sites investigués lors des deux campagnes sont regroupés dans le tableau suivant :

Site	Concentration moyenne (Campagne du CETE)	Site	Concentration moyenne (Cette étude)
Hall d'embarquement 4	31,4	Accueil hall 4	44,9
Hall d'embarquement 1	29,9	Accueil hall 1	32,5

Tableau 25 : concentrations moyennes de la campagne de mesure du CETE Nord Picardie et de cette étude

Les concentrations moyennes en dioxyde d'azote relevées, au niveau du hall 4 et du hall 1, lors de la campagne du CETE Nord Picardie sont inférieures à celles enregistrées dans le cadre de notre étude.

les aldéhydes résultats 2009

Les graphiques représentent les concentrations en aldéhydes enregistrées lors des deux séries de mesures sur les 4 sites étudiés pour l'air intérieur. Les résultats sont indiqués en annexes.

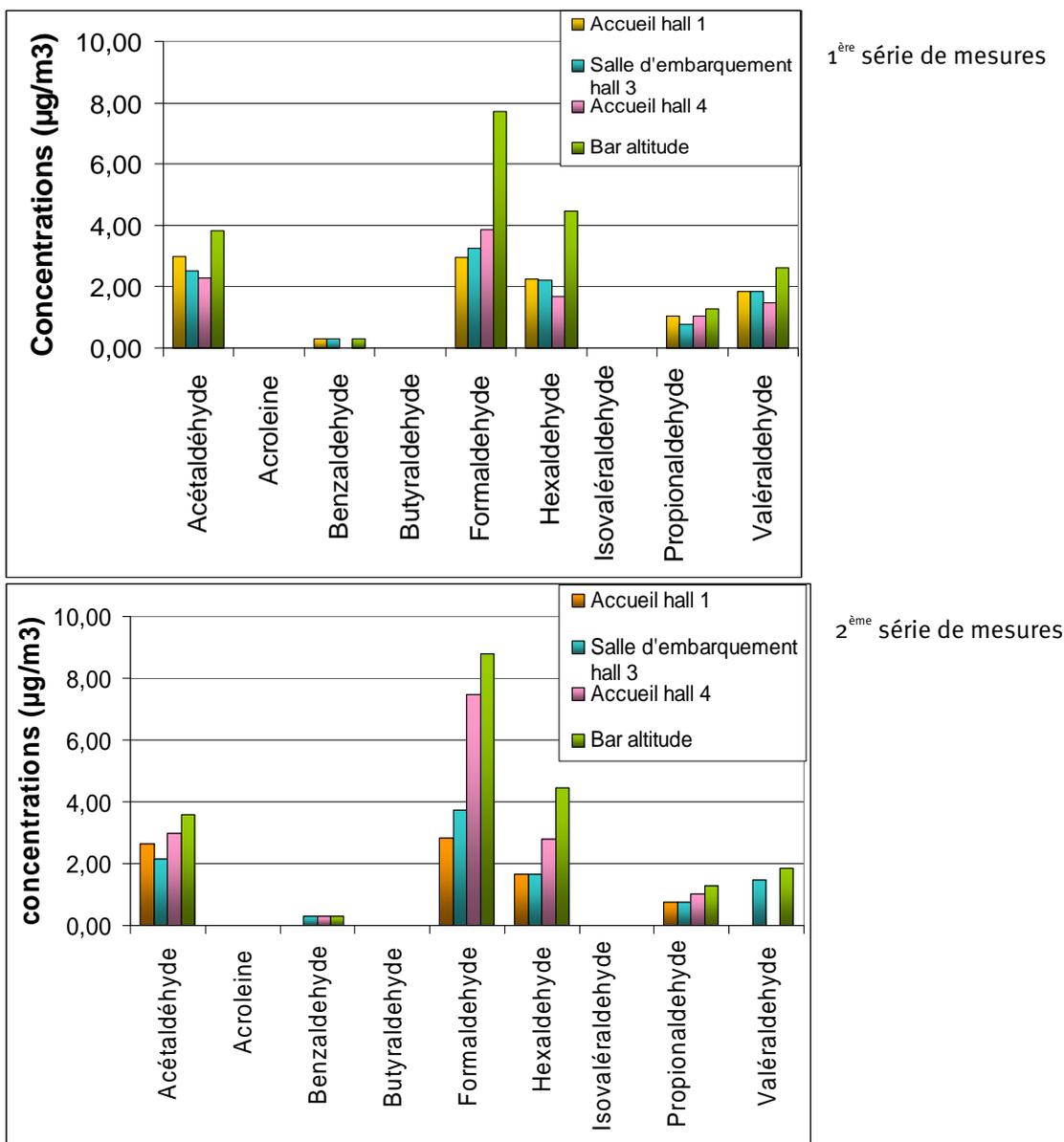


Figure 55 : concentrations en aldéhydes mesurées en air intérieur durant la campagne de mesures

Il apparaît que la zone réservée à l'embarquement, au niveau du bar, concentre le plus les aldéhydes. L'accès à cette zone est réservé aux passagers prêts à l'embarquement. C'est un espace plus confiné que les autres sites, où le renouvellement d'air est moindre par rapport aux autres sites investigués. Au sein de cet espace sont répertoriés un bar, un restaurant ainsi que des boutiques et espaces presse qui présentent des sources d'émissions telles que les livres et les magazines neufs émetteurs d'hexaldéhyde ou encore de valéraldéhyde. De plus, le revêtement textile du sol (moquette) est susceptible d'émettre des aldéhydes.

Le formaldéhyde, l'acétaldéhyde et l'hexaldéhyde sont les trois composés retrouvés en plus grande concentration et ce sur 4 sites de l'aéroport. Les autres aldéhydes ont des concentrations moyennes inférieures à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

A l'exception du formaldéhyde, les niveaux moyens relevés durant la campagne de mesure dans l'aérogare sont demeurés assez homogènes dans l'accueil hall 1, la salle d'embarquement hall 3 et l'accueil hall 4.

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

Les aldéhydes ne font pas partie des polluants soumis à une réglementation. Il existe une valeur guide de qualité de l'air intérieur proposée par l'Afsset pour une exposition long terme. Cette valeur est fixée à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les concentrations de formaldéhyde enregistrées sur les 4 sites de l'aéroport sont inférieures à la valeur guide air intérieur de l'Afsset pour une exposition long terme. La concentration moyenne maximum atteinte est de $8,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

comparaison aux études passées

→ Etude CETE

Le CETE Nord Picardie a réalisé la mesure des aldéhydes à l'intérieur de l'aéroport par tubes passifs au niveau des halls d'embarquement 1 et 4.

Les halls 1 et 4 ont été investigués lors de notre étude par le biais des sites localisés au niveau des accueils.

Les aldéhydes mesurés par le CETE Nord Picardie sont le formaldéhyde, l'acétaldéhyde, le propionaldéhyde, le benzaldéhyde et l'hexaldéhyde.

L'étude du CETE Nord Picardie a montré que les disparités entre les deux sites étaient faibles.

Dans le cas de notre étude, cette observation est visible à l'exception du formaldéhyde dont les niveaux sont plus importants au niveau de l'accueil hall 4 ($5,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne à l'accueil hall 4 et $2,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne à l'accueil hall 1).

Pour les deux études, le benzaldéhyde est l'aldéhyde dont les niveaux sont les plus faibles avec des concentrations inférieures à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les niveaux en propionaldéhyde (1 à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$), hexaldéhyde ($2,5$ à $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et acétaldéhyde ($3,4$ à $4,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurés lors de la campagne du CETE Nord Picardie sont comparables à ceux mesurés lors de notre étude.

Concernant le formaldéhyde, l'accueil hall 1 a enregistré une concentration moyenne de $2,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durant notre campagne de mesure. Elle est proche des niveaux relevés dans le hall 1 d'embarquement, par le CETE, qui ont été entre 3 et $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La concentration moyenne en formaldéhyde à l'accueil hall 4 a atteint $5,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Elle est plus élevée que celles relevées dans le hall 4 d'embarquement, durant la campagne du CETE Nord Picardie, qui ont varié de $3,5$ à $4,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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

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

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

Tableau 26 : concentrations en aldéhydes mesurées en air intérieur d'études passées

Il apparaît que les concentrations moyennes relevées dans l'aérogare de Nantes-Atlantique sont inférieures aux concentrations mesurées dans les logements. Les logements sont en effet des espaces moins importants en volume et plus confinés dont le renouvellement d'air est moindre.

Par rapport aux études réalisées dans les écoles, les niveaux mesurés lors de notre campagne de mesures sont inférieurs notamment pour le formaldéhyde.

Enfin, par rapport aux mesures réalisées au sein de l'aérogare de l'aéroport de Bordeaux, les concentrations se situent dans les mêmes gammes. Par ailleurs, l'aérogare de Bordeaux présente des maxima plus importants en formaldéhyde et hexaldéhyde.

les BTEX résultats 2009

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

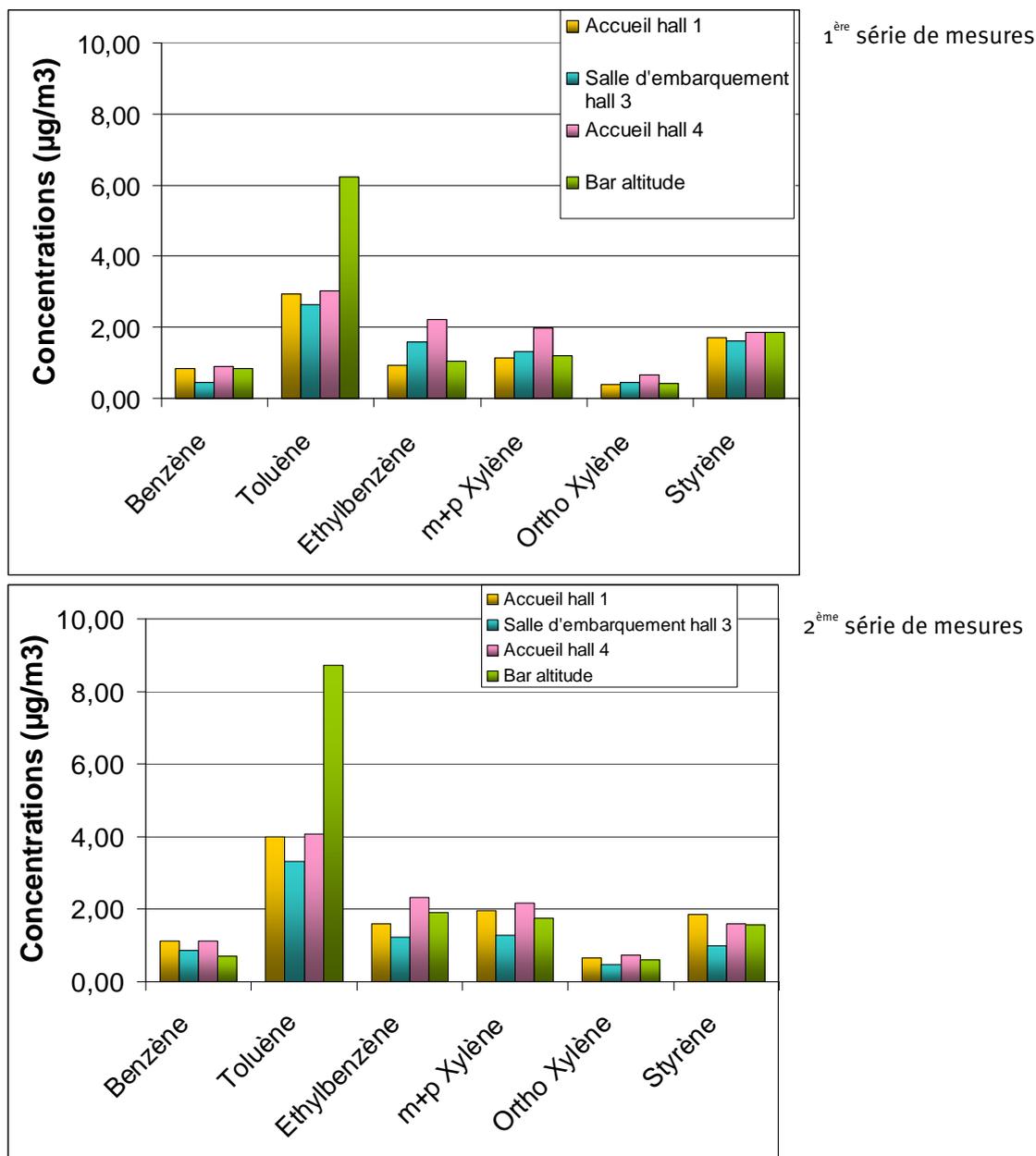


Figure 56 : Concentrations en BTEX mesurées en air intérieur durant la campagne de mesures

A l'exception du toluène, les concentrations relevées sur les 4 sites sont assez homogènes. Le toluène est le composé retrouvé en plus grande concentration et ce sur les 4 sites de l'aérogare avec des concentrations moyennes entre 2,6 et 7,5 µg/m³.

Comme ceci a été observé pour les aldéhydes, il apparaît que la zone réservée à l'embarquement, au niveau du bar, concentre le plus le toluène. Ce site est un espace confiné donc le renouvellement d'air y est moins important. Par ailleurs, le revêtement de sol (moquette) ainsi que l'espace presse sont susceptibles d'émettre ce type de polluant.

Le benzène, l'éthylbenzène, les xylènes et le styrène ont des concentrations moyennes inférieures à 2 µg/m³.

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

	Benzène	Toluène	Ethylbenzène	M+p xylène	o-xylène	styrène
Air intérieur	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)
Air extérieur (sites au sein de la plate-forme aéroportuaire)	0,9 (0,4-1,5)	1,6 (0,8-2,7)	0,8 (0,5-1,1)	1,2 (0,7-1,8)	0,5 (0,3-1,0)	0,7 (0,2-2,0)
Air extérieur (sites de fond)	0,9 (0,5-1,4)	1,7 (1,0-3,0)	0,9 (0,4-2,0)	1,3 (0,7-2,1)	0,5 (0,3-0,6)	0,7 (0,2-1,4)

Tableau 27 : concentrations moyennes en BTEX durant la campagne de mesure

Les teneurs en benzène et xylènes à l'intérieur de l'aérogare sont comparables aux niveaux extérieurs, ceci suggère une contribution de l'apport extérieur dans l'aérogare.

Les concentrations moyennes mesurées en toluène, éthylbenzène et styrène dans l'aérogare apparaissent supérieures à celles mesurées à l'extérieur (facteur 2,5 pour le toluène).

Ces résultats suggèrent que ces trois polluants ont une source d'origine interne à l'aérogare.

comparaison à la valeur guide air intérieur

Afin de protéger la population contre les effets hématologiques non cancérogènes, l'Afsset a proposé, pour le benzène, une valeur guide de qualité de l'air de 10 µg/m³ pour une exposition long terme.

Les valeurs moyennes de benzène enregistrées sur les 4 sites de l'aéroport sont en dessous de la valeur guide air intérieur pour une exposition à long terme, la concentration maximale atteinte étant de 1,1 µg/m³.

comparaison aux études passées

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

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

Tableau 28 : concentrations en BTEX mesurées en air intérieur d'études passées

A l'exception du styrène, il apparaît que les concentrations moyennes relevées dans l'aérogare de Nantes-Atlantique sont inférieures aux concentrations mesurées dans les logements. [15]

Par rapport aux études réalisées dans les écoles, la concentration moyenne en éthylbenzène mesurée lors de notre campagne de mesure est plus élevée. Les concentrations moyennes des autres composés sont inférieures ou proches.

Les mesures réalisées dans l'aérogare de Toulouse présentent des concentrations en toluène et xylènes plus importantes que les concentrations moyennes relevées dans les aérogares de Nantes-Atlantique et de Bordeaux. Les concentrations en éthylbenzène et styrène sont un peu plus élevées dans l'aérogare de Nantes-Atlantique par rapport à l'aérogare de Bordeaux. Concernant les autres composés, les concentrations sont relativement proches.

conclusions et perspectives

Dans le cadre de sa démarche environnementale, la Chambre de Commerce et de l'Industrie de Nantes (CCIN) a souhaité obtenir des informations complémentaires sur la qualité de l'air en période estivale au niveau et aux abords de la plate-forme aéroportuaire.

Suite à un appel d'offre, Air Pays de la Loire a été retenu pour mettre en place cette étude qui a été réalisée du 4 septembre au 8 octobre 2009. Elle avait pour but de répondre à trois objectifs :

- l'évaluation de la qualité de l'air dans l'environnement de la plate-forme aéroportuaire ;
- la caractérisation de la répartition spatiale de la pollution ;
- l'évaluation de la qualité de l'air intérieur au sein de l'aérogare.

mesure en air extérieur

Les concentrations mesurées en continu pour les différents polluants (dioxyde d'azote, poussières fines, dioxyde de soufre monoxyde de carbone et ozone) par le laboratoire mobile situé entre la plate-forme et le périphérique sont proches des niveaux enregistrés d'autres stations urbaines et périurbaines (centre de Nantes Rezé et Bouaye) de l'agglomération nantaise. L'étude d'impact montre que les émissions de l'aéroport n'ont pas d'impact détectable sur les teneurs atmosphériques en dioxyde d'azote, poussières fines PM₁₀, dioxyde de soufre et ozone mesurées à proximité. Les vents observés durant la campagne ont porté la pollution de l'agglomération et du périphérique vers l'aéroport.

Durant la campagne de mesure, à l'exception de l'objectif de qualité pour l'ozone, mais ceci n'est pas spécifique à la zone aéroportuaire, les seuils réglementaires ont été respectés à la fois sur les sites de fond et sur les sites situés au sein de la plate-forme aéroportuaire. Cette comparaison est donnée à titre indicatif, la durée de la campagne ne permettant pas de faire une évaluation stricte des concentrations par rapport aux seuils annuels.

Au sein de la plate-forme, les concentrations en dioxyde d'azote les plus élevées ont été mesurées au niveau de l'aérogare (zones de stationnement avions et parking voitures).

Dans les communes environnantes, la pollution au dioxyde d'azote est significativement plus faible, ce qui suggère un impact des activités de l'aéroport restreint à la plate-forme.

Concernant le benzène, les niveaux sont plus homogènes avec les communes environnantes.

mesure en air intérieur

Les niveaux enregistrés en dioxyde d'azote en air intérieur sont plus importants par rapport à l'air extérieur. Ceci suggère qu'il y a un transfert de la pollution extérieure vers l'intérieur provoquant une élévation des niveaux. La campagne hivernale 2010 devrait permettre d'apporter des éléments d'information et de comparaisons complémentaires.

La zone d'embarquement a concentré le plus les aldéhydes et les BTEX. Ce site est un espace confiné donc le renouvellement d'air y est moins important. Par ailleurs, des sources spécifiques à cette zone peuvent être à l'origine de cette situation : composés du revêtement de sol (moquette), livres et magazines neufs (émetteurs d'hexaldéhyde ou encore de valéraldéhyde).

Les concentrations moyennes en formaldéhyde sont plus faibles que celles relevées dans d'autres environnements (logements, écoles), respectent la valeur guide long terme et sont comparables à d'autres aérogares.

En ce qui concerne le benzène, les niveaux sont faibles et respectent largement la valeur guide.

Les niveaux en BTEX restent globalement inférieurs aux concentrations mesurées dans les logements. [15]

perspectives

Air Pays de la Loire devrait procéder, à la demande de la CCI de Nantes Atlantique et selon des modalités identiques à la présente étude à une campagne en période hivernale début 2010 notamment pour examiner l'évolution saisonnière de la pollution, des conditions atmosphériques différentes (vents, températures et plus généralement conditions de dispersion atmosphérique différentes) et les comparer aux présents résultats estivaux.

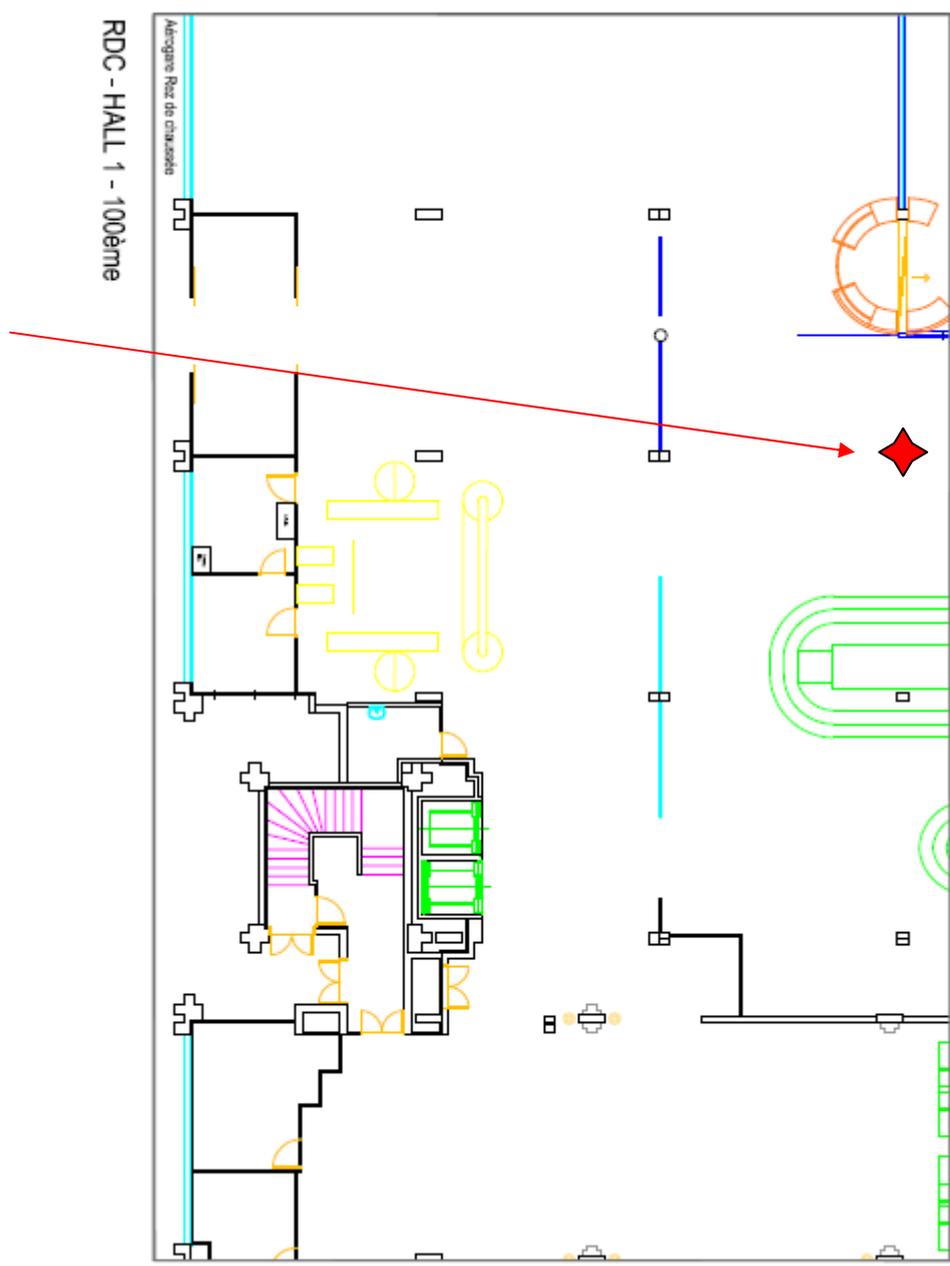
La prochaine campagne permettra également d'apporter d'autres éléments d'informations au sujet de la qualité de l'air intérieur de l'aérogare.

annexes

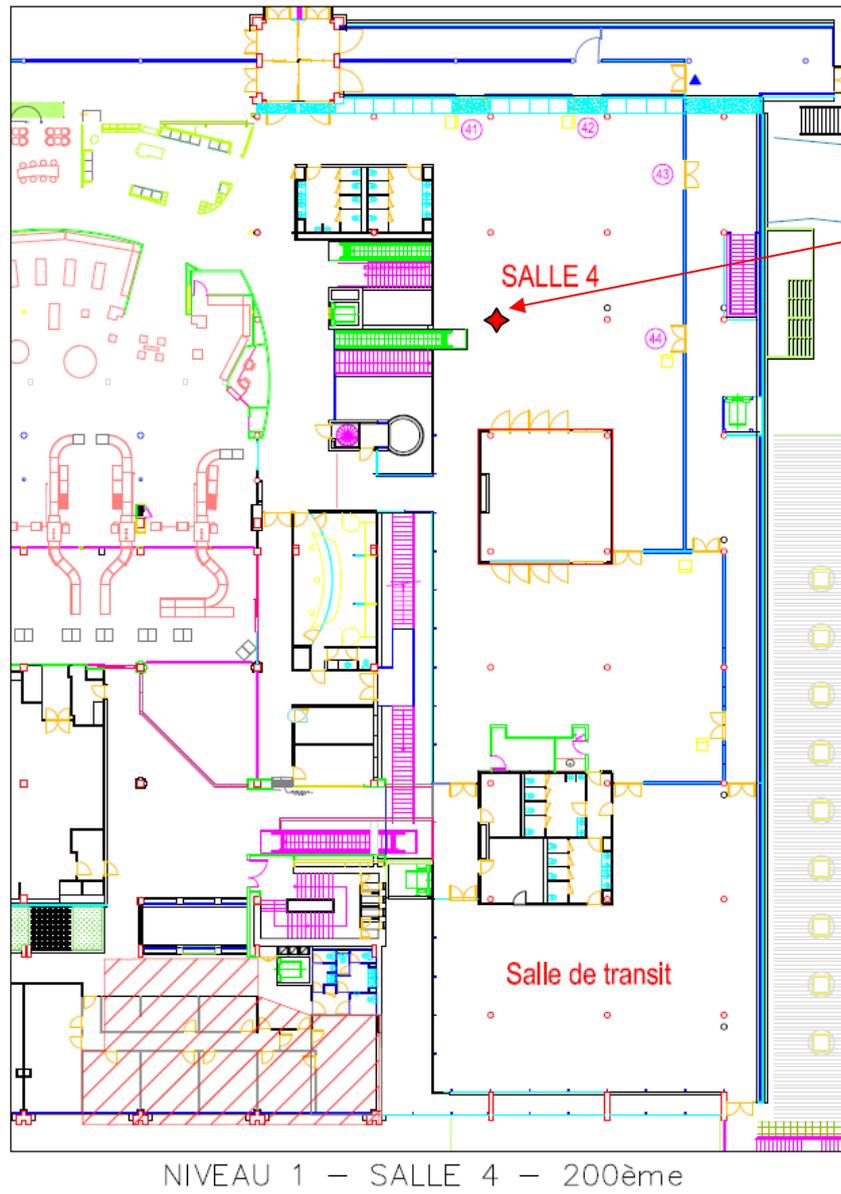
- annexe 1 : localisation des sites de mesure en air intérieur
- annexe 2 : résultats des mesures par tubes passifs
- annexe 3 : Air Pays de la Loire
- annexe 4 : techniques d'évaluation
- annexe 5 : types des sites de mesure
- annexe 6 : polluants
- annexe 7 : seuils de qualité de l'air 2009

annexe 1 : localisation des sites de mesure en air intérieur

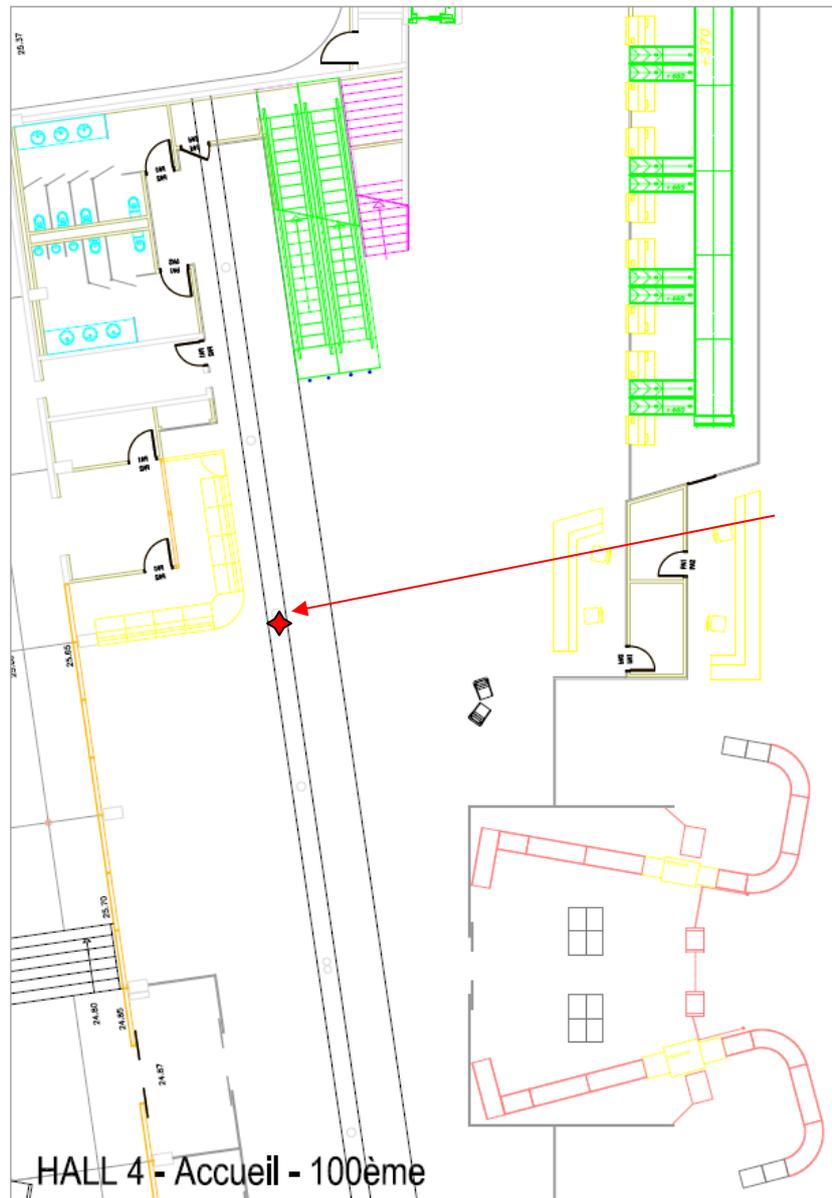
La localisation des sites de mesure est indiquée à l'aide du symbole rouge.



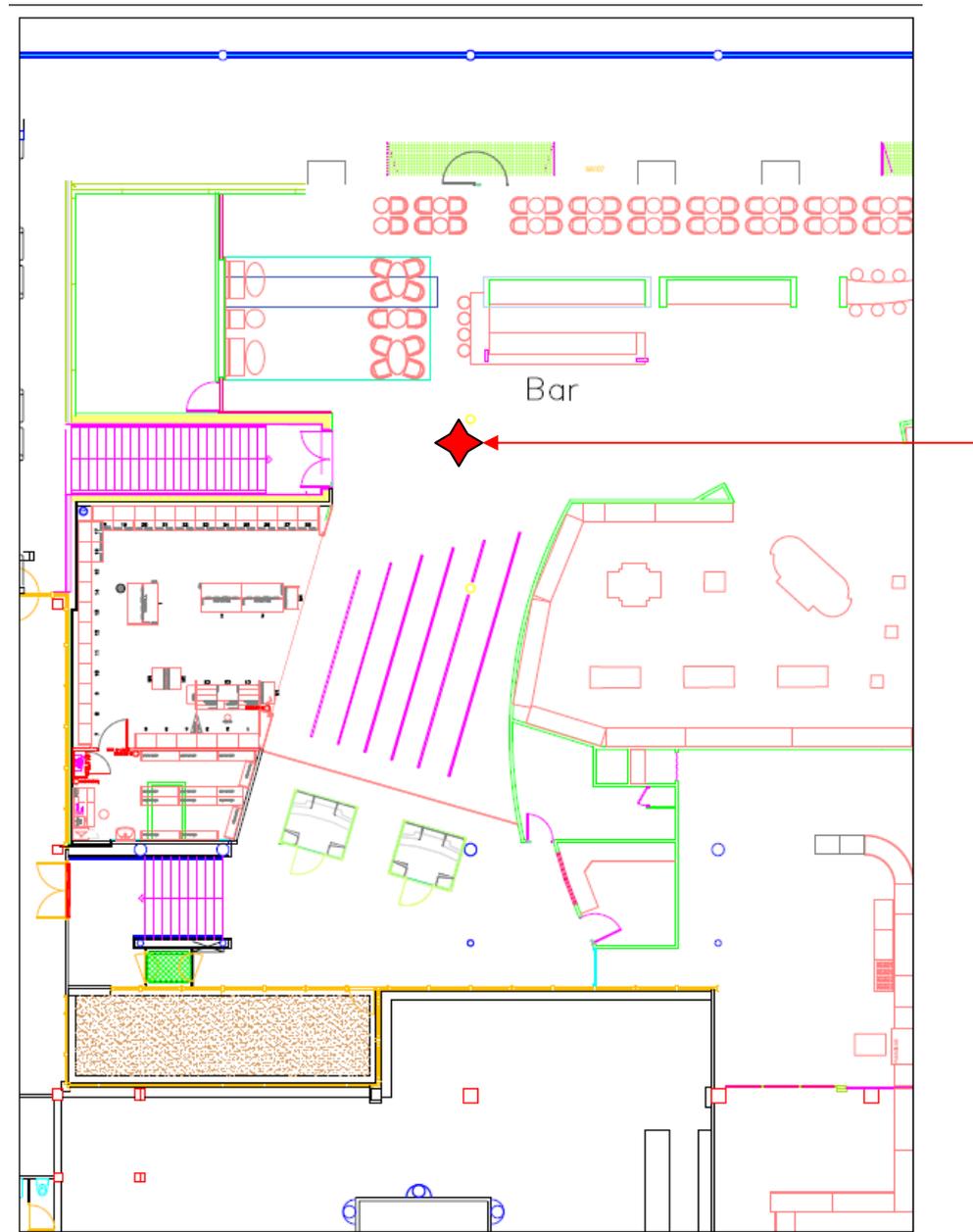
Localisation de l'accueil hall 1



Localisation de la salle d'embarquement hall 3



Localisation de l'accueil hall 4



NIVEAU 1 – BAR/PAF – 100ème

Localisation du bar altitude

annexe 2 : résultats des mesures par tubes à diffusion passive

dioxyde d'azote

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

N° Site	Date début	Date fin	NO2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
A	08/09/2009	15/09/2009	17,28
B	08/09/2009	15/09/2009	30,68
C	08/09/2009	15/09/2009	32,63
D	08/09/2009	15/09/2009	28,78
1	08/09/2009	22/09/2009	22,43
2	08/09/2009	22/09/2009	21,42
3	08/09/2009	22/09/2009	18,28
4	08/09/2009	22/09/2009	21,32
5	08/09/2009	22/09/2009	9,14
6	08/09/2009	22/09/2009	11,17
7	08/09/2009	22/09/2009	22,34
9	08/09/2009	22/09/2009	23,33
10	08/09/2009	22/09/2009	17,34
15	08/09/2009	22/09/2009	22,27
12	08/09/2009	22/09/2009	16,20
13	08/09/2009	22/09/2009	33,42
14	08/09/2009	22/09/2009	21,25
11	08/09/2009	22/09/2009	23,29
16	08/09/2009	22/09/2009	28,42
A	15/09/2009	22/09/2009	47,70
B	15/09/2009	22/09/2009	40,07
C	15/09/2009	22/09/2009	57,24
D	15/09/2009	22/09/2009	47,70
1	22/09/2009	06/10/2009	15,70
2	22/09/2009	06/10/2009	10,47
3	22/09/2009	06/10/2009	11,56
4	22/09/2009	06/10/2009	12,53
5	22/09/2009	06/10/2009	10,45
6	22/09/2009	06/10/2009	14,65
7	22/09/2009	06/10/2009	15,71
8	22/09/2009	06/10/2009	22,01
9	22/09/2009	06/10/2009	19,96
10	22/09/2009	06/10/2009	19,69
15	22/09/2009	06/10/2009	22,99
12	22/09/2009	06/10/2009	18,80
13	22/09/2009	06/10/2009	46,00
14	22/09/2009	06/10/2009	38,65
11	22/09/2009	06/10/2009	13,58
16	22/09/2009	06/10/2009	28,25

BTEX

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

N° Site	Date début	Date fin	Benzène	Toluène	Ethylbenzène	m+p Xylène	Ortho Xylène
A	08/09/2009	15/09/2009	0,84	2,92	0,94	1,15	0,39
B	08/09/2009	15/09/2009	0,46	2,63	1,58	1,33	0,44
C	08/09/2009	15/09/2009	0,68	1,98	2,07	1,77	0,59
D	08/09/2009	15/09/2009	0,84	6,23	1,04	1,20	0,41
1	08/09/2009	22/09/2009	0,60	1,20	1,18	1,26	0,47
2	08/09/2009	22/09/2009	0,75	1,30	0,80	1,34	0,47
3	08/09/2009	22/09/2009	0,59	1,19	0,91	0,93	0,37
4	08/09/2009	22/09/2009	0,56	1,13	0,56	0,71	0,33
5	08/09/2009	22/09/2009	0,59	0,95	0,76	0,77	0,31
6	08/09/2009	22/09/2009	0,55	1,00	0,74	0,98	0,33
7	08/09/2009	22/09/2009	0,73	1,17	0,80	0,93	0,40
9	08/09/2009	22/09/2009	0,46	0,96	0,41	0,96	0,34
10	08/09/2009	22/09/2009	0,60	0,99	0,71	0,81	0,32
15	08/09/2009	22/09/2009	0,67	0,85	0,51	0,70	0,26
12	08/09/2009	22/09/2009	0,43	1,29	0,75	0,97	0,40
13	08/09/2009	22/09/2009	0,58	1,27	0,60	0,93	0,36
14	08/09/2009	22/09/2009	0,51	1,49	0,87	0,96	0,39
11	08/09/2009	22/09/2009	0,55	1,06	0,86	0,87	0,37
16	08/09/2009	22/09/2009	0,75	0,75	0,95	1,01	1,01
A	15/09/2009	22/09/2009	1,12	3,99	1,60	1,96	0,65
B	15/09/2009	22/09/2009	0,85	3,31	1,22	1,27	0,46
C	15/09/2009	22/09/2009	1,12	4,08	2,33	2,18	0,74
D	15/09/2009	22/09/2009	0,71	8,72	1,92	1,74	0,59
1	22/09/2009	06/10/2009	1,03	1,75	0,75	1,30	0,43
2	22/09/2009	06/10/2009	1,05	2,05	0,97	2,10	0,63
3	22/09/2009	06/10/2009	1,41	2,04	0,74	1,54	0,50
4	22/09/2009	06/10/2009	0,71	2,11	0,71	1,18	0,42
5	22/09/2009	06/10/2009	1,42	2,98	1,97	1,92	0,63
6	22/09/2009	06/10/2009	1,05	2,31	0,94	1,72	0,59
7	22/09/2009	06/10/2009	1,27	2,63	1,15	1,59	0,57
8	22/09/2009	06/10/2009	1,35	1,86	0,55	1,04	0,36
9	22/09/2009	06/10/2009	0,84	1,70	0,65	0,99	0,36
10	22/09/2009	06/10/2009	1,28	2,25	0,71	1,27	0,44
15	22/09/2009	06/10/2009	1,23	1,28	0,50	0,91	0,31
12	22/09/2009	06/10/2009	0,88	2,68	1,01	1,83	0,62
13	22/09/2009	06/10/2009	1,53	1,93	0,69	1,39	0,46
14	22/09/2009	06/10/2009	1,05	2,61	1,14	1,72	0,58
11	22/09/2009	06/10/2009	0,88	1,68	1,05	1,29	0,51
16	22/09/2009	06/10/2009	1,10	2,60	0,78	1,70	0,56

Aldéhydes

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

Site	Date début	Date fin	Acéaldéhyde	Acroleine	Benzaldehyde	Butyraldehyde	Formaldehyde
A	08/09/2009	15/09/2009	2,99	0,00	0,30	0,00	2,94
B	08/09/2009	15/09/2009	2,51	0,00	0,30	0,00	3,24
C	08/09/2009	15/09/2009	2,27	0,00	0,00	0,00	3,85
D	08/09/2009	15/09/2009	3,82	0,00	0,30	0,00	7,70
A	15/09/2009	22/09/2009	2,61	0,00	0,00	0,00	2,82
B	15/09/2009	22/09/2009	2,14	0,00	0,30	0,00	3,73
C	15/09/2009	22/09/2009	2,97	0,00	0,30	0,00	7,46
D	15/09/2009	22/09/2009	3,56	0,00	0,30	0,00	8,77

Site	Date début	Date fin	Hexaldehyde	Isovaléraldehyde	Propionaldehyde	Valéraldehyde
A	08/09/2009	15/09/2009	2,23	0,00	1,03	1,86
B	08/09/2009	15/09/2009	2,23	0,00	0,77	1,86
C	08/09/2009	15/09/2009	1,67	0,00	1,03	1,49
D	08/09/2009	15/09/2009	4,46	0,00	1,29	2,60
A	15/09/2009	22/09/2009	1,66	0,00	0,77	0,00
B	15/09/2009	22/09/2009	1,66	0,00	0,77	1,48
C	15/09/2009	22/09/2009	2,77	0,00	1,02	0,00
D	15/09/2009	22/09/2009	4,43	0,00	1,28	1,85

annexe 3 : Air Pays de la Loire

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

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

surveiller pour savoir et comprendre



l'air de la région sous haute surveillance

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

mesurer où et quand c'est nécessaire

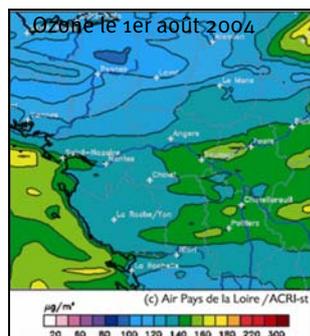
Air Pays de la Loire s'est doté de systèmes mobiles de mesure (laboratoires mobiles, préleveurs...). Ces appareils permettent d'établir un diagnostic complet de la qualité de l'air dans des secteurs non couverts par le réseau permanent. Des campagnes de mesure temporaires et ciblées sont ainsi menées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

la fiabilité des mesures garantie

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

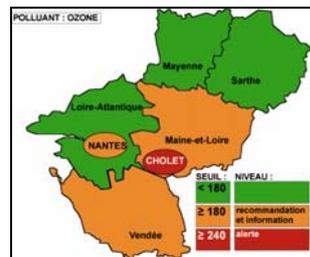
simuler et cartographier la pollution

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



prévoir la qualité de l'air

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



informer pour prévenir



pics de pollution : une vigilance permanente

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

sur Internet : tous les résultats, tous les dossiers

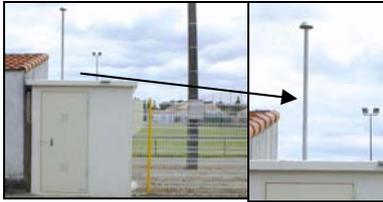
Le site Internet www.airpl.org donne accès à de très nombreuses informations sur la qualité de l'air des Pays de la Loire. Elles sont actualisées toutes les heures. On y trouve les cartes de pollution et de vigilance, les communiqués d'alerte, les indices de la qualité de l'air (Atmo, IQA), les mesures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

des publications largement diffusées

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

annexe 4 : techniques d'évaluation

mesures



les sites fixes

C'est le principal moyen de surveillance : il existe une cinquantaine de sites fixes dans les Pays de la Loire. Ils surveillent en continu la qualité de l'air des principales agglomérations de la région, des zones industrielles de Basse-Loire, et également dans un secteur rural dans l'est de la Vendée. Fonctionnant 24 heures sur 24, ils sont équipés d'analyseurs spécifiques des principaux indicateurs de pollution atmosphérique : dioxyde de soufre, oxydes d'azote, ozone, particules 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

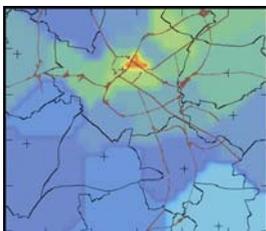
La région des Pays de la Loire est dotée de deux laboratoires mobiles de surveillance de la qualité de l'air. Ces systèmes, équipés d'analyseurs spécifiques (NO_x, SO₂, O₃, PM10, CO) comme les sites fixes, permettent d'établir un diagnostic de la qualité de l'air dans des secteurs non couverts par le 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 : polluants

l'ozone (O₃)

C'est le polluant secondaire majeur qui se forme par l'action des ultraviolets du soleil sur les polluants primaires, directement émis par les sources, que sont les oxydes d'azote, les composés organiques volatils et le monoxyde de carbone. C'est un polluant chimique présent au niveau du sol : on parle d'ozone troposphérique que l'on distingue de l'ozone stratosphérique, observé à une vingtaine de kilomètres d'altitude et qui forme la couche d'ozone.

les oxydes d'azote (NOx)

Les NOx comprennent essentiellement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Ils résultent de la combinaison de l'azote et de l'oxygène de l'air 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 (59 %) en est la source principale. Ils participent à la formation des retombées acides. Sous l'action de la lumière, ils contribuent à la formation d'ozone au niveau du sol (ozone troposphérique).

les particules (ou poussières)

Les particules ou poussières constituent en partie la fraction la plus visible de la pollution atmosphérique (fumées). Elles ont pour origine les différentes combustions, le trafic routier et les industries. Elles sont de nature très diverses et peuvent véhiculer d'autres polluants comme des métaux lourds ou des hydrocarbures. De diamètre inférieur à 10 µm (PM₁₀), elles restent plutôt en suspension dans l'air. Supérieures à 10 µm, elles se déposent, plus ou moins vite, au voisinage de leurs sources d'émission. Les particules plus fines, appelées PM_{2,5} (diamètre inférieur à 2,5 µm) pénètrent plus profondément dans les poumons. Celles-ci peuvent rester en suspension pendant des jours, voire pendant plusieurs semaines et parcourir de longues distances.

les composés organiques volatils (COV)

Ils englobent des composés organiques gazeux que l'on rencontre dans l'atmosphère, dont les principaux sont des hydrocarbures.

Les trois sources principales sont le trafic routier (39 %), l'utilisation industrielle ou domestique de peinture, vernis, colle, etc, dont les solvants s'évaporent au cours du séchage, et l'évaporation à partir du stockage d'hydrocarbures. Avec les oxydes d'azote et le monoxyde de carbone, ils contribuent à la formation d'ozone troposphérique.

Les BTEX (appellation regroupant le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes) sont des hydrocarbures monocycliques (HAM) constitués d'un seul cycle benzénique. Les BTEX entrent dans la composition des carburants des réservoirs ou des stations services.

le monoxyde de carbone (CO)

Ce gaz provient des combustions incomplètes. Il est émis en grande partie (59 %) par le trafic routier. Le chauffage urbain, collectif ou individuel, vient en deuxième position avec 21 % des émissions. Dans l'atmosphère, il se combine en partie et à moyen terme avec l'oxygène pour former du dioxyde de carbone (CO₂). On le rencontre essentiellement au niveau du sol à proximité des sources d'émission. Il participe avec les oxydes d'azote et les composés organiques volatils, à la formation d'ozone troposphérique.

le dioxyde de soufre (SO₂)

C'est le principal composant de la pollution « acide ». Malgré une diminution de 60 % en France entre 1980 et 1990, du essentiellement à la réduction de la production électrique par les centrales thermiques, le SO₂ provient à plus de 85 % de l'utilisation des combustibles contenant du soufre (fuel et charbon).

annexe 7 : seuils de qualité de l'air 2009

TYPE DE SEUIL (µg/m ³)	ANNÉE DE BASE	POLLUANT												
		Ozone décrets 2002-213 du 15/02/02, 2003- 1085 du 12/11/03 et 2007-1479 du 12/10/07 et 2008-1152 du 07/11/08 dir. 2008/50/CE du 21/05/08	Dioxyde d'azote décret 2002- 213 du 15/02/02	Oxydes d'azote décret 2002- 213 du 15/02/02	Poussières (PM10) décret 2002- 213 du 15/02/02, circulaire du 12/10/07	Poussières (PM2.5) dir. 2008/50/CE du 21/05/08	Plomb décret 2002-213 du 15/02/02 et 2007-1479 du 12/10/07	Benzène décret 2002- 213 du 15/02/02	Monoxyde de carbone décret 2002- 213 du 15/02/02	Dioxyde de soufre décret 2002-213 du 15/02/02	Arsenic	Cad- mium	Nickel	Benzo(a) pyrène
valeurs limites	moyenne annuelle	-	42 ⁽¹⁾	30 ⁽²⁾	40	30 ⁽⁷⁾	0,5	6 ⁽³⁾	-	20 ⁽⁴⁾	-	-	-	-
	moyenne hivernale	-	-	-	-	-	-	-	-	20 ⁽⁴⁾	-	-	-	-
	moyenne journalière	-	-	-	50 ⁽⁵⁾	-	-	-	-	125 ⁽⁶⁾	-	-	-	-
	moyenne horaire maximale au jour	-	-	-	-	-	-	-	10 000	-	-	-	-	-
	moyenne horaire	-	200 ⁽⁷⁾ 210 ⁽⁸⁾	-	-	-	-	-	-	350 ⁽⁹⁾	-	-	-	-
seuils d'alerte	moyenne horaire	1 ^{er} seuil : 240 ⁽¹⁰⁾ 2 ^e seuil : 300 ⁽¹⁰⁾ 3 ^e seuil : 360	400 200 ⁽¹¹⁾	-	-	-	-	-	-	500 ⁽¹⁰⁾	-	-	-	-
	moyenne 4-horaire	-	-	-	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-
seuils de recommandation et d'information	moyenne horaire	180	200	-	-	-	-	-	-	300	-	-	-	-
	moyenne 4-horaire	-	-	-	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
objectifs de qualité	moyenne annuelle	-	40	-	30	-	0,25	2	-	50	-	-	-	-
	moyenne journalière	65 ⁽¹²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne horaire maximale au jour	120 ⁽¹²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne horaire	200 ⁽¹²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	OT 40	6000 ⁽¹³⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
valeurs cibles	OT 40	18 000 ⁽¹⁴⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne annuelle	-	-	-	-	25 ⁽¹⁶⁾	-	-	-	-	0,006	0,005	0,02	0,001
	moyenne horaire maximale au jour	120 ⁽¹⁵⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- (1) valeur intégrant la marge de tolérance applicable en 2009 : 2 (valeur applicable à compter du 01/01/2010: 40)
 (2) pour la protection de la végétation - applicable seulement sur les sites ruraux et périurbains
 (3) valeur intégrant la marge de tolérance applicable en 2009 : 1 (valeur applicable à compter du 01/01/2010: 5)
 (4) pour la protection des écosystèmes - applicable seulement sur les sites ruraux
 (5) à ne pas dépasser plus de 35j par an (percentile 90,4 annuel)
 (6) à ne pas dépasser plus de 3j par an (percentile 99,2 annuel)
 (7) à ne pas dépasser plus de 175h par an (percentile 98 annuel) – valeur applicable jusqu'au 31/12/2009
 (8) à ne pas dépasser plus de 18h par an (percentile 99,8 annuel) – valeur intégrant la marge de tolérance applicable en 2009 : 10 (valeur applicable à compter du 01/01/2010: 200)

- (9) à ne pas dépasser plus de 24h par an (percentile 99,7 annuel)
 (10) à ne pas dépasser plus de 3h consécutives
 (11) si la procédure de recommandation et d'information a été déclenchée la veille et le jour même et que les prévisions font craindre un nouveau risque de déclenchement pour le lendemain
 (12) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, calculé sur une année civile
 (13) pour la protection de la végétation: calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet
 (14) en moyenne sur 5 ans à respecter au 1 janvier 2010
 (15) pour la protection de la santé humaine : à ne pas dépasser plus de 25 j par an en moyenne sur 3 ans à respecter au 1 janvier 2010
 (16) valeur applicable au 1 janvier 2010
 (17) valeur intégrant la marge de tolérance applicable en 2009 : 5 (valeur applicable à compter du 01/01/2010: 25)

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.

bibliographie

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

abréviations

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

définitions

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

précisions sur les calculs statistiques

Sauf indication contraire, les données de base utilisées dans les calculs statistiques sont bimensuelles pour les BTX, journalières pour les fumées noires et horaires pour les autres paramètres mesurés. Les calculs statistiques annuels sont validés seulement si au moins 75% des données sont valides sur l'année et s'il n'existe aucune période sans donnée de plus de 720 heures consécutives dans l'année. Pour le calcul de l'AOT₄₀, 90% de données valides sont exigées. Les mesures indicatives sont considérées comme représentatives si l'air est prélevé pendant au moins 14 % de l'année (sauf pour l'ozone : plus de 10 % sur l'été et les dépôts totaux en HAP : 33 % de l'année).

airpays de la loire

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

Tél + 33 (0)2 28 22 02 02

Fax + 33 (0)2 40 68 95 29

contact@airpl.org

