



niveaux de poussières dans l'environnement de YARA France

campagne de mesure octobre 2008
à janvier 2009



sommaire

synthèse	1
introduction	7
l'établissement YARA de Montoir-de-Bretagne	8
le dispositif mis en oeuvre	10
rappel des objectifs de la campagne de mesure	10
des mesures des poussières fines (PM ₁₀) à l'aide de TEOM –FDMS.....	10
mesure du nitrate et de l'ammonium à l'aide de tubes dénudeurs et de filtres imprégnés.....	13
les résultats	16
niveaux en poussières fines PM ₁₀ mesurées par analyseurs automatiques	17
évolution temporelle des niveaux de poussières fines dans l'environnement de YARA.....	20
origine des hausses de PM ₁₀ spécifiques à l'environnement de YARA	22
concentration en nitrate d'ammonium dans l'environnement de YARA	27
conclusions et perspectives	40
annexes	41
annexe 1 : conditions météorologiques durant la campagne de mesure.....	42
annexe 2 : validation des mesures de nitrate et d'ammonium particulaires	43
annexe 3 : Air Pays de la Loire	47
annexe 3 : techniques d'évaluation.....	48
annexe 4 : types des sites de mesure.....	49
annexe 5 : polluants	50
annexe 6 : seuils de qualité de l'air 2008.....	51
bibliographie	52
glossaire	53
abréviations	53

contributions

Coordination de l'étude - Rédaction : François Ducroz Exploitation statistique : François Ducroz , Mise en page : Bérangère Poussin, Exploitation du matériel de mesure : Arnaud Tricoire, Photographies : Arnaud Tricoire, Validation : Arnaud Rebours - Luc Lavrilleux.

conditions de diffusion

Air Pays de la Loire est l'organisme agréé pour assurer la surveillance de la qualité de l'air dans la région des pays de la Loire, au titre de l'article L. 221-3 du code de l'environnement, précisé par l'arrêté du 1^{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 tenons à remercier Monsieur Moignon pour avoir accepté d'accueillir notre laboratoire mobile et le capteur de nitrate d'ammonium dans son jardin.

synthèse

contexte et objectifs → une sollicitation de YARA France

La société YARA France s'est rapprochée d'Air Pays de la Loire afin d'évaluer les niveaux de poussières fines et les niveaux de nitrate d'ammonium particulaire dans l'environnement de son établissement situé à Montoir-de-Bretagne. Afin de répondre aux objectifs fixés (localisation et quantification des retombées des zones de retombées en poussières liées aux émissions de l'établissement, mesure des niveaux d'empoussièrement dans les zones habitées les plus proches de l'établissement et à proximité de l'établissement, évaluation des concentrations en nitrate d'ammonium), 2 approches complémentaires ont été proposées et acceptées par YARA France :

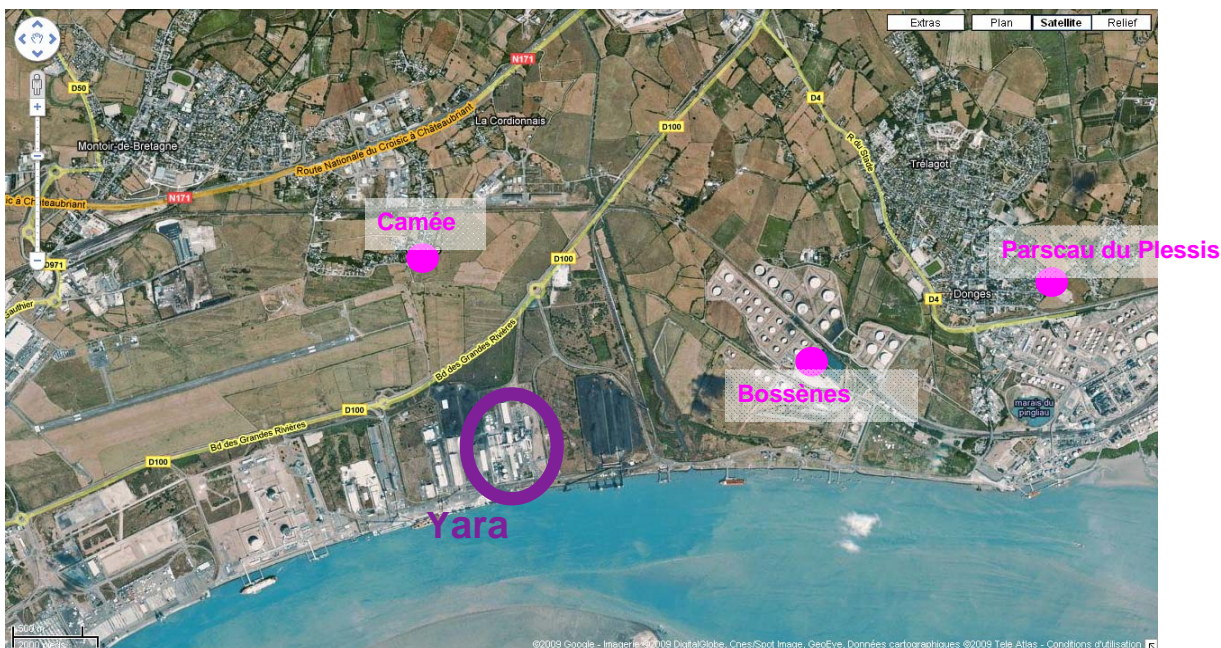
- une approche par modélisation des retombées de poussières ;
- une approche par une campagne de mesure.

Ce document présente les résultats de la campagne de mesure qui s'est déroulée dans l'environnement de YARA du 21 octobre 2008 au 22 janvier 2009.

moyens → des mesures de PM₁₀ complétées par des mesures de nitrate et d'ammonium particulières

des mesures automatiques de PM₁₀ à l'aide de TEOM-FDMS

Des mesures automatiques en particules fines (PM₁₀) à l'aide de TEOM FDMS (technique équivalente à la méthode gravimétrique de référence de la norme CEN 12341) ont été réalisées du 17 octobre 2008 au 22 janvier 2009 sur 3 sites localisés dans l'environnement de YARA. Cette technique de mesure prend en compte la fraction volatile de l'aérosol.

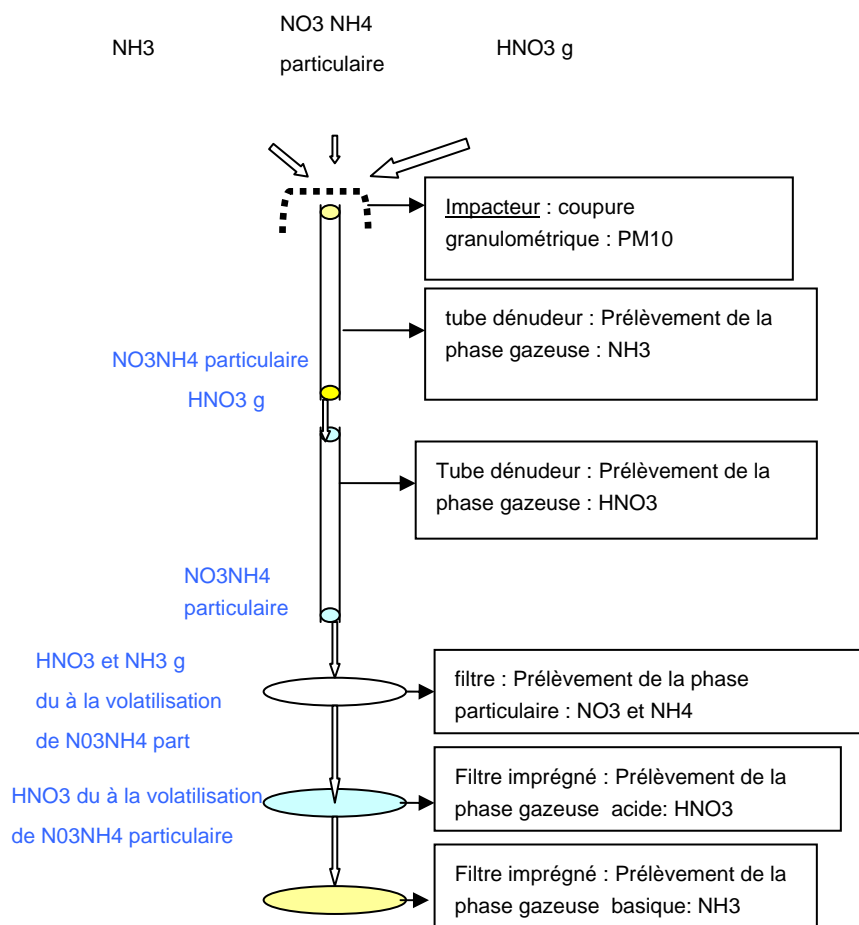


Localisation des sites de mesure des poussières PM₁₀ dans l'environnement de YARA

Ces mesures sont comparées à celles enregistrées sur les sites urbains du centre ville de Nantes et Angers.

des mesures manuelles de nitrate et d'ammonium particulaires

Après une série de tests qui ont permis de valider la technique de collecte et d'analyse, 10 séquences de mesures du nitrate et de l'ammonium particulaires ont été réalisées dans l'environnement de YARA à Bossènes et Camée et également, à titre de comparaison, sur le site urbain de Nantes. La technique de collecte repose sur le prélèvement préalable de l'ammoniac et de l'acide présent dans l'air suivi de la collecte de la fraction particulaire du nitrate et de l'ammonium particulaires puis de la phase gazeuse due à la re-volatilisation de la phase particulaire.



Cartouche chemcomb incluant dénudeurs et portes filtres permettant la mesure du nitrate et de l'ammonium particulaires

Principe de collecte du nitrate et de l'ammonium particulaires

Ces mesures ont été déclenchées lorsque les prévisions météorologiques prévoient des directions de vent qui localisaient les sites de Bossènes ou de Camée sous les vents de YARA.

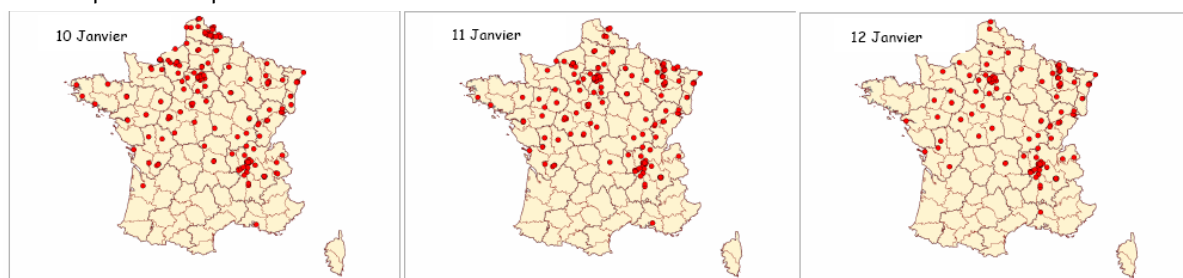
résultats 1 → une pollution moyenne en PM₁₀ conforme à la réglementation

Durant les 3 mois d'étude, la concentration moyenne en PM₁₀ à Bossènes et Camée est proche de celle enregistrée à Nantes et Angers.

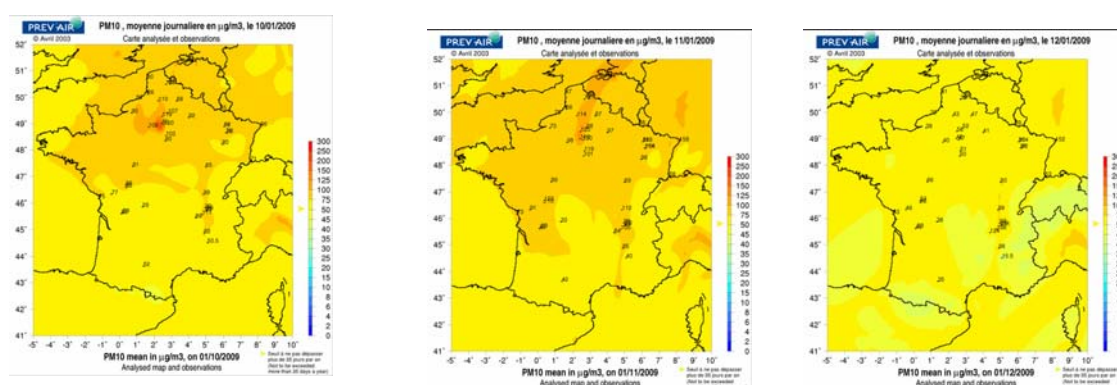
Sur l'année 2008, l'objectif de qualité et les valeurs limites ont été respectés à Angers, Nantes et Donges. On peut donc raisonnablement penser que les risques de dépassement des valeurs limites et de l'objectif de qualité à Camée et Bossènes demeurent faibles.

résultats 2 → un épisode de pollution particulaire généralisé sur la France début 2009

L'épisode de pollution de PM₁₀ survenue durant la première quinzaine de janvier 2009 dans les Pays de la Loire et plus généralement en France a également été détecté en Basse-Loire dans l'environnement de YARA. Lors de cet épisode, le seuil d'information et de recommandation a été dépassé à Nantes et Angers, également dans l'environnement de YARA et plus généralement sur une grande partie de la France. Les mesures réalisées durant la campagne intègrent donc l'impact de cet épisode de pollution.



Répartition spatiale et temporelle des dépassements du seuil 80 µg/m₃ du 1er au 14 janvier 2009 sur les sites des AASQA – source ADEME BASTER/ AASQA



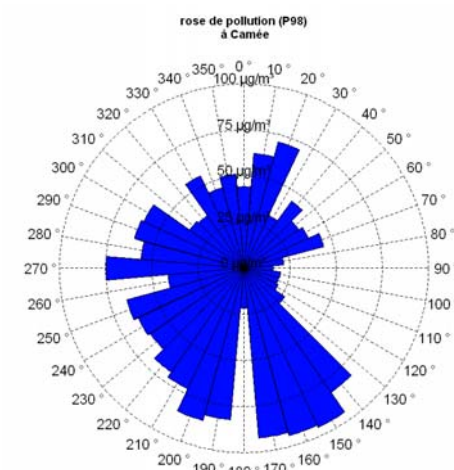
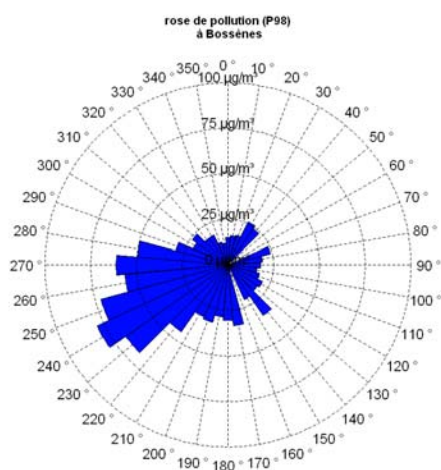
Moyennes journalières en PM₁₀ sur la France du 10 au 12 janvier – source Prévoir

résultats 3 → une influence des émissions de YARA sur les teneurs en PM10

Durant les 3 mois d'étude, une vingtaine de hausses de PM10 d'une durée de 3-4 heures en moyenne sont détectées spécifiquement dans l'environnement de YARA lorsque le site de mesure est sous les vents de l'établissement. Cette influence des émissions de YARA peut être estimée à un apport de PM10 d'une trentaine de $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur les sites les plus proches (Bossènes et Camée) et une quinzaine de $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur le site le plus éloigné de Parscau du Plessis.

Ces résultats sont en accord avec l'étude de modélisation qui montre une influence des émissions de YARA sensiblement équivalente à Bossènes et Camée et une influence deux fois moindre sur le site de Parscau du Plessis.

Ces élévations de poussières sont souvent accompagnées d'élévations synchrones de NO2 suggérant une influence des émissions de NOx de YARA sur les teneurs mesurées à proximité.



Rose de pollution des niveaux de pointe (Percentile 98) à Bossènes indiquant des niveaux de PM10 plus élevés par vents de Sud Ouest lorsque le site est sous les vents de YARA

Rose de pollution des niveaux de pointe (Percentile 98) à Camée indiquant des niveaux de PM10 plus élevés par vents de Sud Est lorsque le site est sous les vents de YARA

NB : Le percentile 98 (P98) correspond à la valeur pour laquelle 98% des concentrations mesurées sont inférieures et donc 2 % sont supérieures.

résultats 4 → des teneurs en nitrate et ammonium particulières très variables

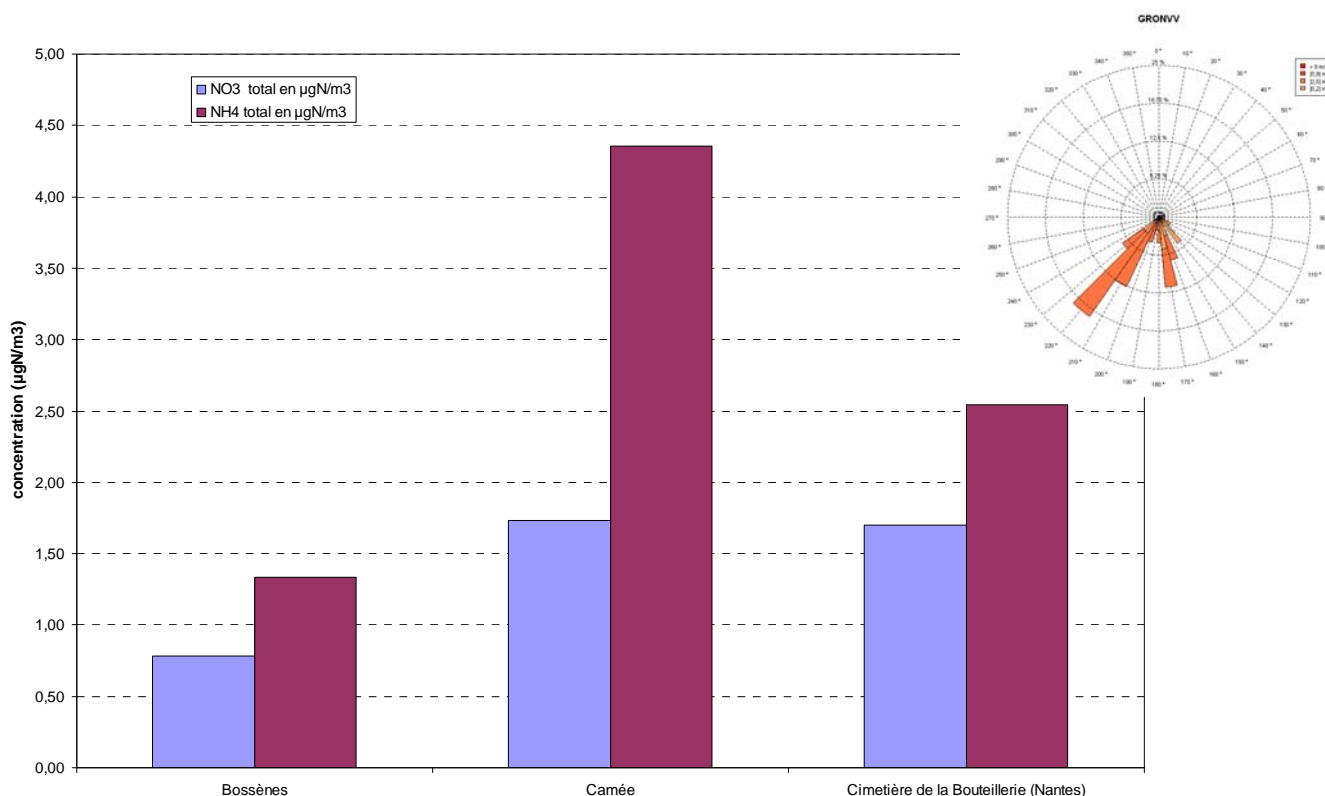
Dans l'environnement de YARA et à Nantes, les niveaux sont très variables d'un prélèvement à l'autre avec des teneurs minimales inférieures à $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tandis que les maxima atteignent plusieurs dizaines de $\mu\text{g}/\text{m}^3$, lors de l'épisode de janvier. Les teneurs moyennes dans l'environnement de YARA sont légèrement plus faibles que celles mesurées à Nantes et supérieures à celles mesurées sur les stations rurales MERA de la Tardière, Peyrusse Vieille et Revin.

résultats 5 → une évolution temporelle synchrone avec celle des PM₁₀

L'évolution temporelle des concentrations en nitrate et ammonium particulaires est cohérente avec celle des poussières fines, notamment lors du prélèvement du 10 au 12 janvier 2009 où les concentrations en nitrate et ammonium sont maximales et atteignent plusieurs dizaines de $\mu\text{gN}/\text{m}^3$ sur les 3 sites de mesure. Cette hausse est synchrone avec l'épisode de pollution particulaire généralisé survenu à ces dates sur l'ensemble de la France.

résultats 6 → une influence des émissions de YARA sur les teneurs en nitrate ammonium

L'étude croisée des mesures de nitrate et d'ammonium particulaires sur les 3 sites, des teneurs en poussières fines mesurées simultanément et des roses de vents a permis de mettre en évidence une influence limitée des émissions de YARA sur les teneurs en nitrate et ammonium particulaires à Bossènes et Camée. Cette influence est variable selon les prélèvements et se traduit par un apport maximal de quelques $\mu\text{gN}/\text{m}^3$.



Teneurs en nitrate et ammonium particulaires sur les 3 sites montrant des teneurs plus élevées sur le site de Camée localisé sous les vents de YARA - période du 27/11/08 au 28/11/08

conclusions et perspectives

La campagne de mesure dans l'environnement de YARA a mis en évidence une pollution moyenne en poussières fines sensiblement équivalente à celle enregistrée sur des sites urbains non influencés. L'objectif de qualité ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur un an) et les valeurs limites ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle et $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an) ont de fortes possibilités d'être respectés. L'épisode de pollution particulaire survenu la première quinzaine de janvier 2009 a également été visible dans l'environnement de YARA. Par ailleurs, des hausses de poussières fines ont été enregistrées sur les sites sous les vents de l'établissement suggérant une influence des émissions de YARA. Cette influence s'évalue à un apport de PM_{10} d'une trentaine de $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur les sites les plus proches (Bossènes et Camée) et une quinzaine de $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur le site plus éloigné de Parscau du Plessis. Ces résultats sont cohérents avec l'étude de modélisation.

Enfin, les mesures manuelles de nitrate et d'ammonium montrent une influence des émissions de YARA qui s'estime à quelques $\mu\text{gN}/\text{m}^3$. Cette influence est cohérente avec les résultats de l'étude de modélisation. Elle demeure bien inférieure à l'impact qu'a produit l'épisode particulaire généralisé de janvier.

Dans l'hypothèse d'une poursuite de l'évaluation des niveaux de poussières dans l'environnement de l'établissement, des campagnes périodiques de mesure ou un suivi annuel peuvent être envisagés. Ces études moins instrumentées se focaliseraient sur la mesure des poussières fines en zones habitées (site de Camée par exemple). Un suivi annuel permettrait de situer de façon stricte les niveaux de poussières fines par rapport à l'objectif de qualité et aux valeurs limites.

introduction

La société YARA France s'est rapprochée d'Air Pays de la Loire afin d'évaluer les niveaux de poussières fines et les niveaux de nitrate et d'ammonium particuliers dans l'environnement de son établissement situé à Montoir-de-Bretagne.

Dans ce cadre, une réunion de présentation préliminaire s'est tenue le 11 juillet 2007 dans les locaux de YARA France à Montoir-de-Bretagne.

4 objectifs principaux ont pu être déterminés :

1. Identifier les zones de retombées en poussières et quantifier les concentrations en poussières liées aux émissions spécifiques de l'établissement ;
2. Mesurer les niveaux d'empoussièrement (poussières fines) dans les zones habitées les plus proches de l'établissement ;
3. Mesurer les niveaux d'empoussièrement (poussières fines) à proximité de l'usine et estimer l'impact des rejets de l'établissement ;
4. Evaluer les concentrations en nitrate et ammonium dans l'environnement de l'établissement par comparaison à celles enregistrées en milieu urbain non influencé par l'usine.

Afin de répondre à ces objectifs, 2 approches complémentaires ont été proposées et acceptées par la société YARA France :

- une approche par modélisation des retombées de poussières ;
- une approche par campagne de mesure.

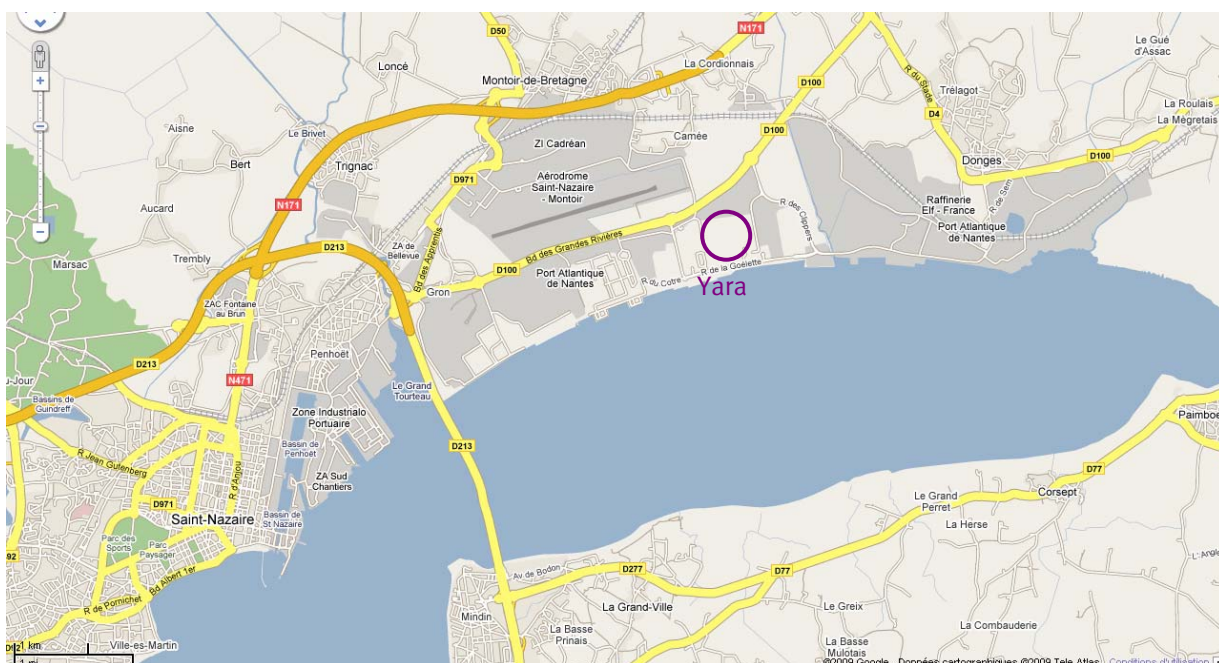
L'approche par modélisation a permis d'identifier les zones de retombées et de quantifier les concentrations en poussières totales et submicroniques (nitrate d'ammonium) liées aux émissions spécifiques de l'établissement. Si les zones d'impact modélisées les plus fréquentes sont localisées à proximité de l'établissement, des retombées peuvent être estimées entre 1000 mètres et 2300 mètres pour les poussières submicroniques et entre 500 et 1300 mètres pour les poussières totales.

La modélisation des zones de retombées a permis également de valider la localisation des sites de mesure notamment le déplacement du site initialement prévu dans le centre ville de Montoir vers le lieu dit Camée plus proche de YARA France.

Ce document présente les résultats de mesures de poussières fines inférieures à 10 µm (PM10) et de nitrate et ammonium particuliers réalisées durant l'hiver 2008-2009 du 21 octobre 2008 au 22 janvier 2009.

l'établissement YARA de Montoir-de-Bretagne

La construction de l'usine de Montoir-de-Bretagne a été lancée en 1969 et la production a débuté en 1972. Implantée sur un site de 30 ha, elle se situe dans une zone industrielle portuaire à l'embouchure de la Loire près de Saint-Nazaire. L'usine bénéficie d'une implantation au centre d'une vaste région agricole et à proximité du port de Nantes-Saint-Nazaire.



Carte 1 : localisation de l'établissement de YARA France

Le site dispose de trois unités de production :

- une usine d'acide nitrique ;
- une usine de fertilisants NPK ;
- une usine de nitrate.

L'usine s'appuie sur le port de Nantes-Saint-Nazaire pour le déchargement des matières premières et le chargement des bateaux pour l'exportation.

L'atelier d'engrais complexes produit plus de 50 formules différentes par an. En 2003, de nouveaux investissements ont été réalisés afin d'accroître les rendements horaires en introduisant de nouveaux broyeurs.

À l'origine, l'unité de nitrate produisait uniquement de l'ammonitrate 33.5 mais elle a été modifiée pour produire de nouvelles formules notamment les ammonitrates soufrées (gamme Nitror).

L'usine de Montoir-de-Bretagne est certifiée ISO 9001 et ISO 14000 et se prépare pour la certification OHSAS 18001.

Pendant les 10 dernières années, de nombreux investissements ont été réalisés afin d'améliorer la sécurité industrielle et de réduire le niveau des émissions. Une étape importante a été franchie avec les investissements destinés à diminuer les émissions de poussières de NPK dans l'air (réduction de 90%) par un mur de protection autour des stocks d'ammoniaque et une nouvelle unité catalytique de réduction de N₂O.



Photo 1 : vue aérienne de l'usine YARA de Montoir-de-Bretagne et localisation des installations.

Les émissions de polluants dans l'air estimées sont reportées dans le tableau suivant.

Polluant	Unité	2007	2006	2005
Ammoniac (NH ₃)	tonne/an	134,0	98,0	126,0
Oxydes d'azote (NO _x - NO + NO ₂) (en equivalent. NO ₂)	tonne/an	640,0	648,0	633,0
Poussières totales (TSP)	tonne/an	188,0	281,0	281,0

Tableau 1 : émissions atmosphériques de YARA estimées pour les années 2005 à 2007 (source www.pollutionsindustrielles.ecologie.gouv.fr/IREP)

Les émissions de poussières totales estimées en 2007 sont en baisse par comparaison aux années précédentes tandis que les émissions de NO_x sont stables depuis 3 ans. En revanche, les émissions d'ammoniac 2007 sont en hausse par comparaison à l'année 2006.

Il faut souligner ici que les activités de la zone portuaire située dans l'environnement immédiat de YARA sont également source de poussières notamment les activités du terminal agroalimentaire au niveau des quais de déchargements distants d'environ 350 mètres de YARA.

En effet, en 2000, Air Pays de la Loire a réalisé une campagne de mesures dans l'environnement de la zone industrialo portuaire de St-Nazaire au niveau du terminal agroalimentaire [6]. Cette étude a mis en évidence un impact significatif des activités de déchargements sur les teneurs en PM₁₀ mesurées au sein du terminal agroalimentaire. En revanche sur les sites plus éloignés, les niveaux de PM₁₀ sont homogènes caractéristiques d'une pollution régionale de fond. L'impact des activités du terminal agroalimentaire est donc important à proximité immédiate des quais de déchargements mais limité dans l'espace puisque les sites distants de plus de 1.5 kilomètres n'ont pas enregistré d'épisodes d'empoussièrement.

le dispositif mis en oeuvre

rappel des objectifs de la campagne de mesure

- mesurer les niveaux d'empoussièrement (poussières fines) dans les zones habitées les plus proches de l'établissement ;
- mesurer les niveaux d'empoussièrement (poussières fines) à proximité de l'usine et estimer l'impact des rejets de l'établissement ;
- mesurer les concentrations en nitrate et ammonium particulières dans l'environnement de l'établissement par comparaison à celles enregistrées en milieu urbain non influencé par l'usine.

des mesures des poussières fines (PM₁₀) à l'aide de TEOM –FDMS

Afin de répondre aux 2 premiers objectifs, des mesures de poussières fines au pas de temps quart horaire à l'aide du système TEOM-FDMS sont effectuées. Cette technique est équivalente à la méthode gravimétrique de référence de la norme CEN 12341 [1, 2]. Elle prend en compte la fraction volatile de l'aérosol (nitrate d'ammonium notamment) et est utilisée depuis le 1^{er} janvier 2007 par les réseaux de surveillance de la qualité de l'air pour le suivi réglementaire des teneurs en poussières fines en milieu urbain. Elle s'est substituée aux mesures par TEOM seul qui ne prenaient pas en compte les aérosols semi volatils.

Les poussières fines de taille inférieure à 10 µm (PM₁₀) sont mesurées. Les concentrations de ces poussières font l'objet d'une réglementation française dans l'air ambiant (cf. annexe 5).

localisation des sites de mesure

3 sites dans l'environnement de YARA

1. Bossènes : sous les vents dominants de Sud Ouest à 1.8 km de l'établissement. Un analyseur de poussières fines a été installé dans la station permanente d'Air Pays de la Loire.
2. Camée (Montoir-de-Bretagne) en zones habitées au Sud du Centre Ville à 1.7 km de l'établissement. Ce site a été déterminé suite à l'étude de modélisation qui montre une influence plus marquée des émissions de poussières de YARA sur ce site par comparaison au centre ville de Montoir-de-Bretagne (Bonne Fontaine ; cf. graphique suivant). Dans ce cadre, Air Pays de la Loire a installé son laboratoire mobile chez Monsieur Moignon au 123 rue Parmentier (cf. photo suivante).



Photo 2 : laboratoire mobile au 123 rue Parmentier au lieu dit Camée

3. Parscau du Plessis à Donges au niveau de la station permanente d’Air Pays de la Loire. Ce site est localisé sous les vents dominants de Sud-Ouest en zones habitées à 4 km de YARA.

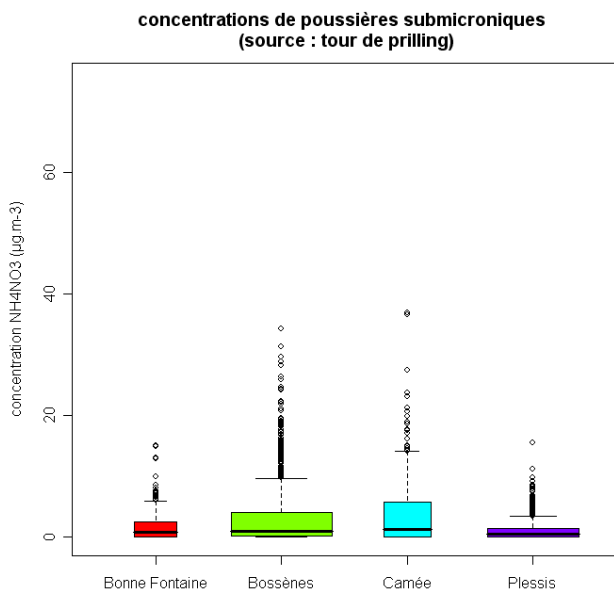
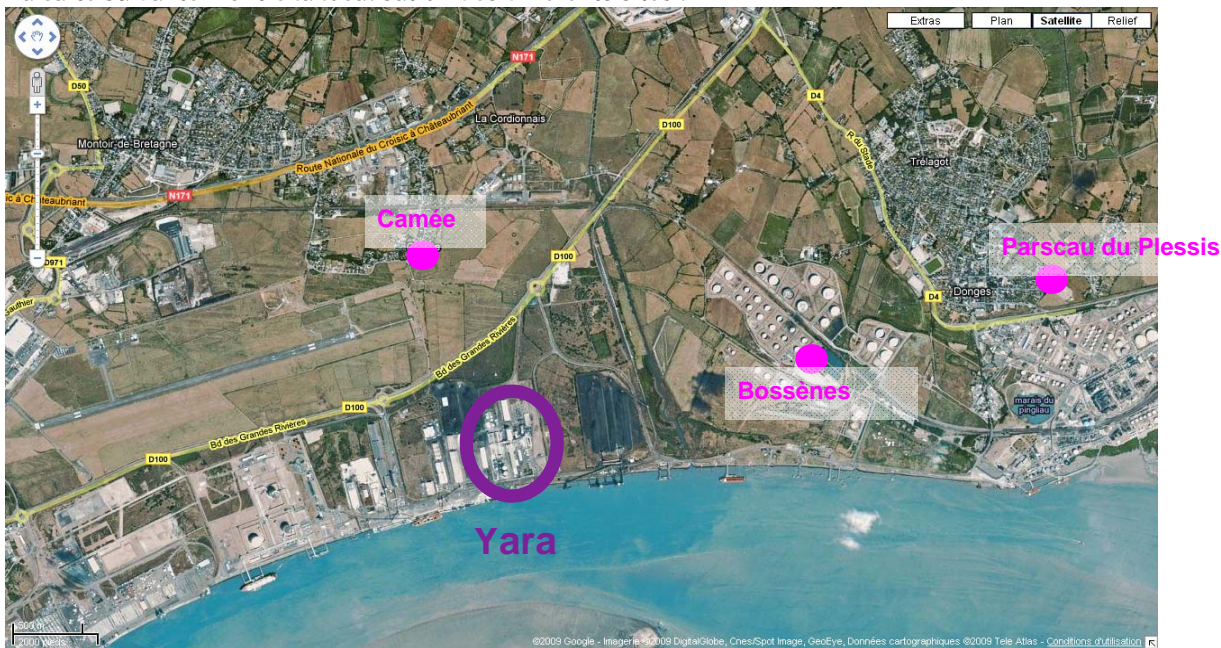


Figure 1 : répartition des concentrations horaires sur l'année 2007 avec l'hypothèse d'émission actuelle

La carte suivante montre la localisation des différents sites :



Carte 2 : localisation des sites de mesure des poussières PM10 dans l'environnement de YARA

2 sites urbains non influencés

En complément de ce dispositif et à titre de comparaison, les mesures permanentes effectuées dans le centre ville des agglomérations nantaise et angevine (cimetière de la Bouteillerie à Nantes et Musée des Beaux-Arts à Angers) sont étudiées afin de mettre en perspective les résultats obtenus dans l'environnement de YARA avec des sites urbains non influencés.



Carte 3 : localisation du Cimetière de la Bouteillerie à Nantes



Carte 4 : localisation du musée des Beaux-Arts à Angers

période de mesure

Des mesures en continu ont été effectuées du 21 octobre 2008 au 22 janvier 2009 (soit 3 mois de mesure) simultanément sur l'ensemble des sites.

mesure du nitrate et de l'ammonium à l'aide de tubes dénudeurs et de filtres imprégnés

principe de collecte

Sachant que le nitrate d'ammonium atmosphérique peut se re-volatiliser dès 25°C en NH_3 (g) et HNO_3 (g) [1, 2], sa collecte nécessite 4 phases successives :

- Phase 1 : coupure granulométrique à 10 μm ;
- Phase 2 : prélèvement de l'ammoniac (NH_3) et de l'acide nitrique (HNO_3) présents dans l'air ;
- Phase 3 : collecte de la phase particulaire du nitrate et de l'ammonium pour analyse de NO_3^- et NH_4^+ ;
- Phase 4 : collecte de la phase gazeuse (NH_3 et HNO_3) due à l'éventuelle volatilisation du nitrate d'ammonium suivie d'une analyse des ions nitrate (NO_3^-) et ammonium (NH_4^+).

Le schéma suivant présente le dispositif complet.

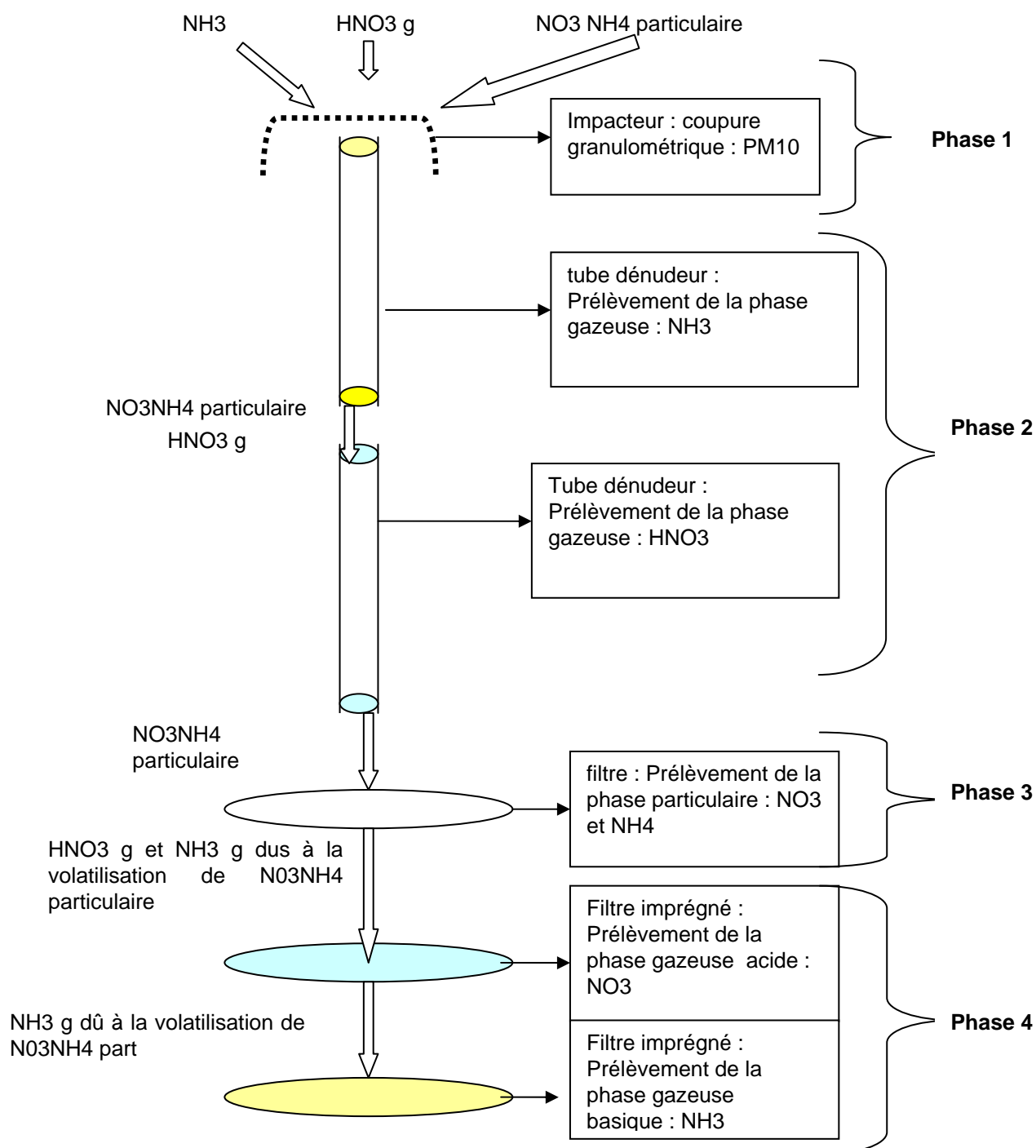


Figure 2 : schéma de collecte et d'analyse du nitrate et de l'ammonium atmosphérique

La concentration en nitrate particulaire correspond à la somme du nitrate collecté lors de la phase 3 et celle collectée lors de la phase 4.

La concentration en ammonium particulaire correspond à la somme de la concentration en ammonium collectée lors de la phase 3 et de celle collectée lors de la phase 4.

L'ensemble de ce dispositif est intégré dans une cartouche ChemComb commercialisée par la société R&P. Cette cartouche est ensuite connectée à un collecteur moyen débit (1 m³/h ; Partisol Spéciation R&P). Ce système de prélèvement a été testé par l'institut de surveillance de la qualité de l'air de Baden- Wuttemberg (UMEG ,[3]).



Photo 3 : vue éclatée d'une cartouche Chemcomb utilisée pour la collecte du nitrate de l'ammonium particulaire



Photo 4 : Partisol Spéciation utilisé pour la collecte du nitrate et de l'ammonium particulaire

Les analyses sont réalisées au laboratoire SGS Multilab selon le protocole utilisé dans le réseau national MERA (Mesure des retombées atmosphériques), [4,5].

période de mesure

Compte tenu du caractère novateur de ce type de mesure, des essais ont été réalisés afin de valider la méthode de collecte et d'analyse. Ces tests ont été effectués (cimetièrre de la Bouteillerie) sur le site urbain du centre ville à Nantes. Les résultats de cette phase sont reportés en annexe 2.

Suite à ces tests, 10 prélèvements sont effectués simultanément sur 3 sites (Bossènes, Camée et un site urbain non influencé de l'agglomération nantaise, Cimetièrre de la Bouteillerie) soit un total de 30 prélèvements. Un blanc de terrain est mis en œuvre à chaque séquence de prélèvements.

Les prélèvements sont mis en œuvre en fonction des prévisions météorologiques fournies spécifiquement par Météo France et par les sorties du modèle américain GFS disponibles sur le site <http://www.meteociel.fr> ; l'objectif étant de réaliser des mesures lorsque l'un des 2 sites localisés dans l'environnement de YARA France (Bossènes ou Camée) est sous les vents de l'établissement.

Le tableau suivant récapitule les 10 séquences de prélèvements.

séquence	période	Début		Fin		site
		Date	Heure	Date	Heure	
1	du 10/11 au 11/11	non disponible	non disponible	non disponible	non disponible	Bossènes
	du 10/11 au 11/11	10/11/2008	00:15:00	10/11/2008	13:39:00	Camée
	du 10/11 au 11/11	10/11/2008	00:15:00	11/11/2008	23:00:00	Cimetièrre de la Bouteillerie (Nantes)
2	du 17/11 au 18/11	17/11/2008	10:09:00	18/11/2008	12:08:00	Bossènes
	du 17/11 au 18/11	17/11/2008	10:53:00	18/11/2008	15:48:00	Camée
	du 17/11 au 18/11	17/11/2008	08:22:00	18/11/2008	10:29:00	Cimetièrre de la Bouteillerie (Nantes)
3	du 27/11 au 28/11	27/11/2008	13:20:00	28/11/2008	15:28:00	Bossènes
	du 27/11 au 28/11	27/11/2008	13:42:00	28/11/2008	15:56:00	Camée
	du 27/11 au 28/11	27/11/2008	15:38:00	28/11/2008	14:17:00	Cimetièrre de la Bouteillerie (Nantes)
4	du 28/11 au 30/11	28/11/2008	15:32:00	30/11/2008	03:32:00	Bossènes
	du 28/11 au 30/11	28/11/2008	15:59:00	30/11/2008	02:15:00	Camée
	du 28/11 au 30/11	28/11/2008	14:20:00	30/11/2008	02:20:00	Cimetièrre de la Bouteillerie (Nantes)
5	du 04/12 au 05/12	04/12/2008	14:50:00	05/12/2008	15:46:00	Bossènes
	du 04/12 au 05/12	04/12/2008	15:11:00	05/12/2008	15:42:00	Camée
	du 04/12 au 05/12	04/12/2008	13:39:00	05/12/2008	10:51:00	Cimetièrre de la Bouteillerie (Nantes)
6	du 10/01 au 12/01	10/01/2009	22:00:00	12/01/2009	00:00:00	Bossènes
	du 10/01 au 12/01	10/01/2009	22:00:00	12/01/2009	00:00:00	Camée
	du 10/01 au 12/01	10/01/2009	22:00:00	12/01/2009	00:00:00	Cimetièrre de la Bouteillerie (Nantes)
7	du 13/01 au 14/01	13/01/2009	01:00:00	14/01/2009	10:00:00	Bossènes
	du 13/01 au 14/01	13/01/2009	01:00:00	14/01/2009	10:00:00	Camée
	du 13/01 au 14/01	13/01/2009	01:00:00	14/01/2009	10:00:00	Cimetièrre de la Bouteillerie (Nantes)
8	du 19/01 au 20/01	19/01/2009	13:15:00	20/01/2009	15:44:00	Bossènes
	du 19/01 au 20/01	19/01/2009	11:50:00	20/01/2009	15:25:00	Camée
	du 19/01 au 20/01	19/01/2009	15:00:00	20/01/2009	13:45:00	Cimetièrre de la Bouteillerie (Nantes)
9	du 22/01 au 26/01	22/01/2009	16:35:00	26/01/2009	15:30:00	Bossènes
	du 22/01 au 26/01	22/01/2009	16:30:00	26/01/2009	16:10:00	Camée
	du 22/01 au 26/01	22/01/2009	15:20:00	26/01/2009	13:35:00	Cimetièrre de la Bouteillerie (Nantes)
10	du 26/01/ au 27/01	26/01/2009	17:30:00	27/01/2009	10:30:00	Bossènes
	du 26/01/ au 27/01	26/01/2009	17:30:00	27/01/2009	11:15:00	Camée
	du 26/01/ au 27/01	26/01/2009	17:30:00	27/01/2009	09:15:00	Cimetièrre de la Bouteillerie (Nantes)

Tableau 2 : date et heure de début et de fin des 10 séquences de mesures du nitrate et d'ammonium particulières

Un problème technique de débit sur le collecteur de Bossènes et une coupure d'alimentation électrique à Camée survenus lors de la première séquence de mesure nous a contraint à invalider ces deux prélèvements. Cette première séquence ne pourra donc pas être étudiée. Le taux de disponibilité des résultats des mesures est donc de 90 %.

les résultats

L'analyse suivante présente tout d'abord les résultats des mesures automatiques de poussières fines en termes :

De situation par rapport à la réglementation.

D'évolution temporelle fine des concentrations comparée au milieu urbain.

D'origine de la pollution en fonction de la direction des vents.

Les résultats de mesure du nitrate et de l'ammonium particuliers sont ensuite présentés en termes :

De situation par rapport à d'autres études.

D'évolution temporelle.

D'influence des émissions de YARA.

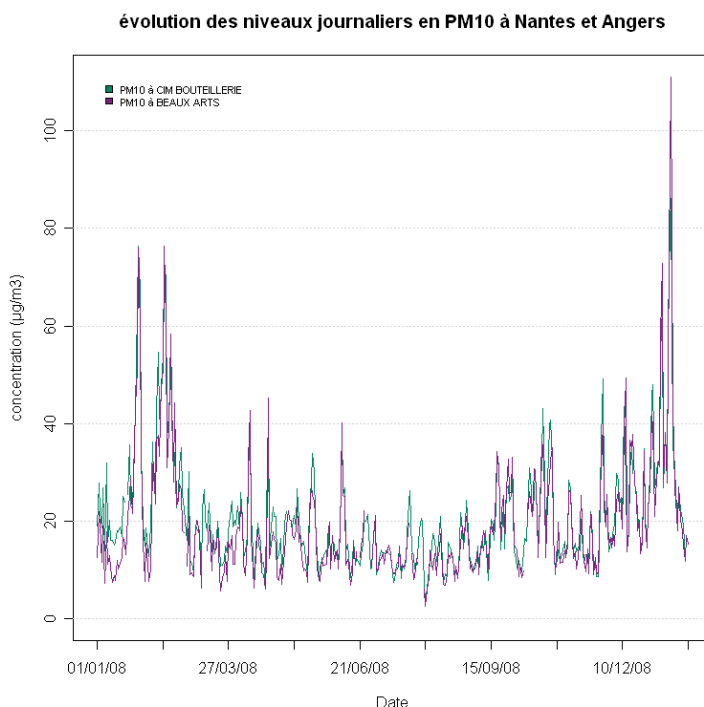
niveaux en poussières fines PM₁₀ mesurées par analyseurs automatiques

situation par rapport à la réglementation

Rappel :

Le décret 2002-213 du 15 février 2002 et la circulaire du 12/10/07 définissent un objectif de qualité des valeurs limites et des seuils d'information et d'alerte pour les teneurs en poussières fines (PM₁₀) dans l'air (cf. annexe 5).

Rappelons ici que, l'objectif de qualité et les valeurs limites sont des éléments statistiques définis sur une année. Une comparaison stricte des niveaux de poussières fines enregistrés durant ces 3 mois d'étude n'est pas possible. En revanche une estimation du risque de dépassement de ces valeurs peut être réalisée sachant que les niveaux de poussières en milieu urbain sont plus élevés en période hivernale (cf. graphique suivant).



Graphique 1 : évolution des teneurs journalières en PM₁₀ à Nantes et Angers du 1^{er} janvier 2008 au 22 janvier 2009

des épisodes de pollution généralisés

Des épisodes de pollution par les poussières fines dépassant le seuil d'information ont été mesurés dans les Pays de la Loire et plus généralement en France durant la première quinzaine de janvier 2009 (cf. cartes suivantes). Ces épisodes sont dus à des conditions météorologiques anticycloniques particulièrement froides propices aux émissions de poussières fines (provenant de l'utilisation accrue du chauffage résidentiel et tertiaire) et à leur accumulation dans l'air (cf. annexe 1).

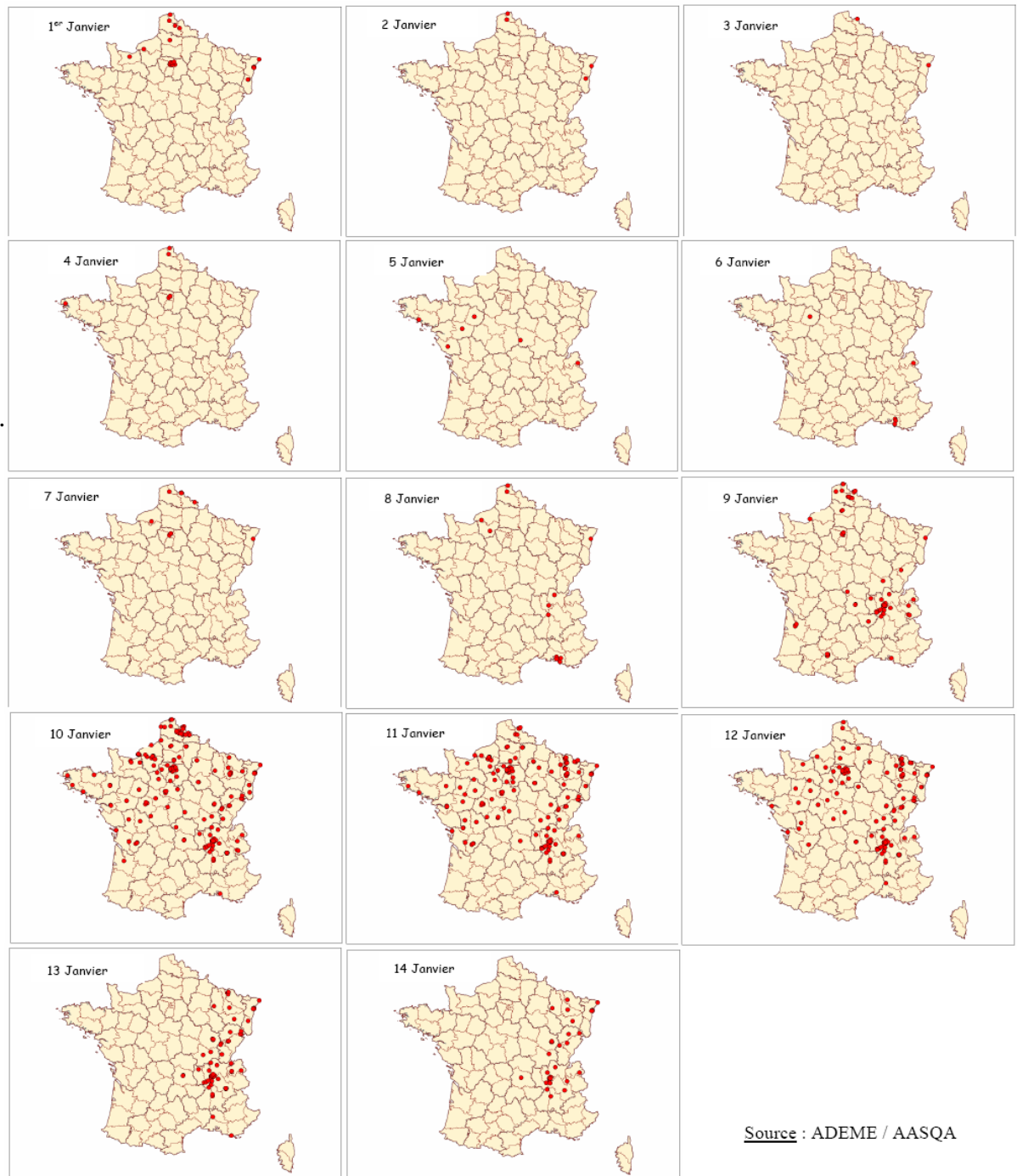


Figure 3 : répartition spatiale et temporelle des dépassements du seuil $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ du 1er au 14 janvier 2009 sur les sites des AASQA – source ADEME BASTER/ AASQA

comparaisons aux valeurs réglementaires

Le tableau suivant présente :

- les valeurs réglementaires définies pour les PM10 ;
- les niveaux de PM10 enregistrés durant l'année civile 2008 au regard des valeurs réglementaires ;
- les niveaux de poussières fines enregistrées durant les 3 mois d'étude au regard des valeurs réglementaires.

valeur réglementaire	objectif de qualité	valeurs limites			seuil de recommandation & d'information		seuil d'alerte	
		moy. annuelle	moy. annuelle	P90,4 moy. journalière	moy. 24horaire	nombre de jours de dépassement du seuil d'information	moy. 24horaire	nombre de jour de dépassement du seuil d'alerte
année civile 2008	CIM Bouteillerie (Nantes) année 2008	20	20	33	85	1 (28/01/08)	85	0
	Musée des Beaux Arts (Angers) année 2008	18	18	33	81	1 (15/02/08)	81	0
	Parscau du Plessis année 2008	17	17	27	71	0	71	0
du 21/10/08 au 22/01/09	Camée	26	26	45	104	4 (5-10-11-12/01/09)	104	0
	Bossènes	24	24	39	94	2 (11 et 12/01/09)	94	0
	Parscau du Plessis	20	20	31	82	1 (11/01/09)	82	0
	CIM Bouteillerie (Nantes)	25	25	42	99	2 (11-12/01/09)	99	0
	Musée des Beaux Arts (Angers)	25	25	39	112	4 (5-10-11-12/01/09)	112	0

Tableau 3 : situation des niveaux de pollution dans l'environnement de YARA au regard des valeurs réglementaires.

Ce tableau appelle les commentaires suivants :

La pollution moyenne sur les 3 mois d'étude à Nantes, Angers et Donges (Parscau du Plessis) est de 18 % à 39 % plus élevée que la pollution moyenne enregistrée sur l'année civile 2008. Rappelons ici que la période d'étude intègre les épisodes de pollution généralisée survenus début janvier 2009.

Sur l'année 2008, l'objectif de qualité et les valeurs limites ont été respectés à Angers, Nantes et Donges.

Durant les 3 mois d'étude, la pollution moyenne à Bossènes et Camée (sites localisés à proximité de l'établissement surveillé) est proche de celle enregistrée à Nantes, Angers. Elle est plus faible sur le site Parscau du Plessis.

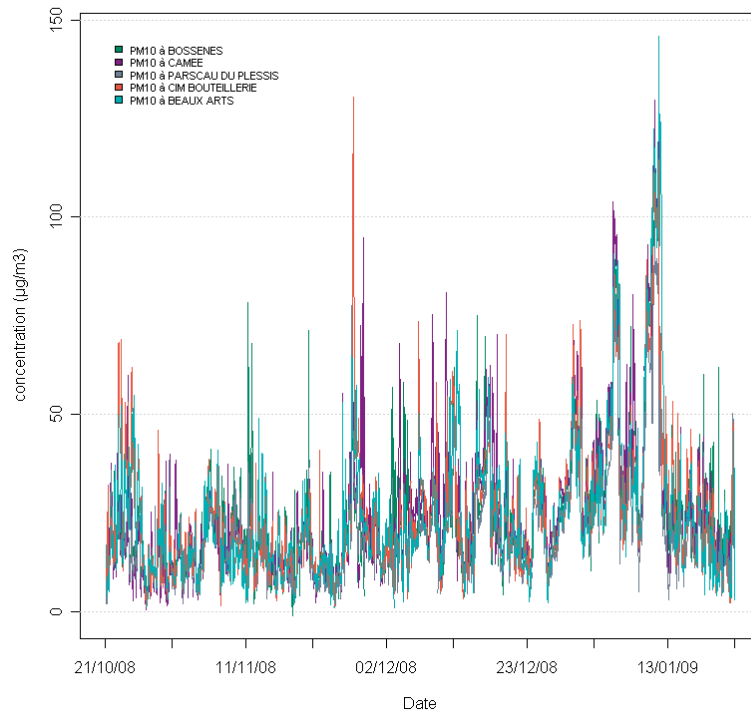
Compte tenu de ces 3 remarques et par extrapolation à l'année on peut raisonnablement penser que les risques de dépassement des valeurs limites et de l'objectif de qualité à Camée et Bossènes demeurent faibles, même si ces sites sont potentiellement influencés par les émissions de poussières de l'établissement YARA France.

Aucun dépassement du seuil d'alerte n'a été détecté durant l'année 2008 et durant les 3 mois de mesure sur l'ensemble des sites.

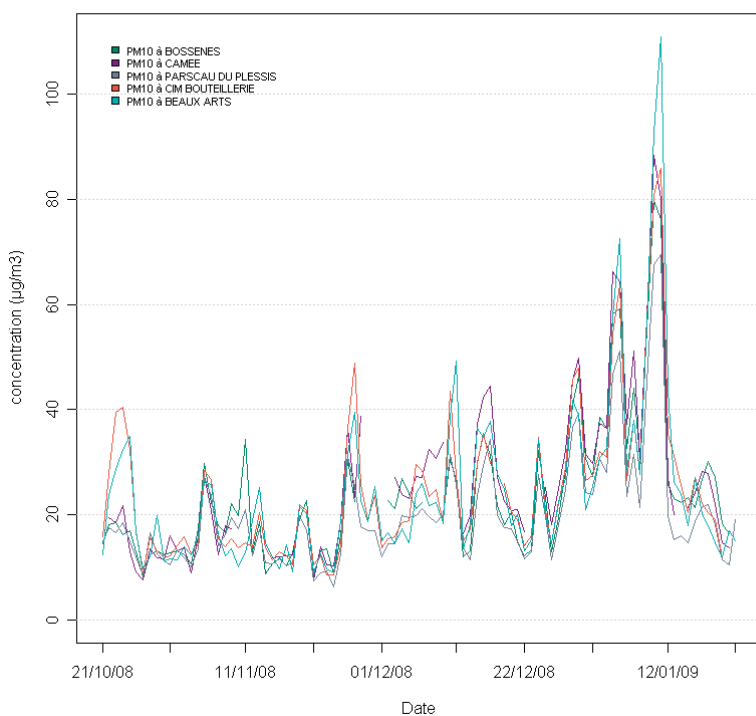
Du 20 octobre au 22 janvier 2009, 4 et 2 journées de dépassements du seuil d'information et de recommandation ont été détectées respectivement sur les sites de Camée et de Bossènes. Ces journées correspondent aux épisodes de pollution survenus la première quinzaine de janvier 2009 et ne sont donc pas spécifiques à l'environnement immédiat de YARA.

évolution temporelle des niveaux de poussières fines dans l'environnement de YARA

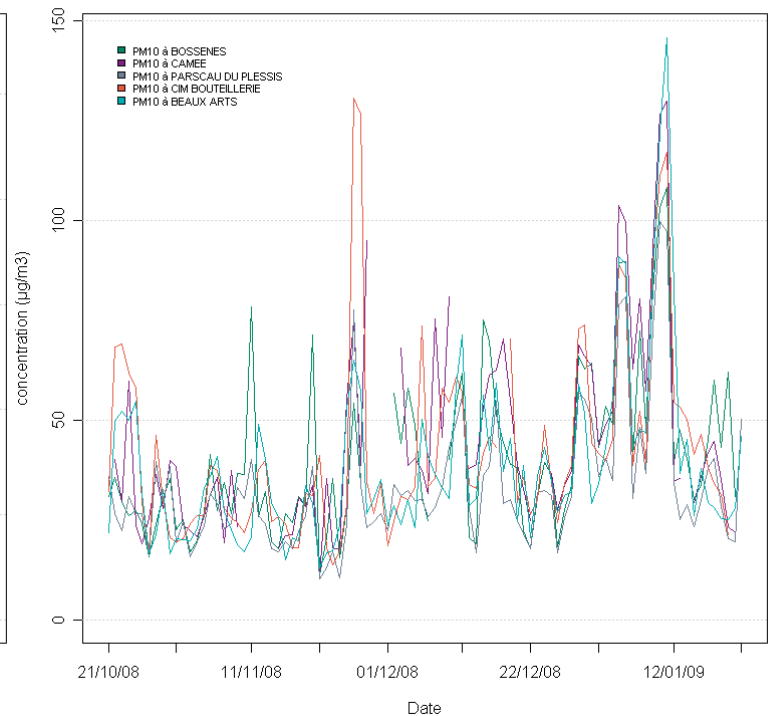
évolution des concentrations horaires en PM10



évolution des niveaux journaliers en PM10



évolution des maxima horaires journaliers en PM10



Graphique 2 : évolution des concentrations horaires en PM10 dans l'environnement de YARA à Nantes et Angers

L'évolution journalière des teneurs en poussières sur les sites localisés à proximité de YARA France est comparable à celle observée sur les sites urbains non influencés avec les niveaux journaliers les plus élevés enregistrés durant les épisodes de pollution de début janvier 2009. Les maxima horaires sont également mesurés lors de la première quinzaine de janvier.

L'évolution horaire montre cependant la présence de hausses ponctuelles de PM₁₀ sur les sites de Bossènes et Camée qui ne sont pas détectées sur les sites urbains d'Angers et de Nantes.

Les tableaux suivants recensent les journées où des hausses de PM₁₀ sont détectées spécifiquement à Bossènes (tableau n°4) et Camée (tableau n°5).

date	Bossènes concentration PM10 (µg/m ³)	Camée concentration PM10 (µg/m ³)	Parscau du Plessis concentration PM10 (µg/m ³)	Cimetière de la Bouteillerie (Nantes) concentration PM10 (µg/m ³)	Beaux Arts (Angers) concentration PM10 (µg/m ³)
11/11/2008	78	nd	38	10	8
20/11/2008	71	26	34	27	29
23/11/2008	39	9	22	5	11
02/12/2008	57	16	34	15	10
03/12/2008	38	21	21	14	5
04/12/2008	58	31	32	23	15
05/12/2008	49	11	18	3	9
18/01/2009	60	35	40	23	26
20/01/2009	62	13	11	9	9
moyenne	57	20	28	14	14
médiane	58	19	32	14	10

Tableau 4 : journées où des hausses ponctuelles de PM₁₀ sont enregistrées sur le site de Bossènes et concentrations en PM₁₀ associées

Pour chaque journée, la concentration mentionnée sur le site de Bossènes correspond au maximum horaire mesuré dans la journée ; tandis que les concentrations mentionnées pour les autres sites correspondent aux teneurs en PM₁₀ mesurées à l'heure où le maximum horaire de Bossènes a été détecté.

Lors de ces épisodes, le maximum horaire à Bossènes atteint en moyenne 57 µg/m³ soit un niveau près de 4 fois plus élevé que ceux mesurés au même moment à Nantes et Angers (14 µg/m³). Sur le site de Parscau du Plessis lors de ces épisodes, la teneur en PM₁₀ atteint 28 µg/m³ soit une valeur 2 fois plus faible que celle enregistrée à Bossènes et 2 fois plus élevée que sur les sites urbains.

date	Bossènes concentration PM10 (µg/m ³)	Camée concentration PM10 (µg/m ³)	Parscau du Plessis concentration PM10 (µg/m ³)	Cimetière de la Bouteillerie (Nantes) concentration PM10 (µg/m ³)	Beaux Arts (Angers) concentration PM10 (µg/m ³)
27/10/2008	12	25	13	12	12
30/10/2008	5	38	7	16	16
08/11/2008	13	37	12	11	11
14/11/2008	13	35	15	18	13
22/11/2008	17	35	9	13	13
28/11/2008	14	95	20	25	20
03/12/2008	18	68	19	21	18
08/12/2008	30	75	27	35	28
10/12/2008	36	81	43	21	23
18/12/2008	44	70	29	26	28
moyenne	20	56	19	20	18
médiane	16	53	17	20	17

Tableau 5 : journées où des hausses ponctuelles de PM₁₀ sont enregistrées sur le site de Camée et concentrations en PM₁₀ associées

Pour chaque journée, la concentration mentionnée sur le site de Camée correspond au maximum horaire mesuré dans la journée ; tandis que les concentrations mentionnées pour les autres sites correspondent aux teneurs en PM₁₀ mesurées à l'heure où le maximum horaire de Camée a été détecté.

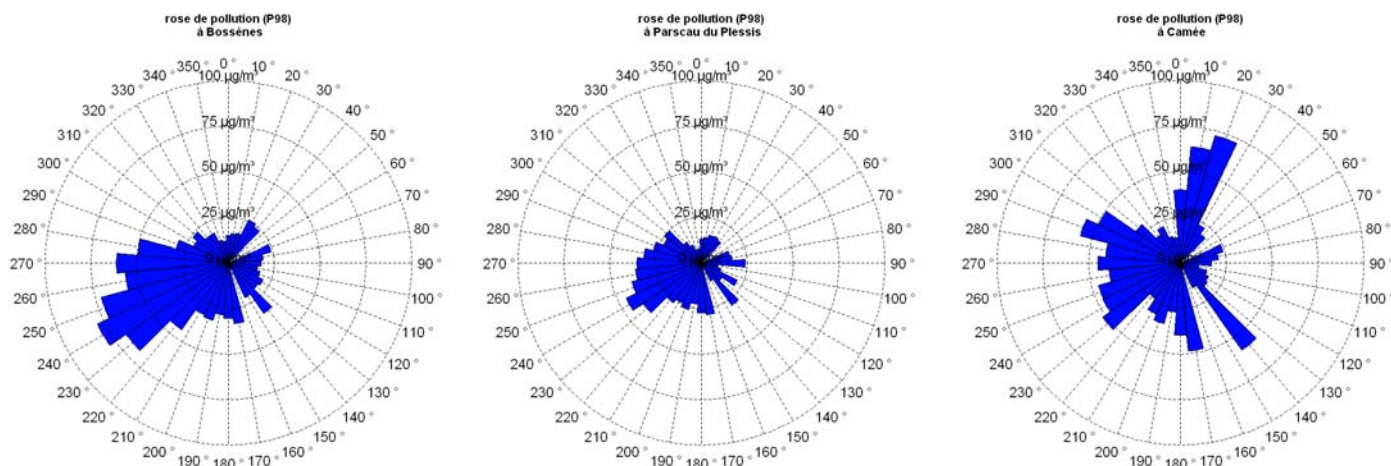
En moyenne sur les 10 journées recensées, le maximum horaire atteint 56 µg/m³ à Camée, valeur 2.9 fois plus élevée que celles enregistrées au même instant sur les autres sites (19 µg/m³).

origine des hausses de PM₁₀ spécifiques à l'environnement de YARA

Cette étude se base sur l'étude des roses de pollution calculées lors des journées où des hausses de poussières fines sont détectées respectivement à Bossènes et Camée. Ce type de graphique indique les niveaux de poussières fines en fonction de la direction des vents enregistrés par Météo France à Gron. Sur un site donné, il permet de savoir sous quelle direction de vents les niveaux sont les plus élevés et ainsi de localiser les émetteurs.

sur le site Bossènes rose de pollution niveaux de pointe (percentile 98)

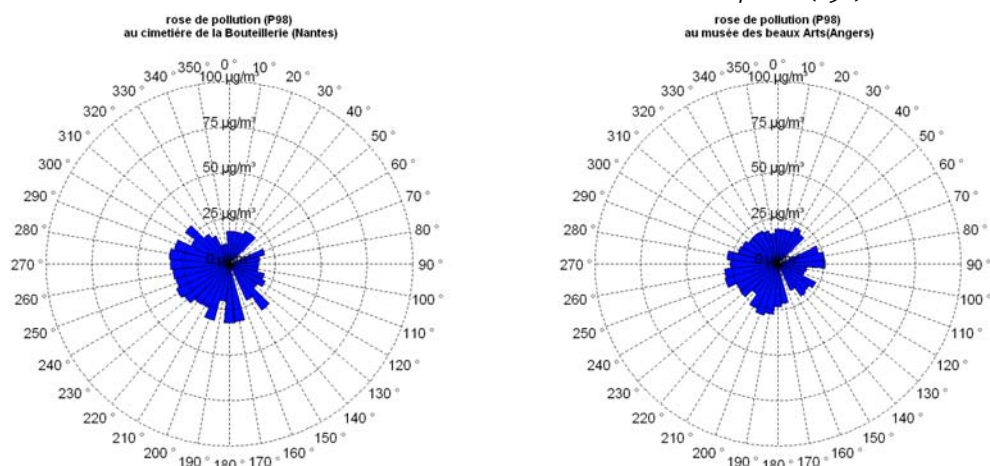
Le percentile 98 (P98) correspond à la valeur pour laquelle 98% des concentrations mesurées sont inférieures et donc 2 % sont supérieures.



Graphique 3 : rose de pollution niveaux de pointe (P98) à Bossènes

Graphique 4 : rose de pollution niveaux de pointe (P98) à Parscau du Plessis

Graphique 5 : rose de pollution niveaux de pointe (P98) à Camée



Graphique 6 : rose de pollution niveau de pointe (P98) au cimetière de la Boutellerie (Nantes)

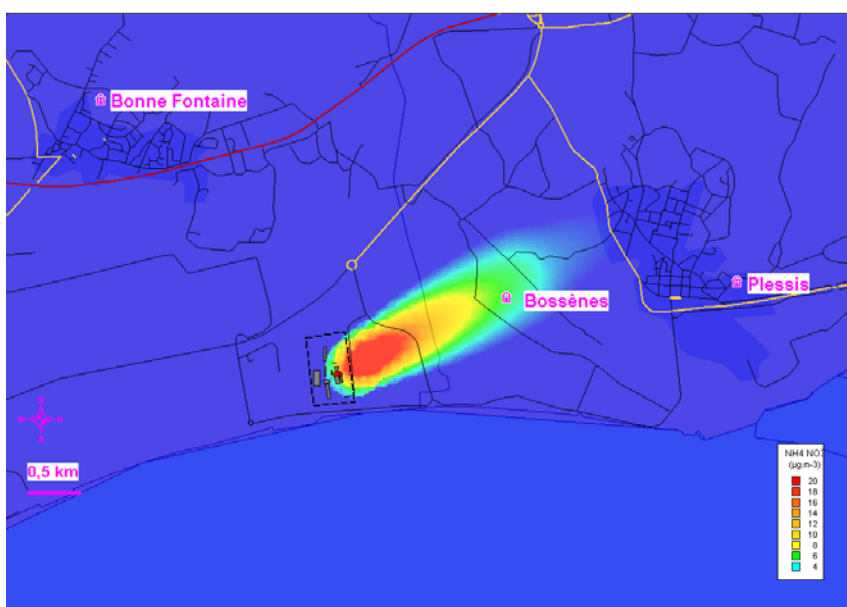
Graphique 7 : rose de pollution niveaux de pointe (P98) au musée des Beaux Arts (Angers)

Ces différents graphiques appellent les commentaires suivants :
Aucune direction de vents privilégiée n'est visible à Nantes et Angers.

À Bossènes, les niveaux de PM₁₀ les plus élevés sont enregistrés par vents de Sud-Ouest [240°N-250°] plaçant le site de mesure sous les vents de YARA. Ceci suggère une influence des rejets de l'établissement sur les concentrations atmosphériques mesurées à Bossènes. A partir des roses de pollution, cet impact s'évalue à un apport compris entre 20 et 40 µg/m³ de PM₁₀ par rapport au bruit de fond urbain qui peut être estimé à une quinzaine de µg/m³ selon les roses de pollution de Nantes et Angers. Cette estimation est confirmée par les concentrations mentionnées dans les tableaux précédents.

De façon moins marquée qu'à Bossènes, nous constatons également une influence des rejets de YARA sur les teneurs atmosphériques à Parscau du Plessis par vents de Sud-Ouest [240°N- 250°]. Cette influence peut être estimée à un apport d'une quinzaine de µg/m³ par rapport au niveau de fond.

Ces mesures confirment les résultats de la modélisation qui montrent une influence des émissions de YARA par vents modérés à fort de Sud Ouest (cf. carte suivante).



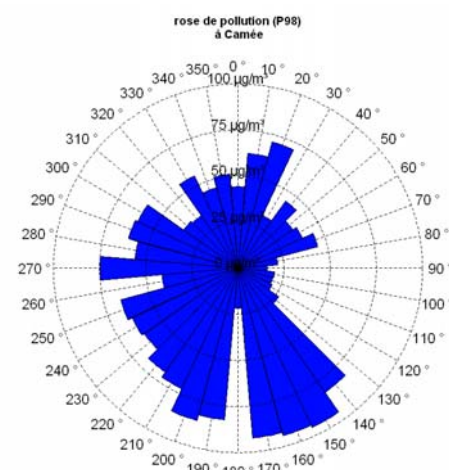
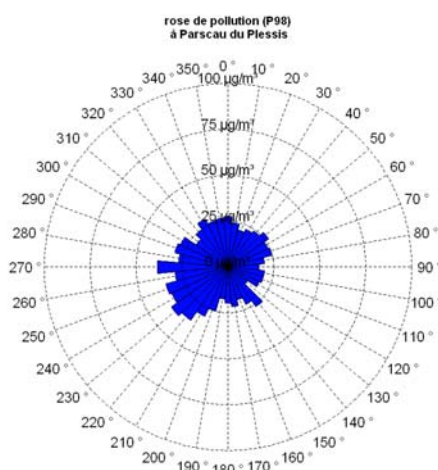
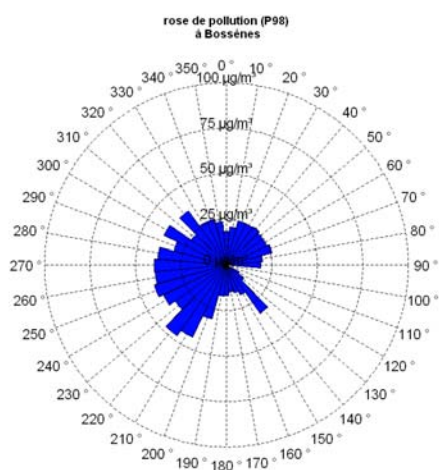
Carte 5 : concentrations journalières de PM₁₀ modélisées en provenance de la tour de prilling avec le scénario d'émissions actuelles le 8 mai 2007 (vent de sud-ouest majoritaire avec une vitesse moyenne de 6,9 m.s⁻¹).

sur le site de Camée

Les roses de pollution suivantes ont été calculées à partir des journées mentionnées dans le tableau précédent qui récapitule les journées durant lesquelles des hausses des PM₁₀ sont détectées sur le site de Camée.

rose de pollution niveaux de pointe (Percentile 98)

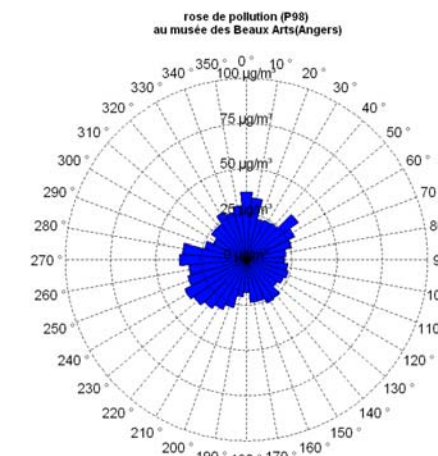
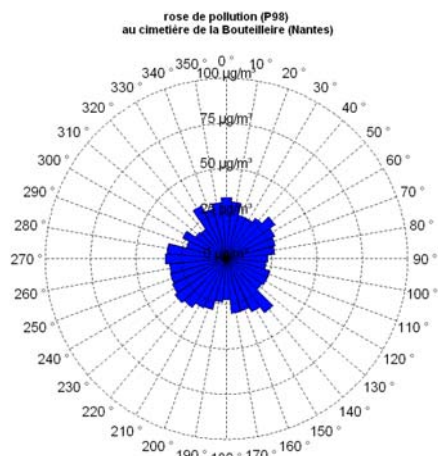
Le percentile 98 (P₉₈) correspond à la valeur pour laquelle 98% des concentrations mesurées sont inférieures et donc 2 % sont supérieures



Graphique 8 : rose de pollution niveaux de pointe (P₉₈) à Bossènes

Graphique 9 : rose de pollution niveaux de pointe (P₉₈) à Parscau du Plessis

Graphique 10 : rose de pollution niveaux de pointe (P₉₈) à Camée



Graphique 11 : rose de pollution niveaux de pointe (P₉₈) au cimetière de la Bouteillerie (Nantes)

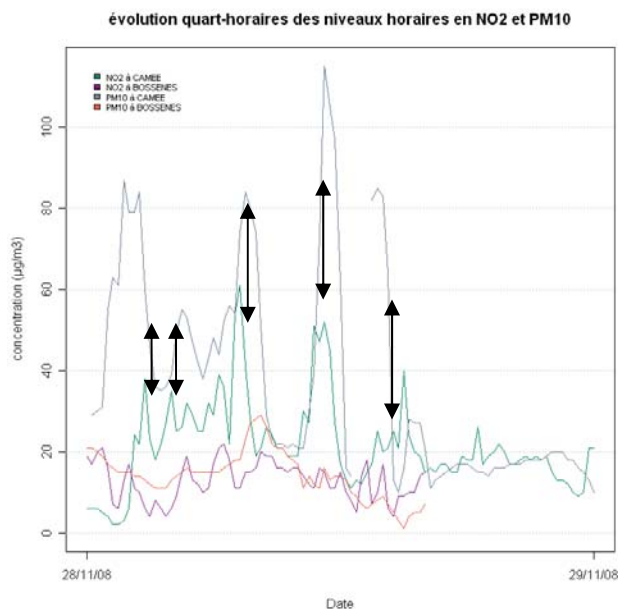
Graphique 12 : rose de pollution niveaux de pointe (P₉₈) au musée des Beaux Arts (Angers)

À Camée, les niveaux de PM₁₀ les plus élevés sont enregistrés par vent de Sud-Est [140 °N- 170 °N] lorsque le site est sous les vents de YARA par vents de Sud-Est. Ceci suggère une influence des émissions de YARA par vents de Sud-Est qui place le site de Camée sous les vents de l'établissement. D'après le tableau et les roses de pollution, cette influence peut s'estimer à un apport moyen de PM₁₀ d'une trentaine de µg/m³ par rapport au niveau moyen urbain non influencé (20 µg/m³).

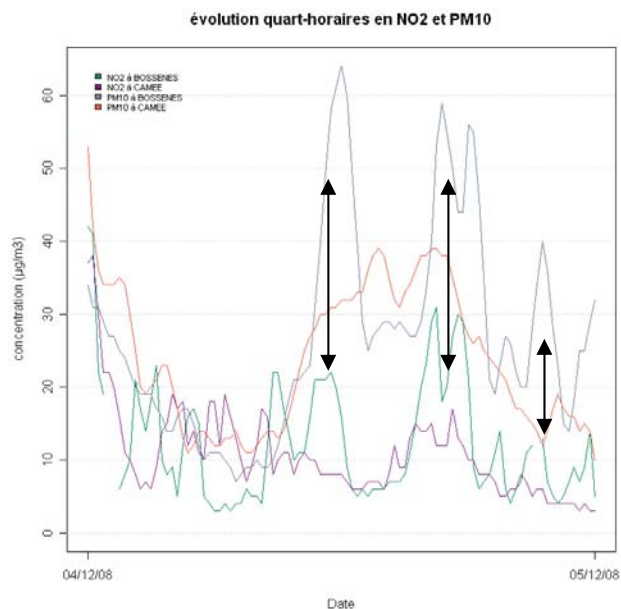
Ces épisodes durent en moyenne de 3 à 4 heures.

niveaux en dioxyde d'azote associés aux élévations de poussières

Les deux graphiques suivants montrent l'évolution quart horaires des teneurs en PM10 sur les sites de Camée et de Bossènes lors de deux épisodes de hausses de PM10 survenues à Camée (28/11/08) par vents de Sud-Est et à Bossènes (4/12/08) par vents de Sud-Ouest. Les teneurs en NO2 sont également reportées.



Graphique 13 : évolution quart horaires des concentrations en NO2 et PM10 à Camée et Bossènes le 28 /11/08



Graphique 14 : évolution quart horaires des concentrations en NO2 et PM10 à Camée et Bossènes le 4/12/08

Les élévations de poussières fines survenues durant ces épisodes sont associées à des hausses des teneurs en NO2. En d'autres termes, les élévations de poussières dues aux émissions de YARA sont accompagnées d'élévations synchrones de NO2 suggérant une influence des émissions de NOx de YARA sur les teneurs mesurées à proximité.

conclusion sur les mesures de PM₁₀ dans l'environnement de YARA

L'étude des poussières fines mesurées dans l'environnement de YARA comparée à celles enregistrées en milieu urbain non influencé a permis de mettre en évidence plusieurs faits marquants :

L'épisode de pollution de PM₁₀ survenue durant la première quinzaine de janvier 2009 dans les Pays de la Loire et plus généralement en France a également été détecté en Basse-Loire dans l'environnement de YARA. Lors de cet épisode, le seuil d'information et de recommandation a été dépassé à Nantes et Angers et également dans l'environnement de YARA, l'origine de la pollution étant due à une pollution plus générale.

Par extrapolation à l'année, des mesures effectuées durant les 3 mois et par comparaison aux sites urbains, les risques de dépassement des valeurs limites et de l'objectif de qualité restent faibles dans l'environnement de YARA ;

Des hausses de PM₁₀ sont détectées spécifiquement dans l'environnement de YARA lorsque le site de mesure est sous les vents de l'établissement. Cette influence des émissions de YARA peut être estimée à un apport de PM₁₀ d'une trentaine de $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur les sites les plus proches (Bossènes et Camée) et une quinzaine de $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur le site plus éloigné de Parscau du Plessis.

Ces résultats sont en accord avec l'étude de modélisation qui montre une influence des émissions de YARA sensiblement équivalente à Bossènes et Camée et une influence deux fois moindre sur le site de Parscau du Plessis (cf graphique suivant).

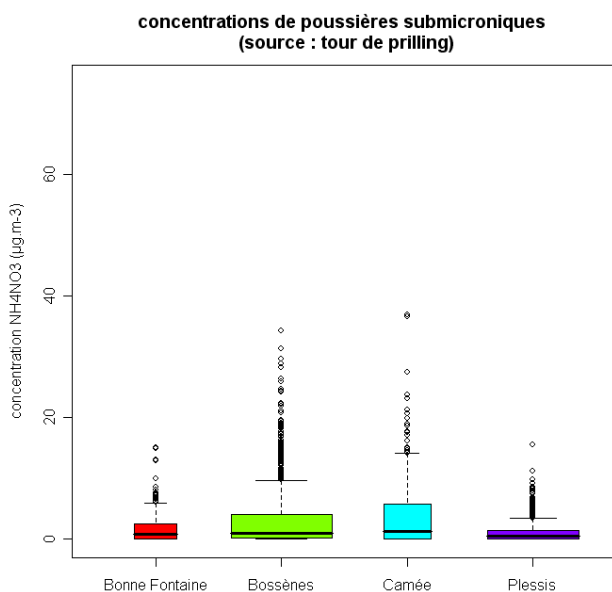


Figure 4 : répartition des concentrations horaires modélisées sur l'année 2007

Enfin, ces hausses de PM₁₀ sont fréquemment associées à des élévations du NO₂ suggérant également une influence des émissions de YARA sur les teneurs en dioxyde d'azote mesurées dans l'environnement immédiat.

concentration en nitrate d'ammonium dans l'environnement de YARA

Rappel du dispositif :

Des mesures de nitrate d'ammonium ont été déclenchées manuellement lorsque les conditions météorologiques prévues étaient susceptibles d'impacter l'un des 2 sites localisés dans l'environnement de YARA. Parallèlement des mesures à Nantes étaient effectuées à titre de comparaison.

comparaison des niveaux par rapport à d'autres études

Le tableau suivant regroupe les teneurs minimales, moyennes et maximales enregistrées sur les 3 sites. Elles sont comparées à celles mentionnées dans différentes études réalisées dans d'autres environnements.

	NO ₃ particulaire (µgN/m ³)			NH ₄ particulaire (µgN/m ³)			commentaire
	min	moyenne	max	min	moyenne	max	
Camée	0.04	5.1	32.4	0.2	9.1	53.4	Cette étude (10 prélèvements durant l'hiver 2008-2009)
Bossènes	0.4	5.7	30.5	0.9	8.6	50.2	Cette étude (10 prélèvements durant l'hiver 2008-2009)
Nantes	0.1	8.8	50.1	0.1	14.4	97.9	Cette étude (10 prélèvements durant l'hiver 2008-2009)
La tardière (sud est vendée)	0.15	2.28	10.0	0.15	6.7	23.3	Station rurale du dispositif MERA 49 Mesures journalières effectuées durant l'année 2008
Douai	0.27	0.89	4.46	0.89	3.39	14.19	Mesures journalières de mars 2004 à février 2005 [5]
Saint Joaquin (Californie)	1	20	40	nd	nd	nd	Mesures journalières durant l'hiver 1995 [1]
Peyrusse Vieille (Gers)		0.81			1.66		Station rurale du dispositif MERA Moyennes mensuelles Octobre à décembre 2007
Revin (Ardennes)	-	1.4	-		2.1		Station rurale du dispositif MERA Moyennes mensuelles Octobre à décembre 2007

Tableau 6 : teneurs en nitrate et ammonium particulaires mesurées dans l'environnement de YARA et comparaison avec d'autres études

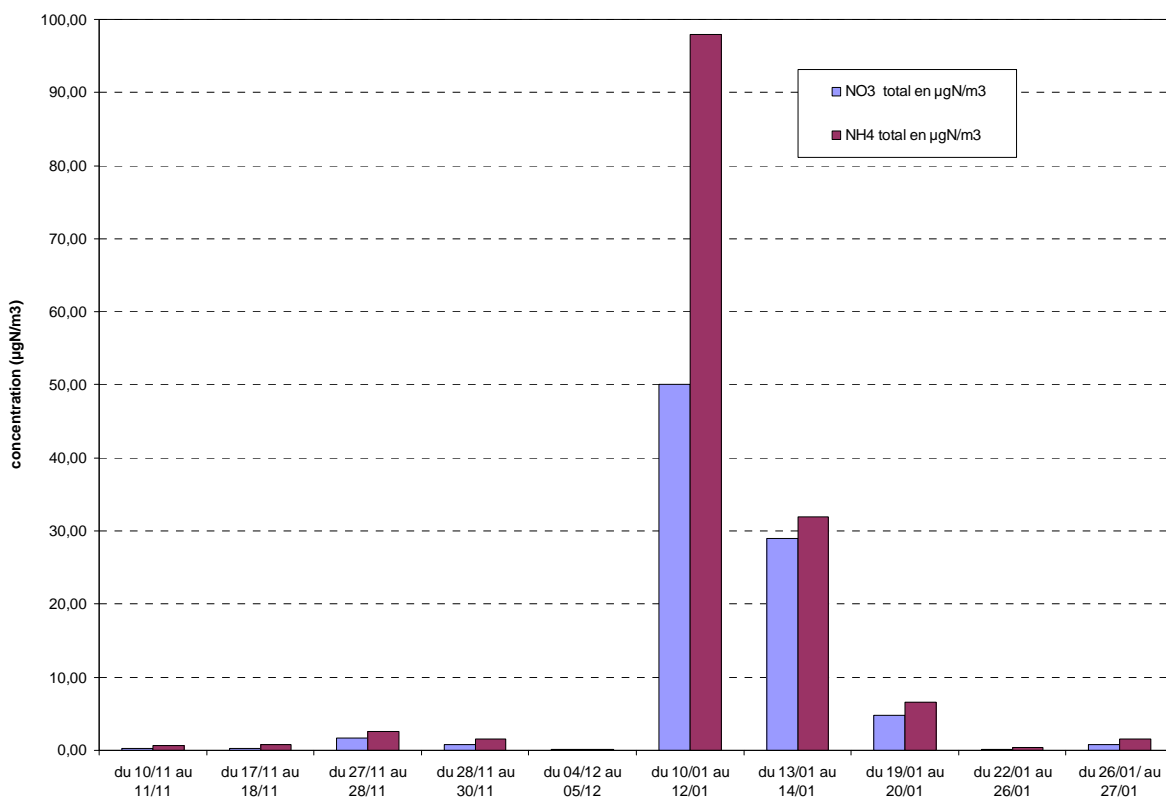
L'amplitude des teneurs enregistrées est très importante ; les teneurs minimales étant inférieures à 0.5 µgN/m³ tandis que les maxima atteignent plusieurs dizaines de µgN/m³.

Cette forte variabilité des concentrations est également visible à Nantes, dans la vallée de St Joaquin et dans une moindre mesure à la Tardière.

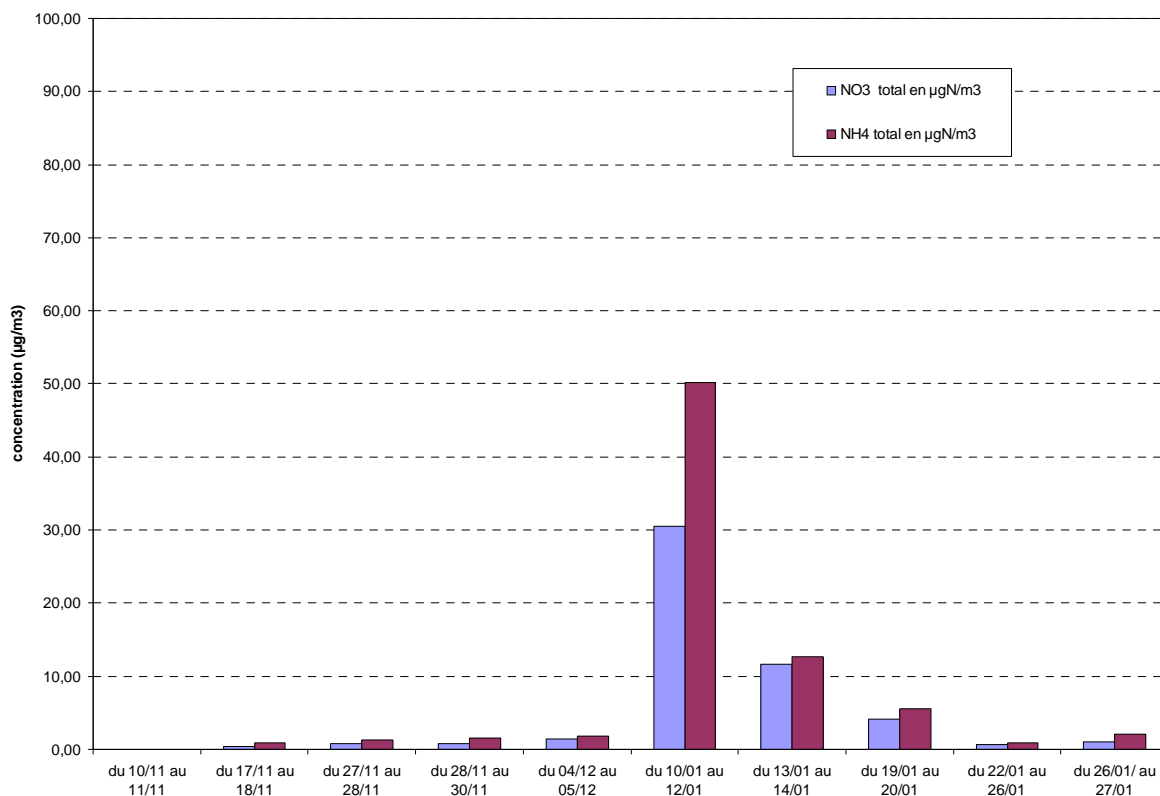
Les teneurs moyennes dans l'environnement de YARA sont légèrement plus faibles que celles mesurées à Nantes et dans la vallée de St Joaquin. Elles sont supérieures à celles mesurées sur les stations rurales MERA de la Tardière, Peyrusse Vieille et Revin.

évolution temporelle des teneurs en nitrate et ammonium particulaires

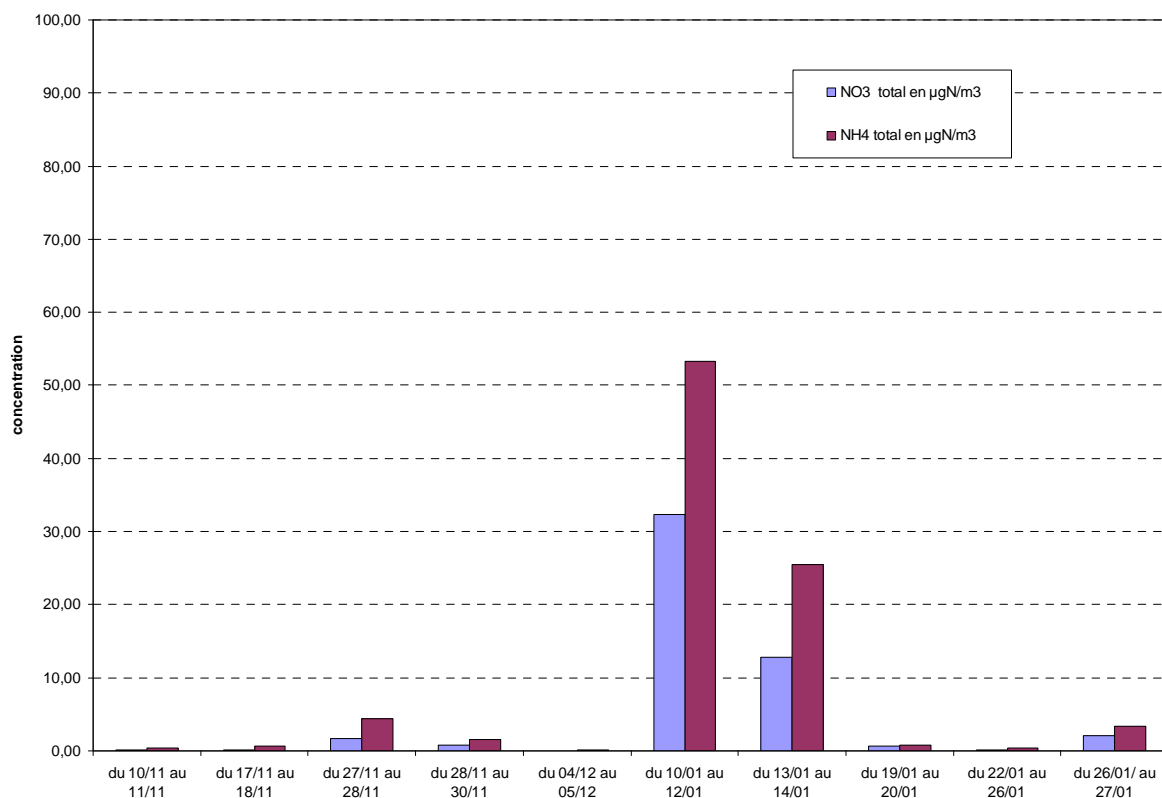
Les graphiques suivants montrent l'évolution des teneurs en nitrate et ammonium particulaires mesurées sur les 3 sites (Nantes, Bossènes et Camée).



Graphique 15 : évolution temporelle des concentrations en nitrate et ammonium particulaires au cimetière de la Bouteillerie (Nantes)

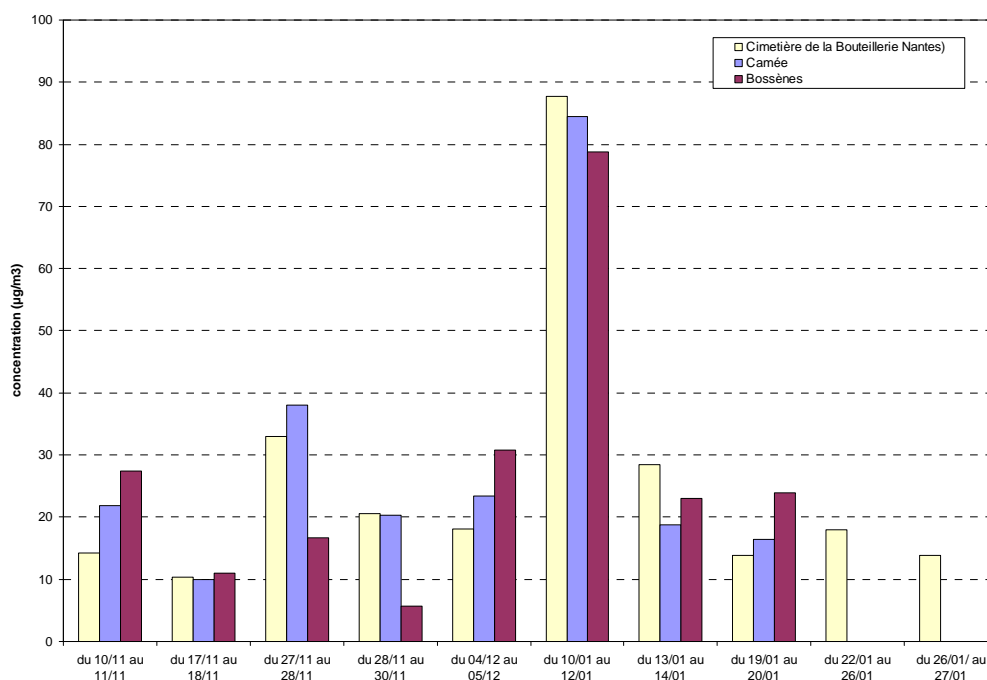


Graphique 16 : évolution temporelle des concentrations en nitrate et ammonium particulaires à Bossènes



Graphique 17 : évolution temporelle des concentrations en nitrate et ammonium particulaires à Camée

L'évolution temporelle des teneurs en nitrate et ammonium particulaires est cohérente sur les 3 sites avec une augmentation importante des niveaux lors du prélèvement du 10 au 12 janvier 2009. Lors de ces deux journées les concentrations atteignent plusieurs dizaines de µgN/m³ sur les 3 sites de mesure. Cette hausse est synchrone avec l'épisode de pollution particulaire généralisé sur le nord de la France (cf. graphique suivant).



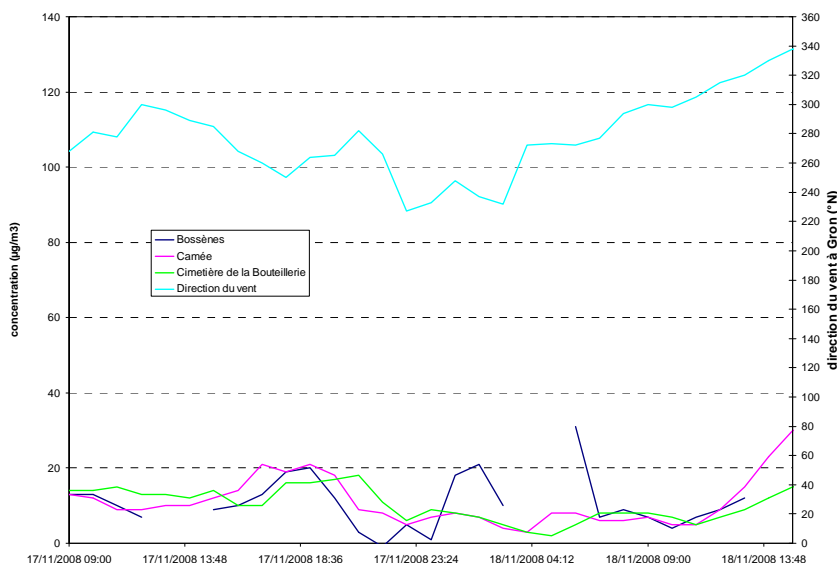
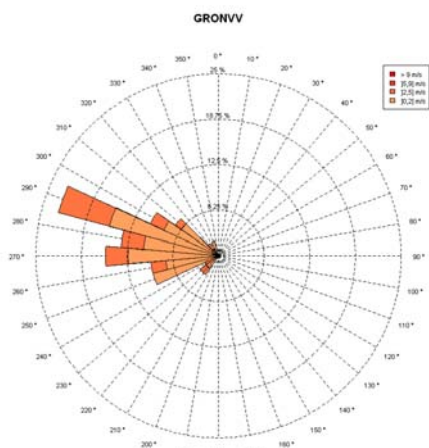
Graphique 18 : évolution temporelle des concentrations en PM10 sur les 3 sites de mesure

influence des émissions de YARA sur les teneurs en nitrate et ammonium particulaires mesurées à proximité

Rappel du dispositif : les mesures de nitrate et d'ammonium particulaires ont été déclenchées manuellement lorsque les prévisions météorologiques prévoient des directions de vents plaçant les sites de Bossènes et Camée sous les vents des émissions de YARA.

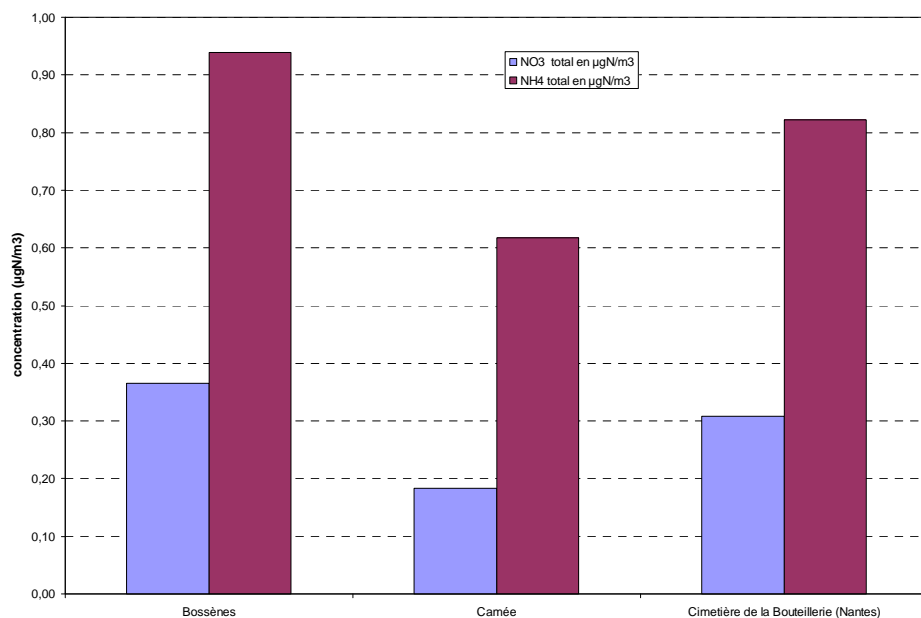
Chaque prélèvement de nitrate et d'ammonium particulaires va être étudié à partir des roses de vents et de l'évolution temporelle des concentrations en PM10.

Du 17/11/08 au 18/11/08



Graphique 19 : rose des vents

Graphique 20 : évolution horaire des teneurs en PM10 et direction du vent associé

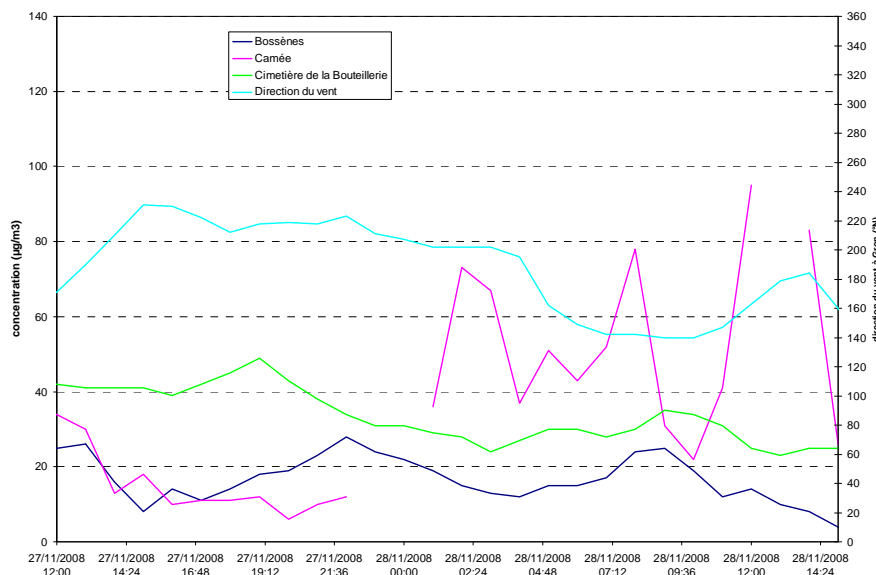
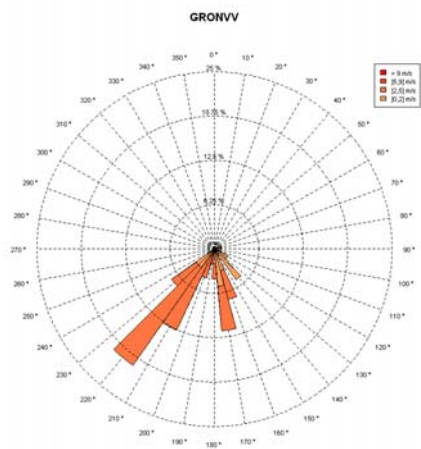


Graphique 21 : teneurs en nitrate et ammonium particulaires sur les 3 sites

Durant cette journée les vents ont essentiellement soufflé du secteur Ouest. Le site de Bossènes a été sous les vents [230°N-250°N] des émissions de YARA pendant 14 % du temps. Une influence des émissions sur les teneurs en PM10 est constatée dans la nuit du 17 au 18 novembre.

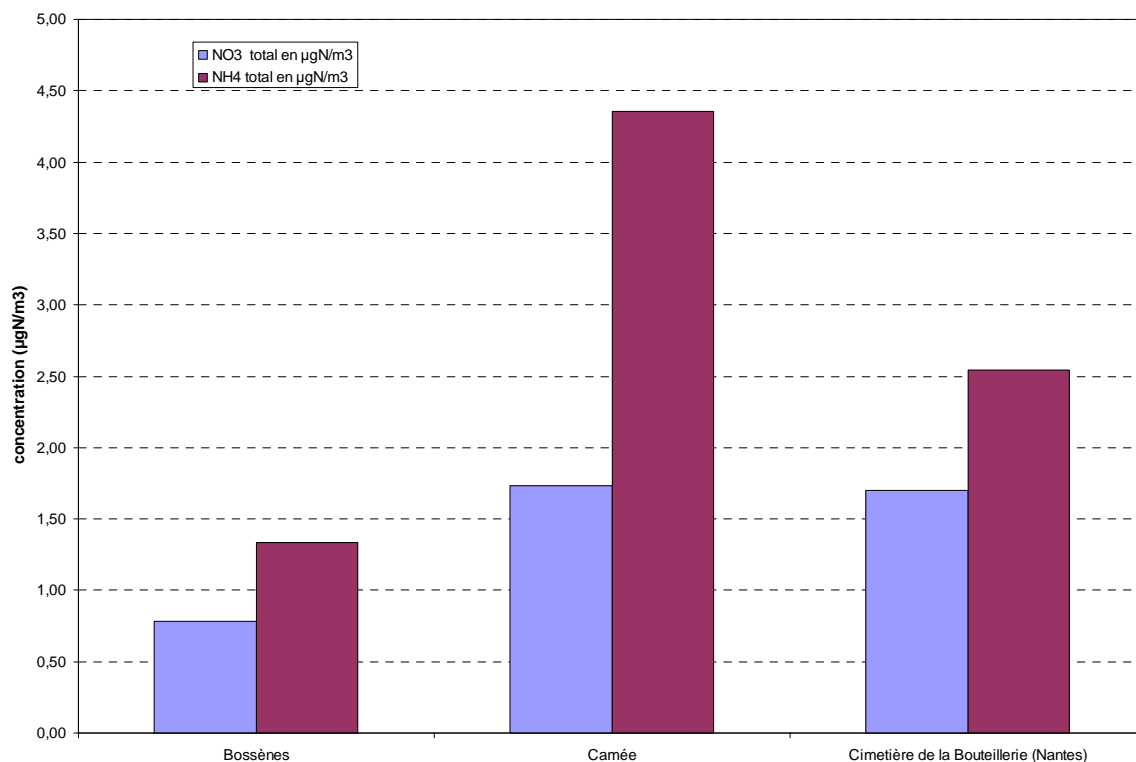
Les teneurs en nitrate et ammonium particulaires demeurent faibles inférieures à 1 µN/m³ sur les 3 sites. Par comparaison aux teneurs enregistrées à Camée qui n'a pas été influencé par les émissions de YARA, les teneurs à Bossènes sont légèrement plus élevées indiquant une influence possible mais faible des émissions de l'établissement.

Du 27/11/08 au 28/11/08



Graphique 22 : rose des vents

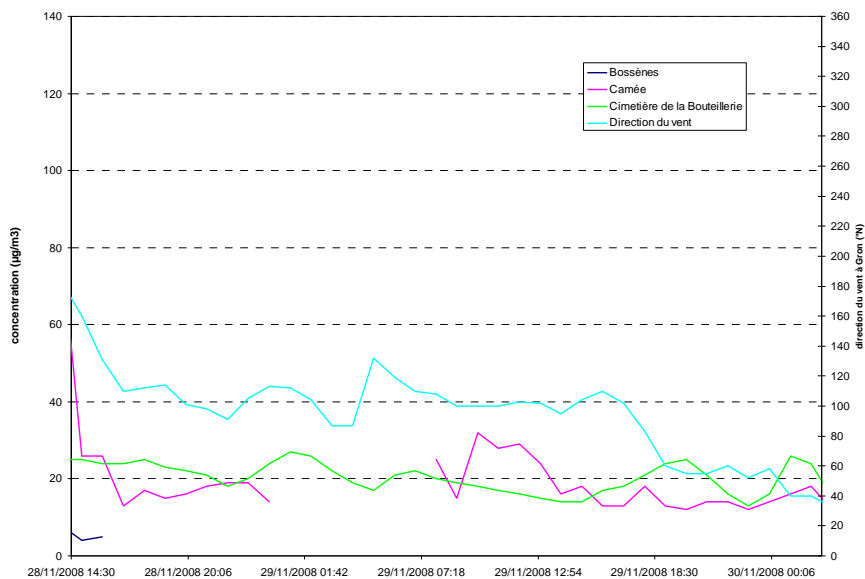
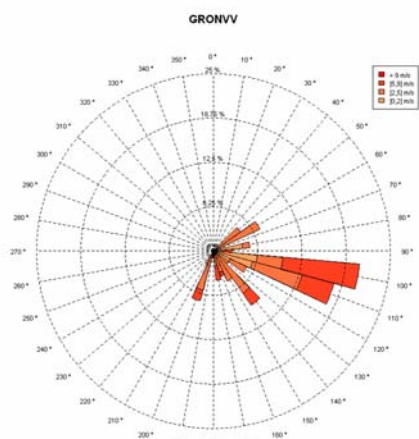
Graphique 23 : évolution horaire des teneurs en PM10 et direction du vent associé



Graphique 24 : teneurs en nitrate et ammonium particulaires sur les 3 sites

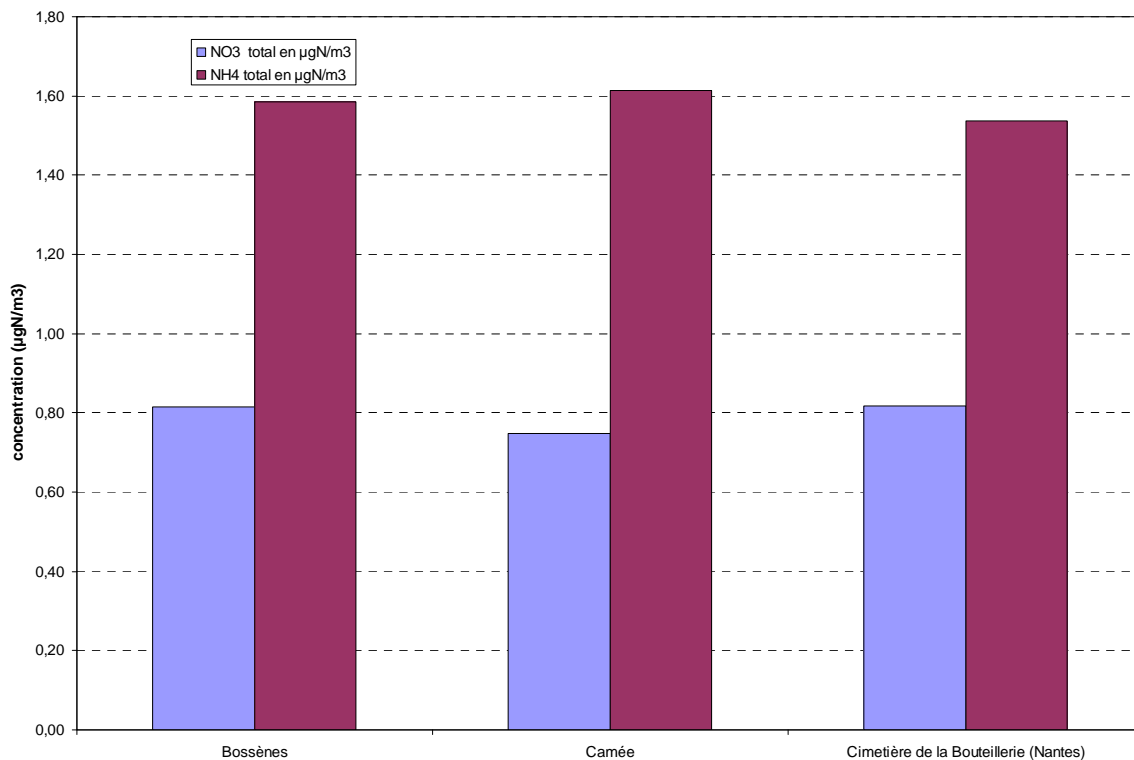
L'évolution des teneurs horaires en PM10 montre une influence des émissions de YARA par vents de Sud-Est sur le site de Camée où des pointes PM10 sont détectées la journée du 28 novembre. Cet impact de YARA est également visible sur les teneurs en nitrate et ammonium particulaires. Les teneurs à Camée atteignent $4,5 \mu\text{gN}/\text{m}^3$ pour NH4 et 1.7 pour NO3 soient des niveaux 2.5 fois supérieurs à ceux enregistrés sur le site de Bossènes qui n'a pas été influencé par les émissions de YARA.

Du 28/11/08 au 30/11/08



Graphique 25 : rose des vents

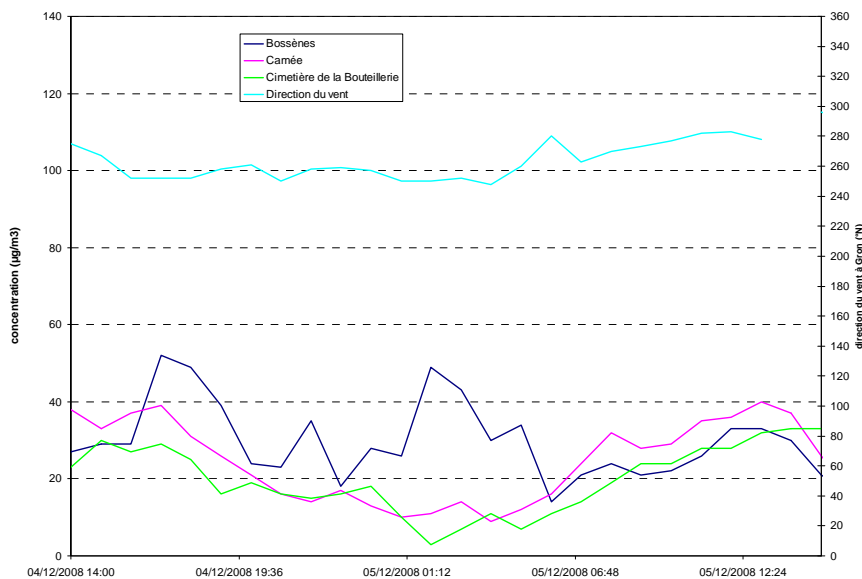
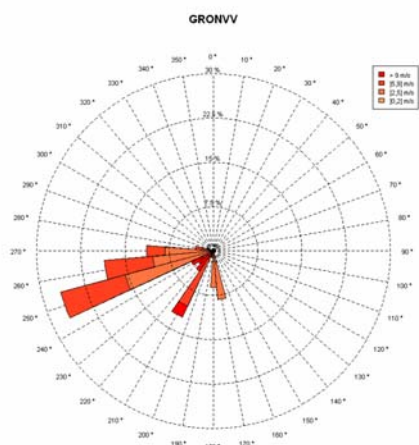
Graphique 26 : évolution horaire des teneurs en PM10 et direction du vent associé



Graphique 27 : teneurs en nitrate et ammonium particulières sur les 3 sites

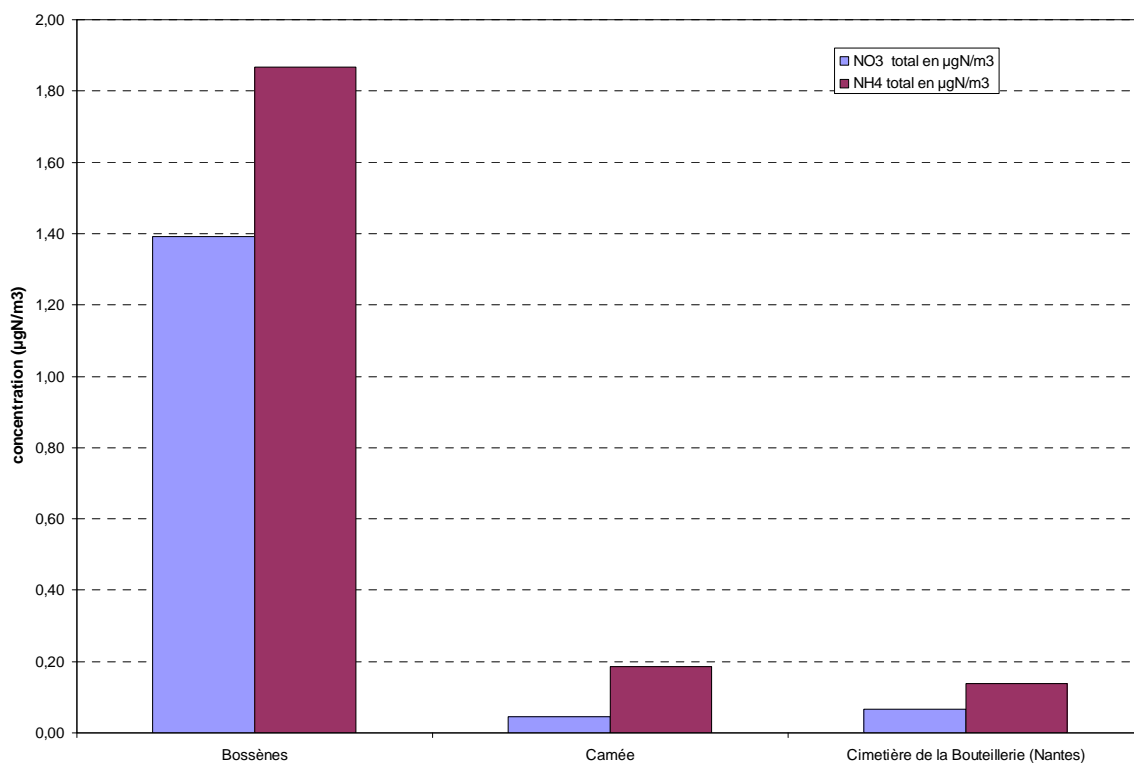
Initialement prévu au secteur Sud Sud Est, les vents ont en réalité soufflé du secteur Est Sud-Est. Aucune influence de YARA n'est détectée sur les teneurs en PM10 mesurées à Camée. Les teneurs en nitrate et ammonium particulières dans l'environnement de YARA et sur le site urbain de Nantes sont très proches et ne montrent pas d'influence des émissions de YARA.

Du 04/12/08 au 05/12/08



Graphique 28 : rose des vents

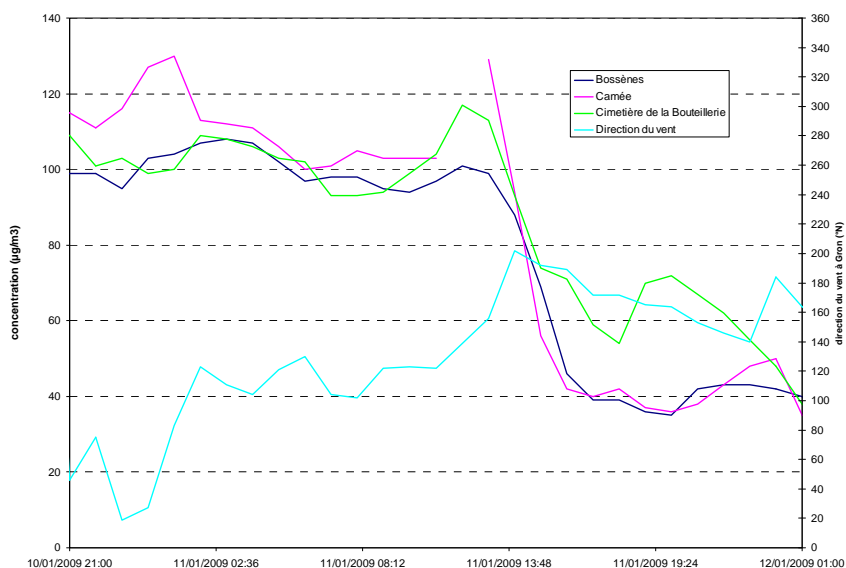
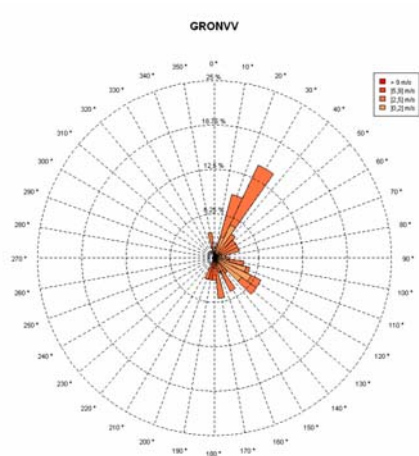
Graphique 29 : évolution horaire des teneurs en PM10 et direction du vent associé



Graphique 30 : teneurs en nitrate et ammonium particulaires sur les 3 sites

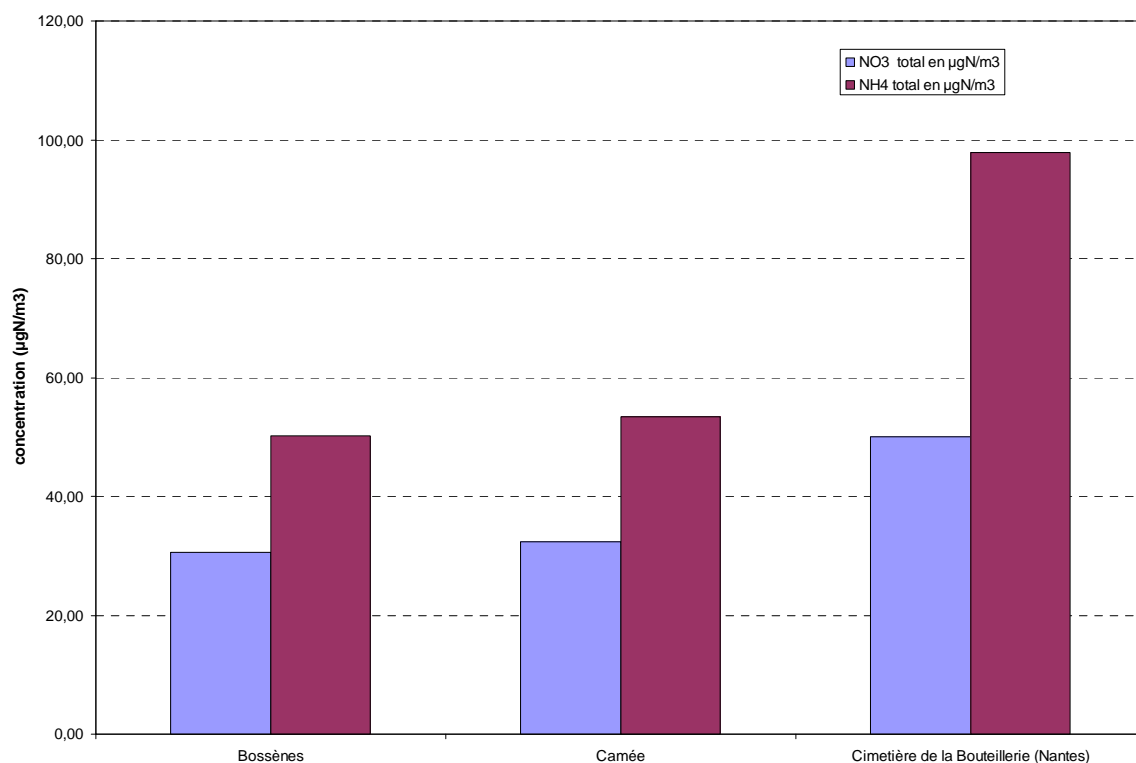
Compte tenu des vents de Sud-Ouest qui ont soufflé durant cette journée, une influence de YARA est visible sur les teneurs en PM10 mesurées à Bossènes. Cet impact est également détecté sur les teneurs en nitrate et ammonium particulaires avec des concentrations qui atteignent respectivement 1.8 µgN/m³ et 1.4 µgN/m³ sur Bossènes à comparer aux niveaux de Camée et Nantes qui ne dépassent pas 0.2 µgN/m³.

Du 10/01/09 au 12/01/09



Graphique 31 : rose des vents

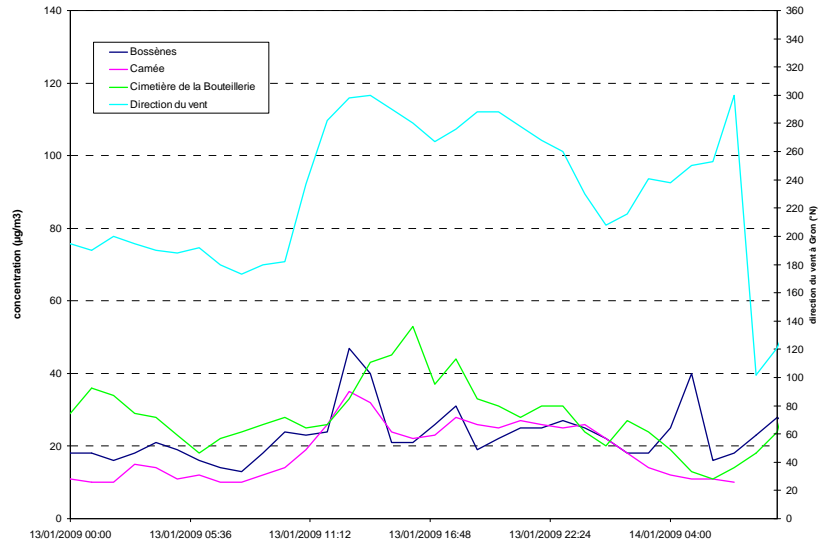
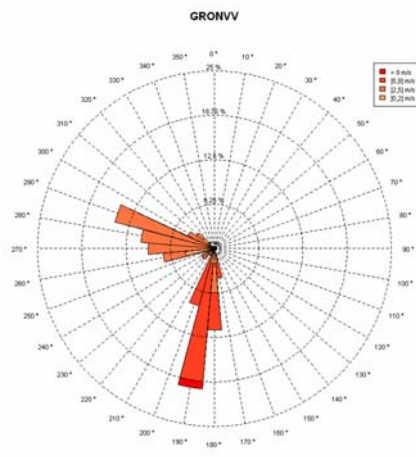
Graphique 32 : évolution horaire des teneurs en PM10 et direction du vent associé



Graphique 33 : teneurs en nitrate et ammonium particulaires sur les 3 sites

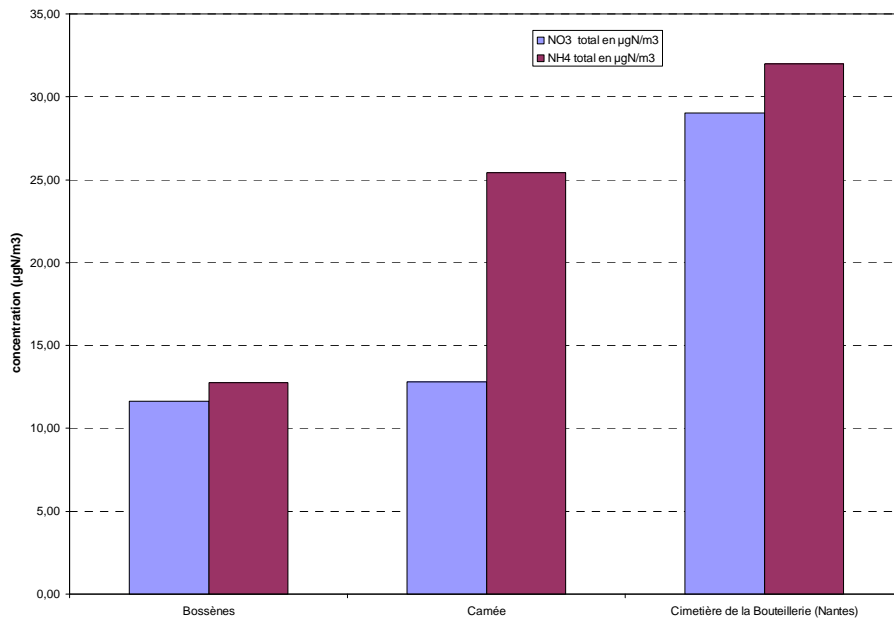
Les directions de vents prévues étant dans le secteur susceptible d'impacter le site de Camée, un prélèvement a été mis en œuvre durant ces deux journées. Ce prélèvement coïncide avec l'épisode généralisé de pollution particulaire avec des teneurs en PM10 qui dépassent les $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ la nuit du 10-11 décembre et la matinée du 11 décembre. Les concentrations en nitrate et ammonium particulaires sont également élevées et atteignent respectivement $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à Nantes. Dans l'environnement de YARA, elles sont près de deux fois plus faibles ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de NH_4 et $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Compte tenu de ses fortes valeurs de nitrate et d'ammonium dues à l'épisode global de poussières, il est difficile de mettre en évidence un éventuel impact de YARA.

Du 13/01/09 au 14/01/09



Graphique 34 : rose des vents

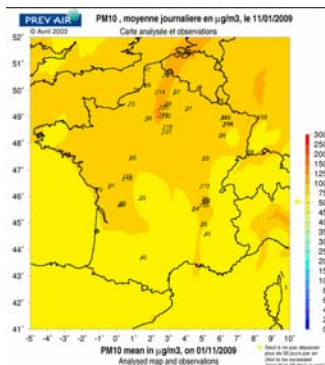
Graphique 35 : évolution horaire des teneurs en PM10 et direction du vent associé



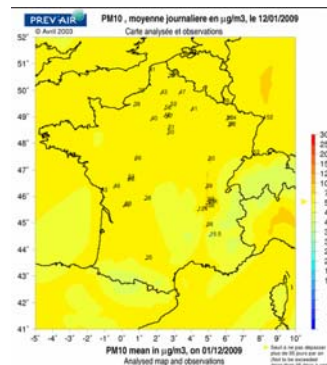
Graphique 36 : teneurs en nitrate et ammonium particulaires sur les 3 sites

Les teneurs en PM10 ne montrent pas d'influence des émissions de YARA.

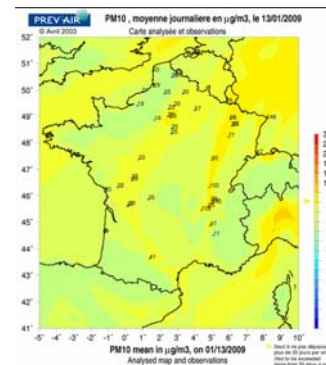
Les mesures en nitrate et ammonium particulaires sont supérieures à 10 µgN/m³ sur l'ensemble des trois sites. Ces niveaux correspondent à la fin de l'épisode de pollution particulaire survenue en France lors de la première quinzaine de janvier (cf. cartes suivantes). De ce fait, il paraît difficile de déterminer un éventuel impact de l'établissement.



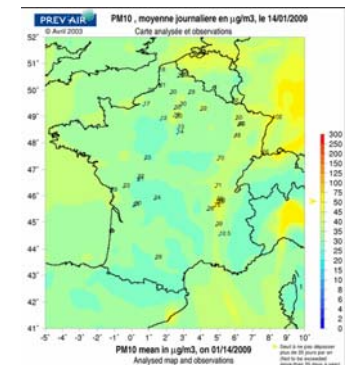
Moyennes journalières en PM10 – 11/01/09



Moyennes journalières en PM10 – 12/01/09

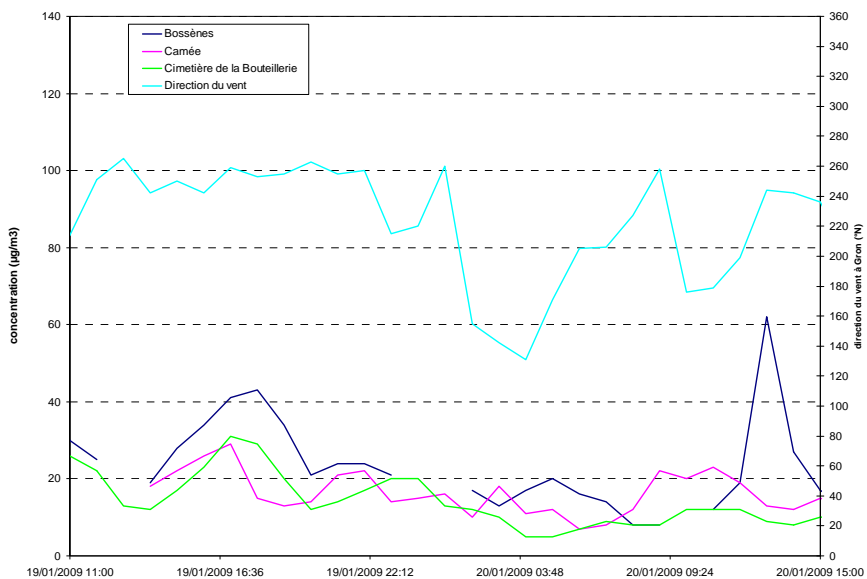
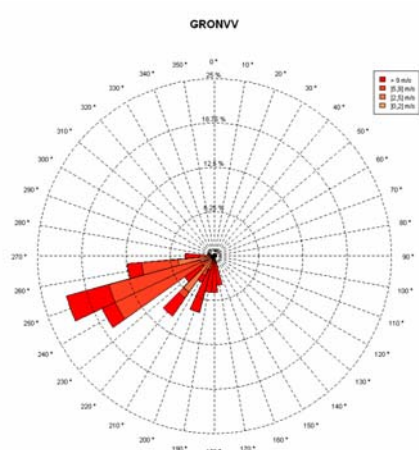


Moyennes journalières en PM10 – 13/01/09



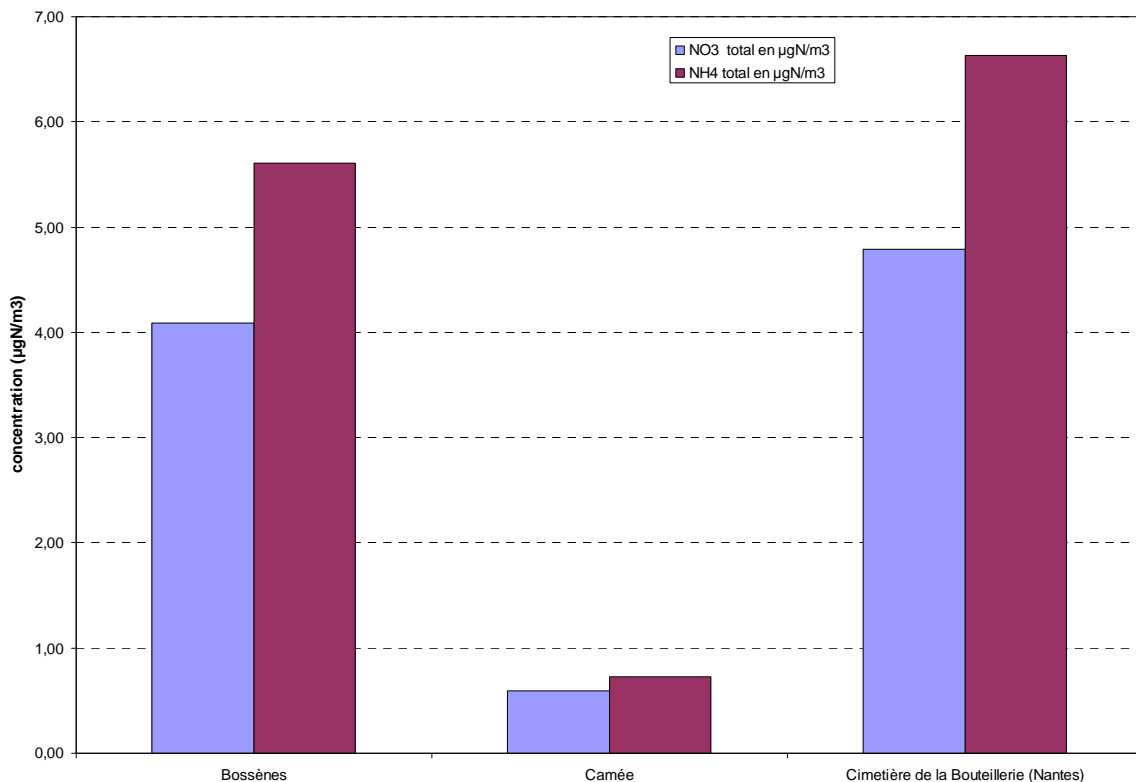
Moyennes journalières en PM10 – 14/01/09

Du 19/01/09 au 20/01/09



Graphique 37 : rose des vents

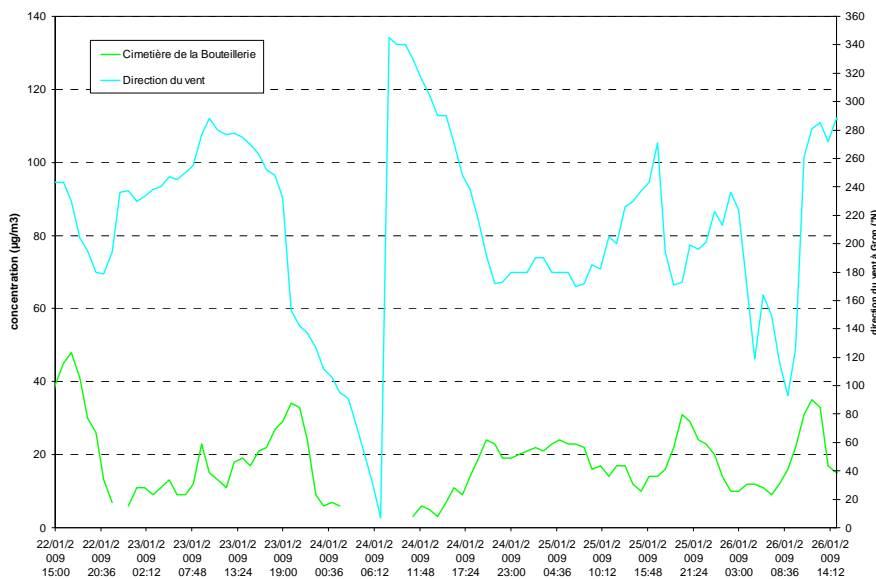
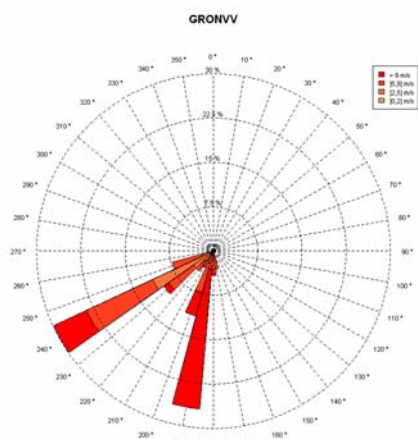
Graphique 38 : évolution horaire des teneurs en PM10 et direction du vent associé



Graphique 39 : teneurs en nitrate et ammonium particulaires sur les 3 sites

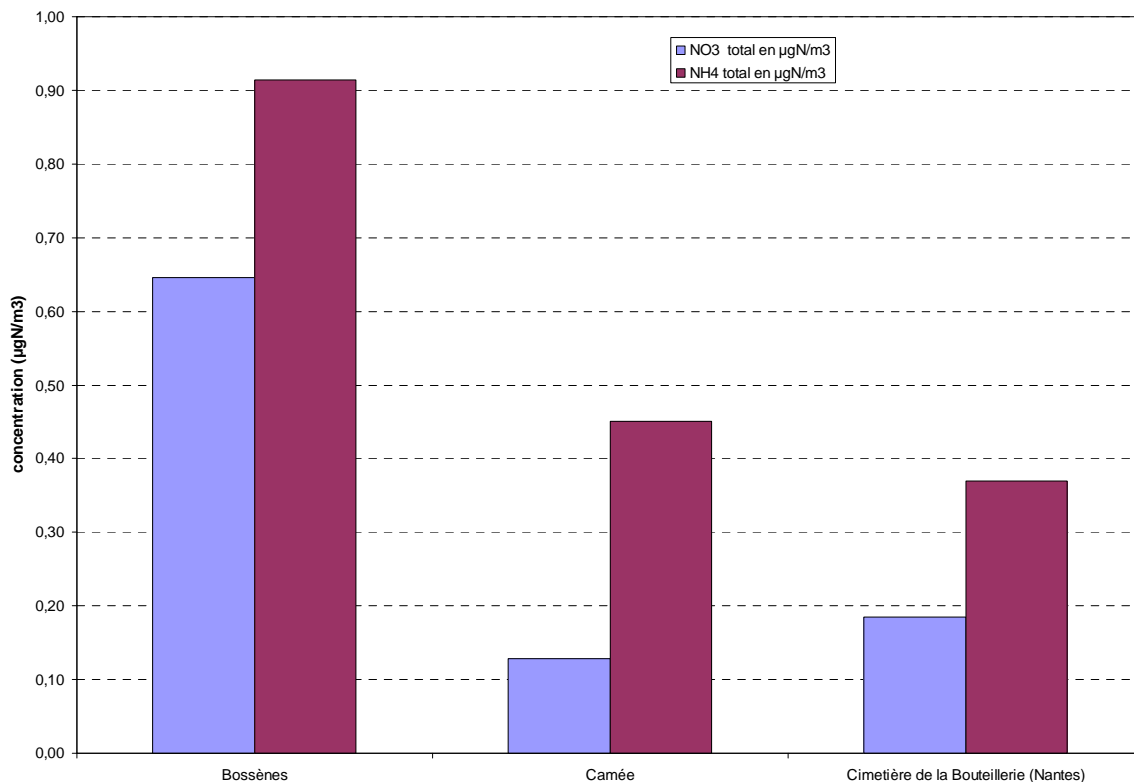
Durant cette journée, les vents ont soufflé exclusivement du secteur Sud-Ouest plaçant ainsi le site de Bossènes sous les vents de YARA. Une influence des émissions de l'établissement est enregistrée notamment dans l'après-midi où une hausse des teneurs horaires en PM10 est enregistrée (60 µg/m³ à comparer au bruit de fond d'une quinzaine de µg/m³). Cette influence est également visible sur les teneurs en nitrate et ammonium particulaires. A Bossènes des teneurs supérieures à 4 µgN/m³ sont en effet mesurées tandis qu'au même moment à Camée elles ne dépassent pas 1 µgN/m³. Il est à noter que les concentrations à Bossènes sont proches de celles mesurées à Nantes.

Du 22/01/09 au 26/01/09



Graphique 40 : rose des vents

Graphique 41 : évolution horaire des teneurs en PM10 et direction du vent associé



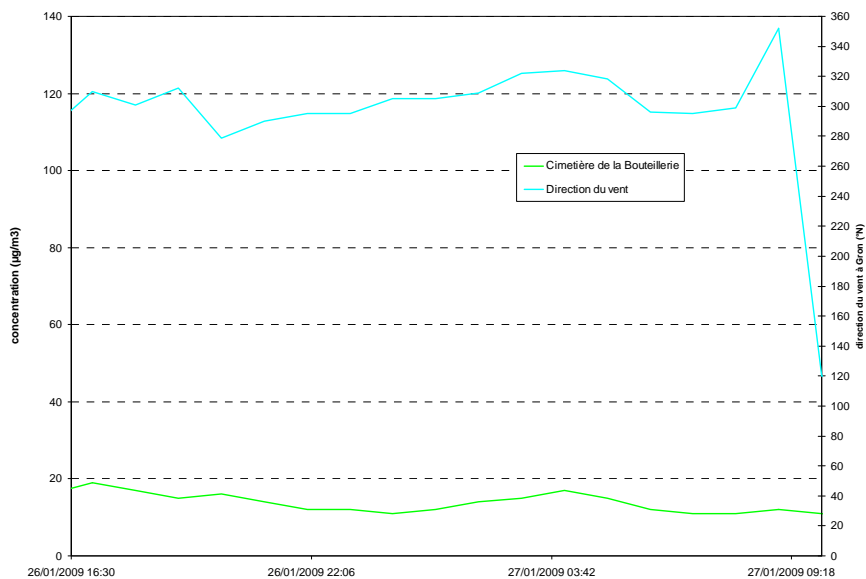
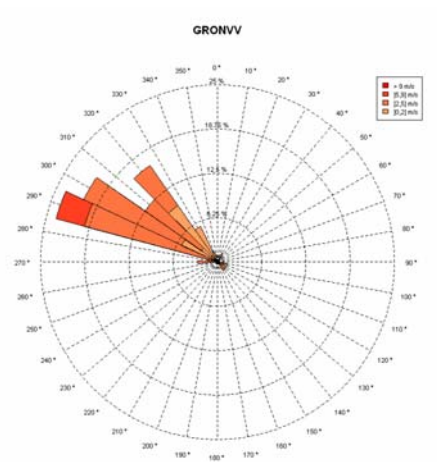
Graphique 42 : teneurs en nitrate et ammonium particulières sur les 3 sites

Le suivi des poussières fines dans l'environnement de YARA s'est terminé le 22 janvier dans la matinée. Les teneurs en poussières ne sont donc pas disponibles pour ce prélèvement et le suivant.

Les niveaux en nitrate et ammonium particulières sont inférieurs à 1 µgN/m³ sur les 3 sites. Durant ce prélèvement le site de Bossènes a été sous les vents (secteur de 230°N à 250°N) de YARA pendant 47 % du temps tandis que Camée a été sous les vents de l'établissement [140°N -170°N] que 3 % du temps.

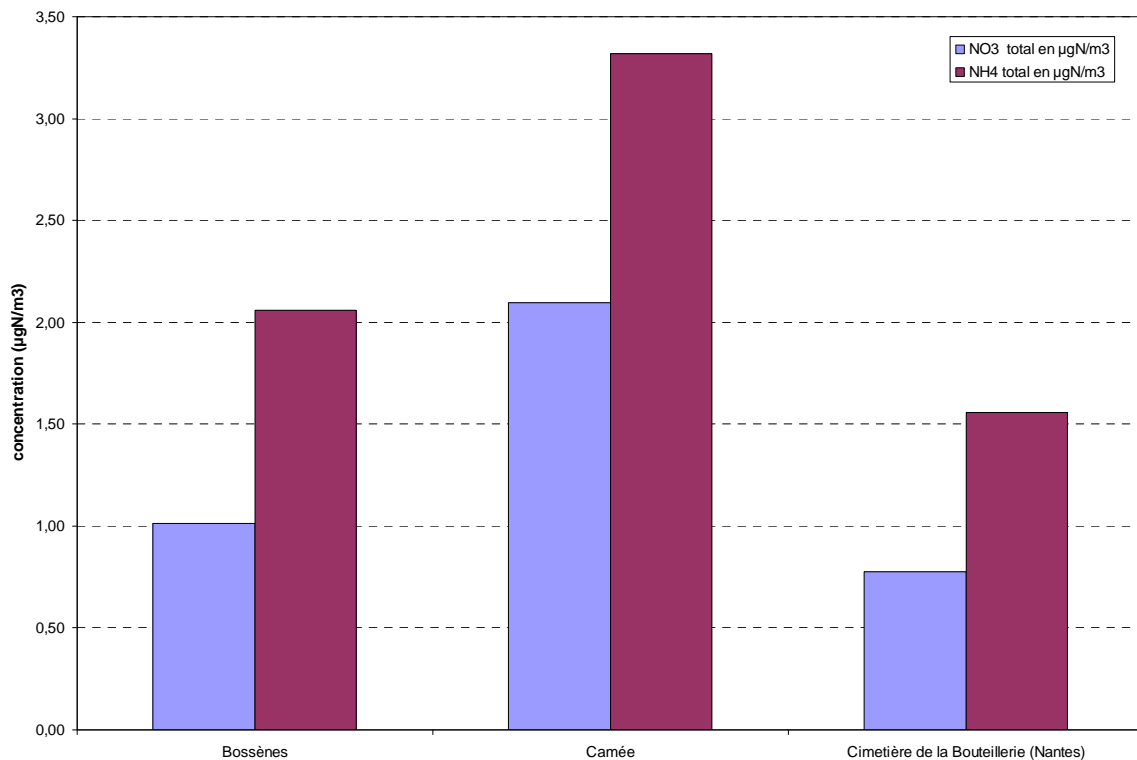
Une influence de YARA peut être alors évoquée pour expliquer les niveaux en nitrate et ammonium légèrement plus élevés à Bossènes que sur le site de Camée, ce dernier présente des niveaux comparables à ceux de Nantes.

Du 26/01/09 au 27/01/09



Graphique 43 : rose des vents

Graphique 44 : évolution horaire des teneurs en PM_{10} et direction du vent associé



Graphique 45 : teneurs en nitrate et ammonium particulières sur les 3 sites

Durant ce prélèvement les vents initialement prévus au secteur ouest ont soufflé plutôt au Nord-Ouest. Les sites de Bossènes et de Camée n'ont pas été sous les vents de l'établissement. Les variations des niveaux en nitrate particulaire et ammonium particulières ne peuvent être attribuées aux émissions de YARA.

conclusions sur les mesures de nitrate et d'ammonium particulières

La série de 10 prélèvements a permis d'avancer les conclusions suivantes :

Dans l'environnement de YARA, les niveaux sont très variables d'un prélèvement à l'autre avec des teneurs minimales inférieures à $0.5 \mu\text{gN}/\text{m}^3$ tandis que les maxima atteignent plusieurs dizaines de $\mu\text{gN}/\text{m}^3$. Cette forte variabilité des concentrations est également visible à Nantes et dans une moindre mesure à la Tardière.

Les teneurs moyennes dans l'environnement de YARA sont légèrement plus faibles que celles mesurées à Nantes et supérieures à celles mesurées sur les stations rurales MERA de la Tardière, Peyrusse Vieille et Revin.

L'évolution temporelle des concentrations en nitrate et ammonium particulières est cohérente avec celle enregistrée des poussières fines, notamment lors du prélèvement du 10 au 12 janvier 2009 où les concentrations en nitrate et ammonium sont maximales et atteignent plusieurs dizaines de $\mu\text{gN}/\text{m}^3$ sur les 3 sites de mesure. Cette hausse est synchrone avec l'épisode de pollution particulaire généralisé survenu à ces dates sur l'ensemble de la France.

L'étude croisée des mesures de nitrate et d'ammonium particulières sur les 3 sites, des teneurs en poussières fines mesurées simultanément et des roses de vents a permis de mettre en évidence une influence limitée des émissions de YARA sur les teneurs en nitrate et ammonium particulières à Bossènes et Camée. Cette influence est variable selon les prélèvements et se traduit par un apport maximal de quelques $\mu\text{gN}/\text{m}^3$; valeur cohérente avec les résultats de l'étude de modélisation. Elle reste bien inférieure à l'impact que peut produire un épisode de pollution particulaire généralisé sur plusieurs centaines de kilomètres.

conclusions et perspectives

Les mesures de poussières fines, de nitrate et ammonium particulières réalisées dans l'environnement de YARA sur les sites de Bossènes et de Camée mais également sur le site urbain non influencé de Nantes a permis de mettre en évidence plusieurs faits marquants.

concernant les teneurs en poussières fines

L'épisode de pollution de PM₁₀ survenu durant la première quinzaine de janvier 2009 dans les Pays de la Loire et plus généralement en France a également été détecté en Basse-Loire dans l'environnement de YARA. Lors de cet épisode le seuil d'information et de recommandation a été dépassé à Nantes et Angers et également en Basse-Loire.

Par extrapolation à l'année des mesures effectuées durant les 3 mois et par comparaison aux sites urbains, les risques de dépassement des valeurs limites et de l'objectif de qualité restent faibles dans l'environnement de YARA, malgré la proximité de l'établissement et ses émissions de poussières associées ;

Sur les 3 mois de mesure, une vingtaine de hausses de PM₁₀ qui ont duré 3-4 heures en moyenne sont détectées spécifiquement à proximité de l'établissement lorsque le site de mesure est sous les vents de l'établissement. Cette influence des émissions de YARA peut être estimée à un apport de PM₁₀ d'une trentaine de $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur les sites les plus proches (Bossènes et Camée) et une quinzaine de $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur le site plus éloigné de Parscau du Plessis. Ces résultats sont en accord avec l'étude de modélisation.

concernant les teneurs en nitrate et ammonium particulières

Dans l'environnement de YARA et à Nantes, les niveaux sont très variables d'un prélèvement à l'autre avec des teneurs minimales inférieures à $0,5 \mu\text{gN}/\text{m}^3$ tandis que les maxima atteignent plusieurs dizaines de $\mu\text{gN}/\text{m}^3$ au moment de l'épisode généralisé de pollution durant la première quinzaine de janvier. Les teneurs moyennes dans l'environnement de YARA sont légèrement plus faibles que celle mesurées à Nantes et supérieures à celles mesurées sur les stations rurales MERA de la Tardière, Peyrusse Vieille et Revin.

L'évolution temporelle des concentrations en nitrate et ammonium particulières est cohérente avec celle enregistrée des poussières fines, notamment lors du prélèvement du 10 au 12 janvier 2009 où les concentrations en nitrate et ammonium sont maximales et atteignent plusieurs dizaines de $\mu\text{gN}/\text{m}^3$ sur les 3 sites de mesure. Cette hausse est synchronisée avec l'épisode de pollution particulaire généralisé survenu à ces dates sur l'ensemble de la France.

L'étude croisée des mesures de nitrate et d'ammonium particulières sur les 3 sites, des teneurs en poussières fines mesurées simultanément et des roses de vents a permis de mettre en évidence une influence limitée des émissions de YARA sur les teneurs en nitrate et ammonium particulières à Bossènes et Camée. Cette influence est variable selon les prélèvements et se traduit par un apport maximal de quelques $\mu\text{gN}/\text{m}^3$, valeur cohérente avec les résultats de l'étude de modélisation. Elle demeure bien inférieure à l'impact qu'a produit l'épisode particulaire généralisé de janvier.

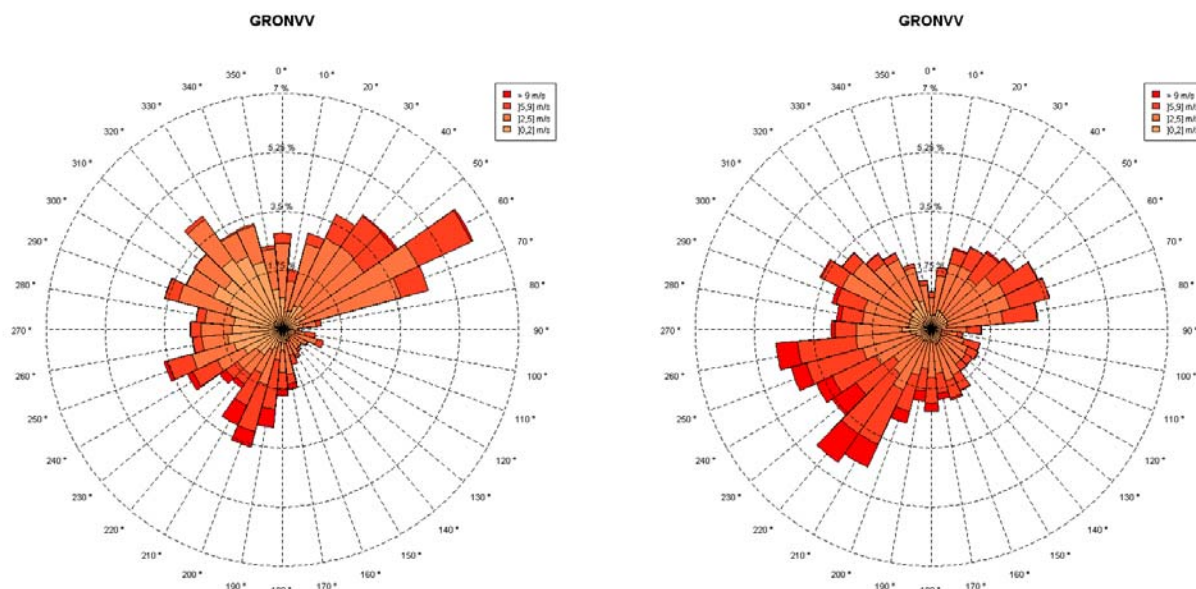
Dans l'hypothèse d'une poursuite de l'évaluation des niveaux de poussières dans l'environnement de l'établissement, des campagnes périodiques de mesure ou un suivi annuel peuvent être envisagés. Ces études moins instrumentées se focaliseraient sur la mesure des poussières fines en zones habitées (site de Camée par exemple). Un suivi annuel permettrait de situer de façon stricte les niveaux de poussières fines par rapport à l'objectif de qualité et aux valeurs limites.

annexes

- annexe 1 : conditions météorologiques durant la campagne de mesure
- annexe 2 : validation des mesures de nitrate et d'ammonium particulières
- annexe 3 : Air Pays de la Loire
- annexe 4 : types des sites de mesure
- annexe 5 : polluants
- annexe 6 : seuils de qualité de l'air 2008

annexe 1 : conditions météorologiques durant la campagne de mesure

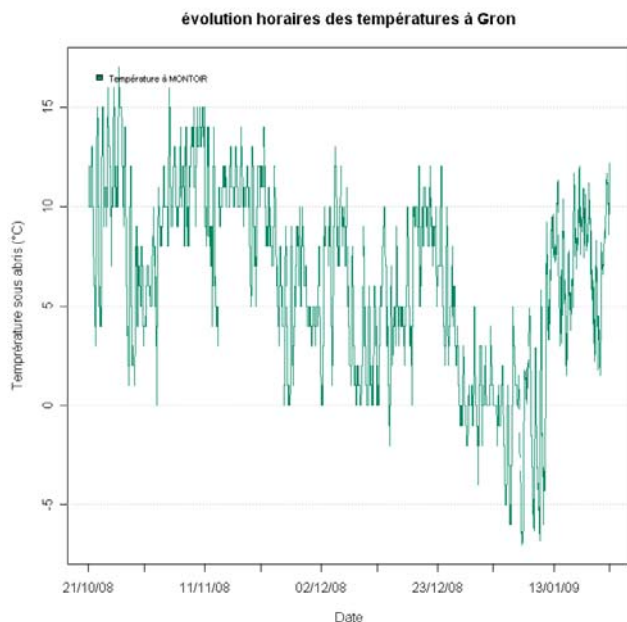
Du 21 octobre au 22 janvier 2009 les vents ont soufflé conformément aux normales du secteur Sud-Ouest et Nord-Est (cf. graphiques ci-après) il est à noter la présence durant la campagne de mesure de vents de Nord-Est plus fréquents que la normale.



Rose des vents à Gron du 21 octobre au 22 janvier 2009 (source Météo France)

Rose des vents normale sur 10 ans calculée à Gron pour les mois de novembre –décembre et janvier (source Météo France).

La fin de l'année 2008 et la première quinzaine de janvier 2009 se caractérisent par une vague de froid. Un temps froid sec ensoleillé s'installe en effet dans l'Ouest dès le lendemain de Noël avec l'établissement d'un flux d'Est sec, lié à l'installation de hautes pressions sur l'Europe occidentale. Cette vague de froid particulièrement intense survenue en début d'année sur les Pays de la Loire et plus globalement sur la France a contribué à l'apparition d'épisodes de pollution aux particules fines.



annexe 2 : validation des mesures de nitrate et d'ammonium particulaires

Compte tenu de l'aspect novateur des mesures de nitrate et d'ammonium particulaires, une phase de test et de validation de la méthode a été effectuée préalablement aux mesures réalisées dans l'environnement de YARA ; le principe de collecte est décrit dans le corps du document. Rappelons ici que la collecte est effectuée via 4 phases successives :

- Phase 1 : coupure granulométrique à 10 µm ;
- Phase 2 : prélèvement de l'ammoniac (NH₃) et de l'acide nitrique (HNO₃) présents dans l'air ;
- Phase 3 : collecte de la phase particulaire du nitrate d'ammonium pour analyse de NO₃⁻ et NH₄⁺ ;
- Phase 4 : collecte de la phase gazeuse (NH₃ et HNO₃) due à l'éventuelle volatilisation du nitrate d'ammonium suivie d'une analyse des ions nitrate (NO₃⁻) et ammonium (NH₄⁺).

Le conditionnement des substrats de collecte et les analyses ont été effectués par le laboratoire SGS Multilab selon la norme NF EN 10304 et le protocole MERA.

vérification de la pureté des filtres

Afin de vérifier la pureté des filtres de collecte, des mesures de nitrate et d'ammonium ont été effectuées selon le protocole MERA sur :

1 série de 10 filtres vierges utilisés pour la collecte de la phase particulaire (filtre 1 –phase 3).

2 séries de 10 filtres imprégnés (filtre 2 et filtre 3) vierges utilisés pour la collecte de la phase gazeuse (NH₃ et HNO₃) dues à la volatilisation de la phase particulaire.

L'ensemble des résultats est reporté dans le tableau suivant.

	NO3 et NH4 particulaire (Filtre 1)				NO3 (Filtre 2) et NH4 (Filtre 3) sur filtre imprégné				
	N° lot Zéfluor	Date d'extraction	NO3 en µgN/filtre	NH4 en µgN/filtre	N° lot Whatman	Date imprégnation	Date extraction	NO3 en µgN/filtre	NH4 en µgN/filtre
Solution d'imprégnation		16/10/2008				16/10/2008	16/10/2008	<LQ	<LQ
Solution d'extraction			0,540	<LQ				<LQ	<LQ
Filtre 1	T 929081	16/10/2008	0,540	<LQ	J11367838	16/10/2008	16/10/2008	<LQ	1,160
Filtre 2			1,020	<LQ				<LQ	1,320
Filtre 3			0,560	<LQ				<LQ	0,960
Filtre 4			1,080	<LQ				<LQ	0,940
Filtre 5			1,100	<LQ				<LQ	0,960
Filtre 6			0,700	<LQ				<LQ	1,140
Filtre 7			0,800	<LQ				<LQ	1,000
Filtre 8			1,040	<LQ				<LQ	1,100
Filtre 9			0,460	<LQ				<LQ	1,040
Filtre 10			0,540	<LQ				<LQ	1,000
Moyenne			0,784	<LQ				<LQ	1,062
Limite de quantification			0,400	0,200				0,400	0,200

Les teneurs en NO₃⁻ et NH₄⁺ mesurées dans les solutions d'imprégnation et d'extraction sont inférieures ou très proches des limites de quantification analytiques indiquant une bonne pureté de ces solutions.

L'analyse des différentes séries de filtres montre :

Aucune contamination en ammonium due aux filtres utilisés pour la collecte de la phase particulaire (filtre 1).

Aucune contamination en nitrate due à l'utilisation des filtres imprégnés (filtre 2) servant à la collecte de l'acide nitrique.

Une teneur moyenne en nitrate légèrement plus élevée sur les filtres utilisés pour la collecte de la phase particulaire (filtre 1) que celle mesurée dans la solution d'extraction.

Une teneur moyenne en NH₄⁺ sur le filtre imprégné utilisé pour la collecte de l'ammoniac gazeux (filtre 3) significativement plus élevée que la limite de quantification. Ce phénomène a déjà été mis en évidence [4,7] et est dû à la neutralisation du filtre acide par l'ammoniac gazeux présent dans le laboratoire.

mesures tests sur le site urbain du Cimetière de la Bouteillerie à Nantes

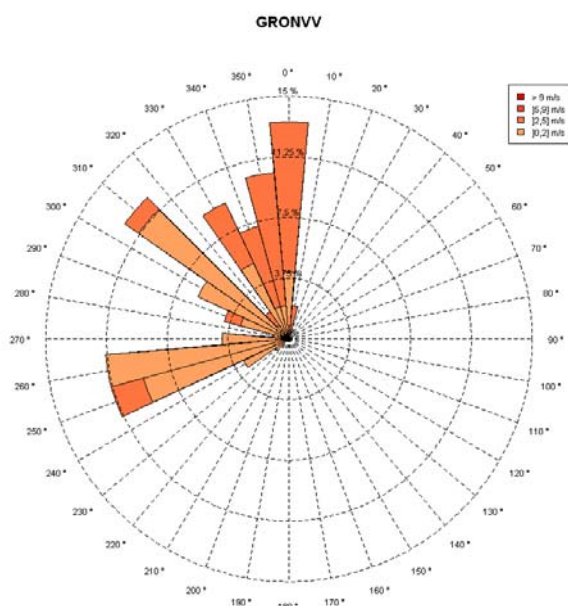
Des mesures tests ont été réalisées sur le site urbain du Cimetière de la Bouteillerie à Nantes respectivement les 29 septembre 2008 et 8 octobre 2008. Pour chaque journée de prélèvement, 4 prélèvements ont été effectués simultanément à l'aide des 4 voies de prélèvements du collecteur. Ces prélèvements sont complétés par deux blancs de terrain (cartouche laissée sur site durant la même période que le prélèvement mais sans pompage).

Les objectifs de cette phase de test sur le terrain sont de :

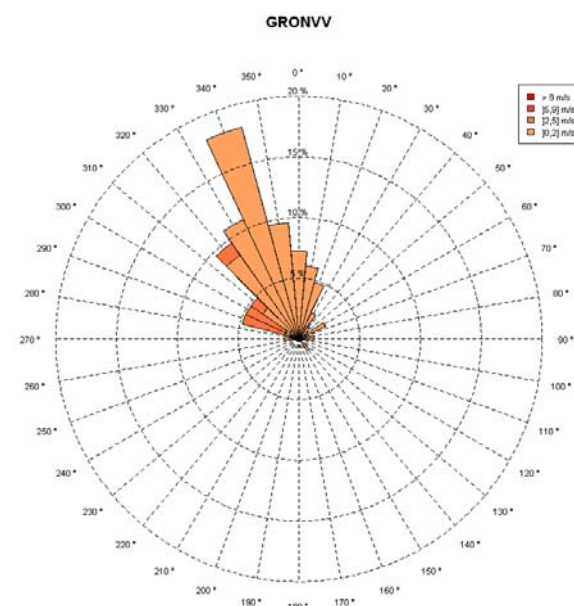
- connaître les éventuelles difficultés météorologiques avant le lancement des mesures dans l'environnement de YAYA ;
- comparer les blancs de terrain par rapport aux blancs laboratoire ;
- évaluer les blancs de terrain par rapport aux prélèvements réels ;
- évaluer la variabilité des niveaux en nitrate et ammonium particulaire via la mesure de 4 échantillons simultanés.

les conditions météorologiques les 29 septembre et 8 octobre 2008 et les niveaux de PM₁₀ associées

Ces deux journées se caractérisent par la présence de vents de secteur Sud-Ouest à Nord-Ouest. Notons la présence de vents de Sud-Ouest le 29 septembre 2008.

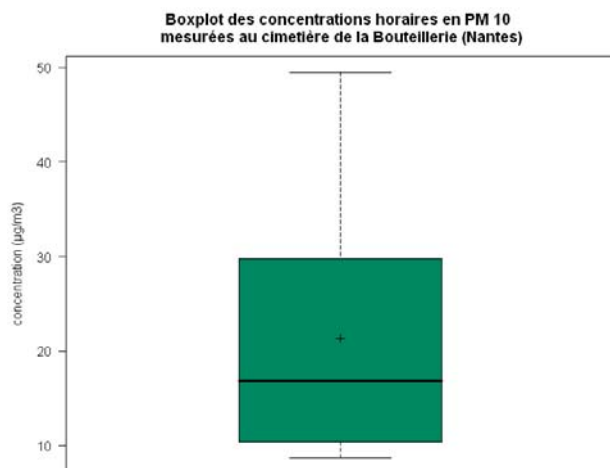


Rose de vents à Gron pour la journée du 29 septembre 2008

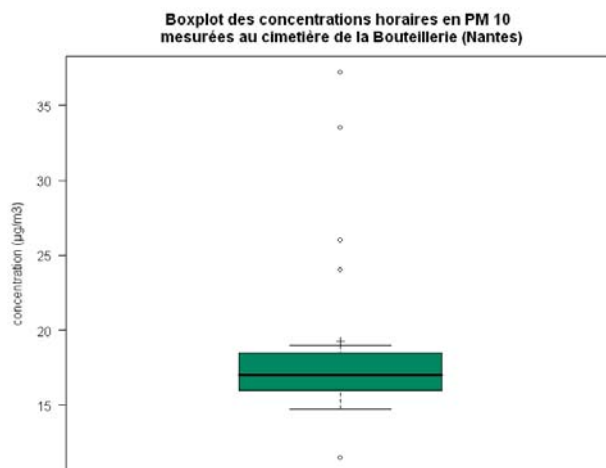


Rose de vents à Gron pour la journée du 8 octobre 2008

Les niveaux de poussières fines enregistrées durant ces deux journées sont demeurés faibles avec une pollution moyenne journalière inférieure à $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Boxplot des concentrations horaires en PM10 au Cimetière de la Boutellerie le 29 septembre 2008



Boxplot des concentrations horaires en PM10 au Cimetière de la Boutellerie le 8 octobre 2008

comparaison blancs/ prélèvements

Le tableau suivant présente les concentrations moyennes en nitrate et ammonium mesurées sur les blancs laboratoires, les blancs de terrain et les prélèvements réels. Les résultats sont exprimés en $\mu\text{gN}/\text{m}^3$ en considérant pour les blancs un volume journalier de prélèvement de 14.4 m^3 (volume calculé à partir de 24 h de prélèvement à un débit $0.6 \text{ m}^3/\text{h}$, débit utilisé lors des prélèvements réels).

	NO3 et NH4 particulaire (Filtre 1)		NO3 (Filtre 2) et NH4 (Filtre 3) sur filtre imprégné	
	NO3 en $\mu\text{gN}/\text{m}^3$	NH4 en $\mu\text{gN}/\text{m}^3$	NO3 en $\mu\text{gN}/\text{m}^3$	NH4 en $\mu\text{gN}/\text{m}^3$
LQ analytique	0,03	0,01	0,03	0,01
Solution d'imprégnation (n=2)	sans objet	sans objet	<LQ	<LQ
Solution d'extraction (n=2)	0,035	<LQ	<LQ	<LQ
Blanc laboratoire (n=10)	0,054	<LQ	<LQ	0,074
Blanc terrain (n=4)	<LQ	<LQ	0,040	0,216
Prélèvement (n=8)	0,841	0,678	0,094	0,700
blanc terrain / blanc laboratoire	51,0%	<LQ	<LQ	293,3%
blanc terrain / prélèvement	3,3%	2,0%	41,9%	30,9%

Tableau des concentrations moyennes en NO₃ et NH₄ durant la phase de test

Les teneurs en nitrate et d'ammonium réalisées sur les filtres aérosol (filtre 1) des blancs de terrain et des blancs laboratoires sont proches des limites de quantifications analytiques et ne représentent pas plus de 4 % des teneurs mesurées sur les prélèvements réels.

La teneur moyenne en ammonium mesurée sur les filtres imprégnés des blancs de terrain est près de trois fois plus élevée que celle mesurée sur le même type de filtre des blancs laboratoires. Ceci est dû à la collecte de l'ammoniac atmosphérique sur le filtre sachant que le blanc terrain est laissé sur le collecteur sans pompage durant la même période que le prélèvement réel.

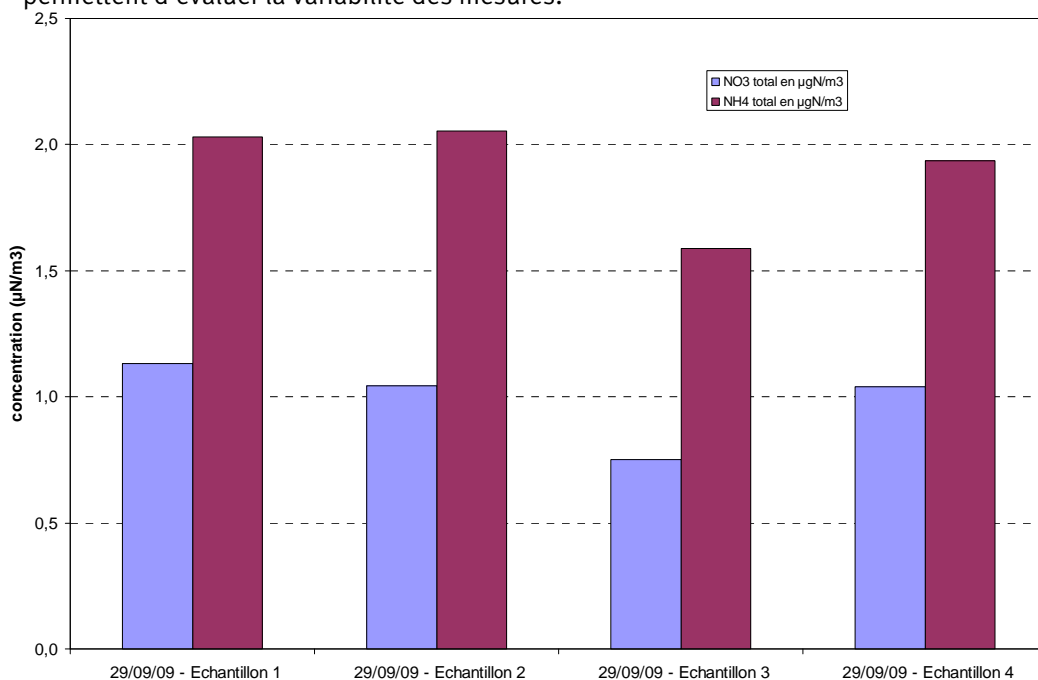
La teneur en ammonium sur les blancs de terrain représente 31 % de la teneur moyenne obtenue sur les prélèvements réels. Il faut souligner ici que les teneurs moyennes en nitrate et ammonium particulières mesurées durant les 2 journées de tests sont très faibles, inférieures à $1 \mu\text{gN}/\text{m}^3$ pour le nitrate particulaire et à $2 \mu\text{gN}/\text{m}^3$ pour l'ammonium particulaire.

Enfin, la teneur en nitrate sur le filtre imprégné (filtre 2) représente 42 % de la teneur du prélèvement réel qui est très faible sur ce type de filtre (inférieure $0.1 \mu\text{gN}/\text{m}^3$).

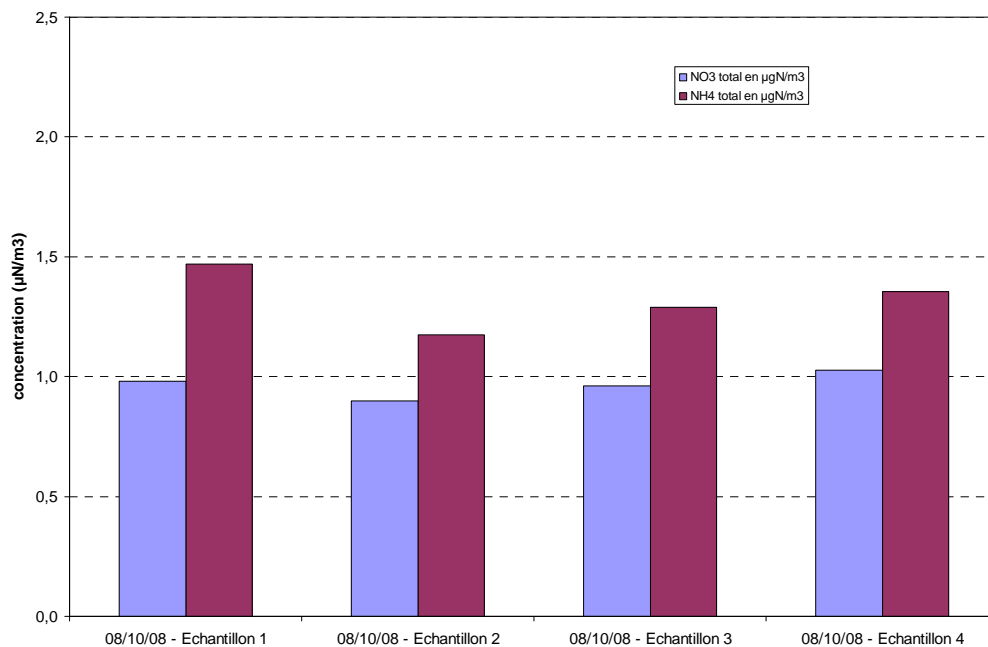
En conclusion, et afin de tenir compte en outre des phénomènes de collecte passive de l'ammonium présent dans l'air par le filtre acide, il a été décidé que chaque série de prélèvements réalisés dans l'environnement de YARA sera accompagnée d'un blanc de terrain. Les concentrations en nitrate et ammonium mesurées sur les 3 filtres du blanc seront systématiquement retranchées aux teneurs mesurées sur les prélèvements réels.

évaluation de la variabilité des mesures

Les 4 prélèvements simultanés réalisés respectivement le 29 septembre 2008 et le 8 octobre 2008 permettent d'évaluer la variabilité des mesures.



Concentration en nitrate et ammonium particulaires mesurée le 29/09/08 à Nantes



Concentration en nitrate et ammonium particulaires mesurée le 08/10/08 à Nantes

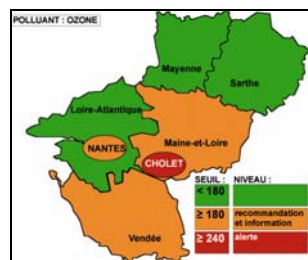
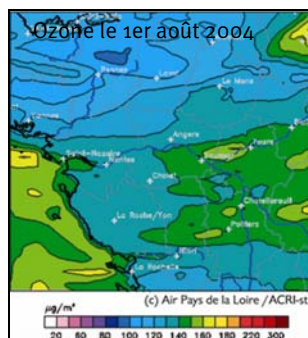
Sur les 2 journées de tests les dispersions relatives calculées (écart-type/moyenne) pour les concentrations en nitrate et ammonium particulaires sont respectivement de 11.2 % et 10 % malgré des teneurs faibles inférieures à 2 µgN/m³. Ceci suggère une bonne répétabilité de la mesure du nitrate et de l'ammonium de l'aide des cartouches Chemcom à de faibles concentrations.

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 plateforme IRIS.

informer pour prévenir



pics de pollution : une vigilance permanente

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

sur Internet : tous les résultats, tous les dossiers

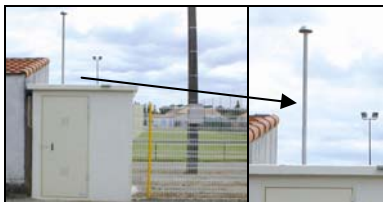
Le site Internet www.airpl.org donne accès à de très nombreuses informations sur la qualité de l'air des Pays de la Loire. Elles sont actualisées toutes les heures. On y trouve les cartes de pollution et de vigilance, les communiqués d'alerte, les indices de la qualité de l'air (Atmo, IQA), les mesures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

des publications largement diffusées

Tous les 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 3 : techniques d'évaluation

mesures



les sites fixes

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



les laboratoires mobiles

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



les préleveurs de particules

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

annexe 4 : 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 industriels

Les sites industriels sont localisés de façon à être soumis aux rejets atmosphériques des établissements industriels ; ils caractérisent la pollution maximale due à ces sources fixes.



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 5 : polluants

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.

Le nitrate d'ammonium

Le nitrate d'ammonium est un composé chimique apolaire de formule brute NH₄NO₃, principalement utilisé comme engrais hautement azoté plus connu sous le nom d'ammonitrate. Il s'agit du fertilisant le plus utilisé en France.

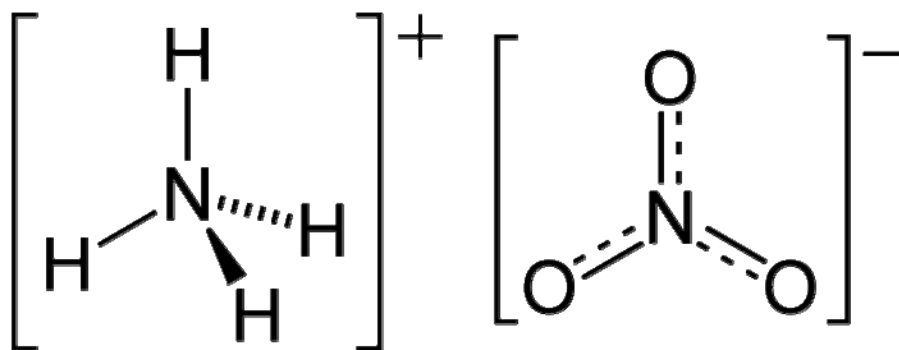


Figure 5 : formule 2D du nitrate d'ammonium.

les sources de nitrate d'ammonium

Pour déterminer les sources du nitrate d'ammonium, il s'agit de déterminer l'origine de l'ion ammonium (de formule NH₄⁺) et de l'ion nitrate (NO₃⁻).

L'ion ammonium a pour origine les émissions d'ammoniac gazeux dans l'atmosphère provenant des activités agricoles essentiellement (élevage et épandage d'engrais). Le rôle des sols est également important parce qu'ils assimilent l'azote atmosphérique pour produire de l'azote organique minéralisé ensuite à l'état d'ammoniac ou d'ammonium.

Les nitrates dans l'atmosphère sont issus principalement du cycle de l'azote dont un des produits finaux est l'acide nitrique (HNO₃), composante importante de l'acidité des précipitations issu de l'oxydation des oxydes d'azote. Les oxydes d'azote proviennent notamment de l'activité humaine. Les nitrates sont donc issus indirectement et essentiellement des activités anthropiques.

En résumé, l'ion ammonium provient essentiellement des activités agricoles tandis que le nitrate atmosphérique provient des transports et de l'industrie.

Compte tenu de la position géographique de la Loire-Atlantique, les élévations générales en nitrate d'ammonium apparaissent principalement par vent d'origine continentale (vents d'est) alors que les vents océaniques d'ouest sont associés à des niveaux globalement faibles de ces composés.

Le nitrate d'ammonium provient également d'émissions directes de sources fixes, en particulier les établissements de fabrication d'engrais, à l'exemple de l'usine YARA France de Montoir.

En conclusion, dans l'environnement de YARA France, il convient de distinguer l'influence locale de l'établissement, des épisodes généraux de pollution particulaire et de nitrate d'ammonium provenant du continent et affectant des échelles de plusieurs centaines de kilomètres.

annexe 6 : seuils de qualité de l'air 2008

TYPE DE SEUIL (µg/m ³)	DONNÉE DE BASE	POLLUANT												
		Ozone décrets 2002-213 du 15/02/02, 2003-1085 du 12/11/03 et 2007-1479 du 12/10/07 et 2008-1152 du 07/11/08 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, avis de CSHPF du 06/06/96 et 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	-	44 ⁽¹⁾	30 ⁽²⁾	40	30 ^(3,7)	0,5	7 ⁽³⁾	-	20 ⁽⁴⁾	-	-	-	-
	moyenne hivernale	-	-	-	-	-	-	-	-	20 ⁽⁴⁾	-	-	-	-
	moyenne journalière	-	-	-	50 ⁽⁵⁾	-	-	-	-	125 ⁽⁶⁾	-	-	-	-
	moyenne 8-horaire maximale du jour	-	-	-	-	-	-	-	10 000	-	-	-	-	-
	moyenne horaire	-	200 ⁽⁷⁾ 220 ⁽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 24-horaire	-	-	-	125 ⁽¹⁸⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-
seuils de recommandation et d'information	moyenne horaire	180	200	-	-	-	-	-	-	300	-	-	-	-
	moyenne 24-horaire	-	-	-	80 ⁽¹⁸⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-
objectifs de qualité	moyenne annuelle	-	40	-	30	-	0,25	2	-	50	-	-	-	-
	moyenne journalière	65 ⁽²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne 8-horaire maximale du jour	120 ⁽¹²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne horaire	200 ⁽²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AOT 40	6000 ⁽¹³⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
valeurs cibles	AOT 40	18 000 ⁽²⁾⁽¹⁴⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne annuelle	-	-	-	-	25 ⁽¹⁶⁾	-	-	-	-	0,006	0,005	0,02	0,001
	moyenne 8-horaire maximale du jour	120 ⁽¹⁵⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(1) valeur intégrant la marge de tolérance applicable en 2008 : 4 (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 2008 : 2 (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 2008 : 20 (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 2008 : 5 (valeur applicable à compter du 01/01/2010: 25)

(18) seuils du CSHPF traduits en seuils de recommandation/information et d'alerte en avril 2008

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

Koutrakis Petros, 1999

Recommendations of the expert panel on the epa speciation network, draft 7/12/99, 235 pages

[1] Chow Judith C., Watson John G, Frank Neil, Homolya Jim, 1998
Guideline on Speciated Particulate Monitoring, draft 3, 291 pages

[2] Russel A.G ; Mc Rae G., J ; Cass G. R., 1983
Mathematical modeling of the formation and transport of ammonium nitrate aerosol
Atmospheric. Environ. 17 : 949-964

[3] UMEG, 2002
Final report partisol speciation sampler as a sampling system for gaseous and particle-bound
inorganic air pollutants,
Report n° 33-01-02 , 43 pages

[4] Coddeville P, 2005
Rapport de marché ADEME n° 9962063 « Etude de faisabilité des mesures d'espèces ammoniacées
en milieu rural»

[5] Coddeville P, 2005
Programme MERA
Mesures des retombées atmosphériques (2003), 270 pages

[6] Air Pas de la Loire 2000
Campagne de mesure de la pollution particulaire dans l'environnement industrialo-portuaire de
Mmontoir de Bretagne
Rapport d'étude 56 pages.

[7] Ducroz 1996
Etude de la composition chimique de la basse atmosphère des régions côtières antarctiques
(station française de Dumont d'Urville), thèse de doctorat de l'université Joseph Fourier,

Dennis R. Fitz, 2002
Evaluation of Diffusion Denuder Coatings for Removing Acid Gases from Ambient Air
Assistance Agreement #GX828663
Rapport de l'U.S. Environmental Protection Agency, MD-14, 38 pages

glossaire

abréviations

Aasqa	Association agréée de surveillance de la qualité de l'air
Mera	Mesure des REtombées Atmosphériques
ng	nanogramme (= 1 milliardième de gramme)
NO	monoxyde d'azote
NO ₂	dioxyde d'azote
NOx	oxydes d'azote (= dioxyde d'azote + monoxyde d'azote)
OMS	Organisation mondiale de la santé
PM ₁₀	particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm
TU	temps universel
UIOM	Usine d'Incinération des Ordures Ménagères
µg	microgramme (= 1 millionième de gramme)

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

