

# Évaluation des niveaux de poussières et de nitrate d'ammonium dans l'environnement de Yara

août 2016

**air** | pays de  
la Loire  
[www.airpl.org](http://www.airpl.org)



# sommaire

introduction.....	1
évaluation des émissions de l'installation.....	5
inventaire et description des sources.....	5
évaluation des émissions de l'installation.....	6
réglementation en vigueur.....	6
évaluation des enjeux et des voies d'exposition.....	8
délimitation de la zone d'étude.....	8
caractérisation des populations et des usages.....	8
autres sources de particules dans l'environnement de l'établissement.....	9
sélection des substances d'intérêt.....	9
évaluation de l'état des milieux.....	10
dispositif mis en œuvre.....	10
résultats.....	11
évolutions temporelles des niveaux de poussières fines dans l'environnement de l'établissement.....	11
origine des hausses ponctuelles de poussières dans l'environnement de Yara.....	13
nature des poussières.....	19
situation par rapport à la réglementation.....	20
évaluation des niveaux de nitrate d'ammonium.....	23
conclusions et perspectives.....	31
annexes.....	32
annexe 1 : le nitrate d'ammonium.....	33
annexe 3 : Air Pays de la Loire.....	36
annexe 4 : techniques d'évaluation.....	37
annexe 5 : types des sites de mesure.....	38
annexe 6 : polluants.....	39
annexe 7 : seuils de qualité de l'air 2016.....	40

## contributions

Coordination de l'étude : François Ducroz, Florence Guillou, Rédaction : Florence Guillou, Mise en page : Marion Guiter, Exploitation du matériel de mesure : Arnaud Tricoire, Sonia Cécile, Validation : François Ducroz, David Brehon.

## conditions de diffusion

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

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

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

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

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

# synthèse

## contexte : une seconde évaluation de l'influence de l'activité de Yara sur la qualité de l'air

Dans la continuité de l'évaluation des niveaux de poussières et de nitrate d'ammonium particulaire dans l'environnement de son établissement de Montoir de Bretagne en 2008<sup>1/2</sup>, la société Yara France a souhaité un réexamen de son influence sur la qualité de l'air et s'est alors rapprochée d'Air pays de la Loire.

Lors de cette précédente étude, une approche par modélisation avait permis d'identifier les zones de retombées et d'estimer les concentrations en poussières totales et submicroniques de nitrate d'ammonium liées aux émissions spécifiques de l'établissement.

L'approche par la mesure avait mis en évidence :

- l'influence des émissions de l'établissement sur les niveaux de poussières fines et de nitrate d'ammonium ;
- une pollution moyenne particulaire sensiblement équivalente à celle d'un site urbain non influencé avec un risque de dépassement des valeurs réglementaires très limité.

## moyens : des mesures en continu et une caractérisation chimique des poussières

Au total, quatre sites de mesure ont été instrumentés pour mesurer en continu les poussières fines PM10 et PM2,5 du 15 janvier au 31 mai 2016, trois dans l'environnement de l'établissement (cf. carte) et un quatrième situé sur la commune de Savenay à une quinzaine de kilomètres pour comparaison. Des prélèvements journaliers de ces poussières ont par ailleurs permis leur caractérisation chimique pour 15 journées d'intérêt.

Site de mesure	Période de mesure	Polluants mesurés		
		PM10	PM2,5	NH4NO3
Camée (Montoir de Bretagne)	15/01-31/05/16	X	X	X
Parscau du Plessis (Donges)	15/01-31/05/16	X	X	
Bossènes (Donges)	03/03-31/05/16			X
Savenay	15/01-03/03/16	X	X	X



<sup>1</sup> Air Pays de la Loire, modélisation des niveaux de nitrate d'ammonium YARA France à Montoir de Bretagne, étude préliminaire à la campagne de mesure 2008

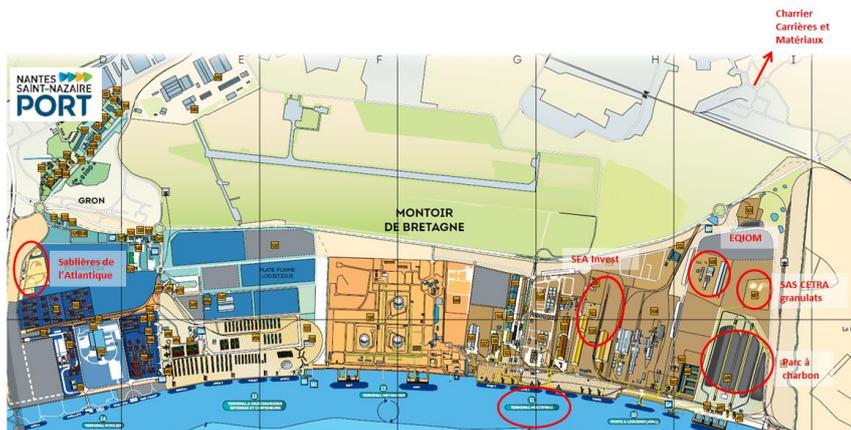
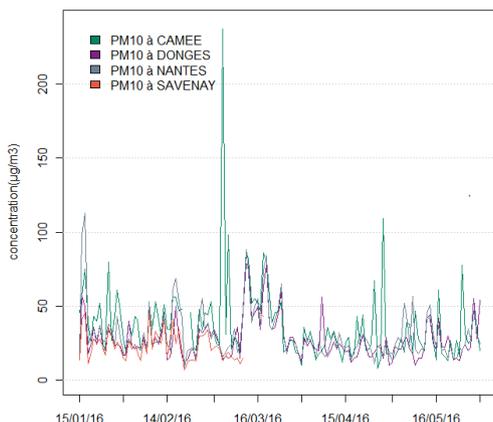
<sup>2</sup> Air Pays de la Loire, niveaux de poussières dans l'environnement de YARA France, campagne de mesure octobre 2008 à janvier 2009

## conclusions et perspectives

### un empoussièrément général lié à des sources locales pouvant ponctuellement impacter significativement les niveaux de poussières fines

L'évaluation de l'influence des émissions de Yara est rendue complexe compte tenu des nombreux émetteurs de poussières situées sur la zone d'implantation de l'établissement.

D'un point de vue réglementaire, le seuil d'information a été dépassé à 3 reprises au mois de mars, le premier sous l'effet d'un épisode généralisé de pollution particulaire, les deux autres probablement sous l'effet des surémissions de particules produites localement par l'activité industrielle de la zone conjuguées à des niveaux de fond élevés.

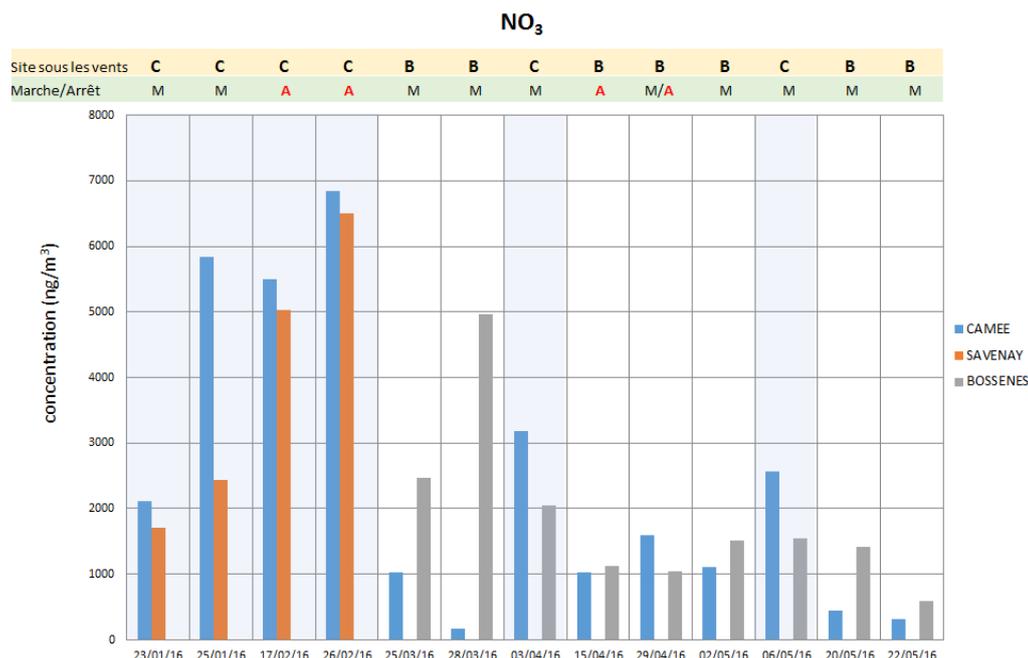


évolution des maximums horaires journaliers de PM10 dans l'environnement de Yara, à Savenay et Nantes

Par extrapolation à l'année, l'objectif de qualité pour les particules PM2,5 risque très probablement d'être dépassé comme sur la plupart des autres sites de surveillance de ce polluant. En revanche, les autres valeurs réglementaires exprimées en moyenne annuelle ne présentent a priori pas de risques particuliers de dépassement.

### des niveaux en nitrate et ammonium à ne pas négliger en cas de dégradation de la qualité de l'air

Cette étude a par ailleurs permis d'apprécier l'impact de Yara sur les concentrations particulières à Camée qui au regard des autres contributions (carrière, terminal multivrac, zone de stockage de charbon...) se révèle négligeable. Toutefois, les analyses chimiques ont permis de quantifier cet apport.



évolution des concentrations de nitrate dans l'environnement de l'établissement

Ainsi, durant la campagne de mesure les apports maximaux de nitrate et d'ammonium imputables à Yara mesurés en moyenne journalière sont respectivement de 3,4 et 1,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à Camée, 4,8 et 1,3 à Bossènes hors épisode contre 9,5 et 3,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  lors de l'épisode particulière le 12 mars. En cas de dégradation de la qualité de l'air et dans des conditions peu dispersives, le nitrate d'ammonium émis par Yara peut donc localement contribuer au dépassement du seuil d'information ou d'alerte applicable aux PM10 et exposer les travailleurs, voire les résidents les plus proches à des concentrations moyennes journalières de particules non réglementaires plus fréquemment que sur le reste de la région.

Air Pays de la Loire recommande donc :

- compte tenu de la présence de nombreux émetteurs de poussières, un suivi annuel des poussières fines dans l'environnement de la zone industrielle, lequel permettrait de comparer strictement les niveaux de poussières aux valeurs réglementaires, accompagné d'études de caractérisation de ces poussières visant à spécifier leurs origines. Ce suivi pourra compléter l'actuel dispositif mis en œuvre par le port autonome Nantes Saint-Nazaire fournissant des moyennes mensuelles de particules totales (TSP) dans la zone industrielle ;
- la mise en œuvre, par les émetteurs de poussières fines de la zone industrielle, d'actions visant à abaisser les émissions de PM10 en cas de prévision de dépassement des seuils d'information et d'alerte, conformément à l'arrêté du 7 avril 2016.

# introduction

**D**ans la continuité de l'évaluation des niveaux de poussières et de nitrate d'ammonium particulière dans l'environnement de son établissement de Montoir de Bretagne en 2008<sup>3/4</sup>, la société Yara France a souhaité un réexamen de son influence sur la qualité de l'air par Air pays de la Loire.

Lors de cette précédente étude, une approche par modélisation avait permis d'identifier les zones de retombées et d'estimer les concentrations en poussières totales et submicroniques de nitrate d'ammonium liées aux émissions spécifiques de l'établissement.

L'approche par la mesure avait mis en évidence :

- l'influence des émissions de l'établissement sur les niveaux de poussières fines (ponctuellement de 15 µg/m<sup>3</sup> supplémentaires de PM10 à Donges à 30 µg/m<sup>3</sup> dans l'environnement immédiat) et de nitrate d'ammonium (quelques µg/m<sup>3</sup>) ;
- une pollution moyenne particulière sensiblement équivalente à celle d'un site urbain non influencé avec un risque de dépassement des valeurs réglementaires très limité.

## **l'établissement Yara de Montoir de Bretagne**

La construction de l'usine de Montoir de Bretagne a débuté en 1969, et la production 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-St-Nazaire.

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.

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 N<sub>2</sub>O.

## **évaluation de l'état des milieux : vers une démarche intégrée**

La démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées<sup>5</sup> prévoit l'application successive d'outils méthodologiques parmi lesquelles :

- l'évaluation des émissions de l'installation ;
- l'évaluation des enjeux et des voies d'exposition ;
- l'évaluation de l'état des milieux.

La trame de ce rapport est inspirée de cette démarche et se focalise sur le compartiment atmosphérique.

<sup>3</sup> Air Pays de la Loire, modélisation des niveaux de nitrate d'ammonium YARA France à Montoir de Bretagne, étude préliminaire à la campagne de mesure 2008

<sup>4</sup> Air Pays de la Loire, niveaux de poussières dans l'environnement de YARA France, campagne de mesure octobre 2008 à janvier 2009

<sup>5</sup> INERIS, évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires, août 2013

# évaluation des émissions de l'installation

## inventaire et description des sources

### le nitrate d'ammonium : origine et sources

Le nitrate d'ammonium est un composé chimique apolaire de formule brute  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , principalement utilisé comme engrais hautement azoté plus connu sous le nom d'ammonitrate (cf. annexe 1).

Le procédé industriel de fabrication de l'ammonitrate consiste à neutraliser de l'acide nitrique par de l'ammoniac, pour aboutir à la fabrication de solution de nitrate d'ammonium, constituant de base de la fabrication des granulés d'ammonitrate.



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

L'établissement compte trois **sources potentielles** de nitrate d'ammonium : le **prilling**, le **grossisseur** et l'atelier NPK.

## périodes de fonctionnement du prilling

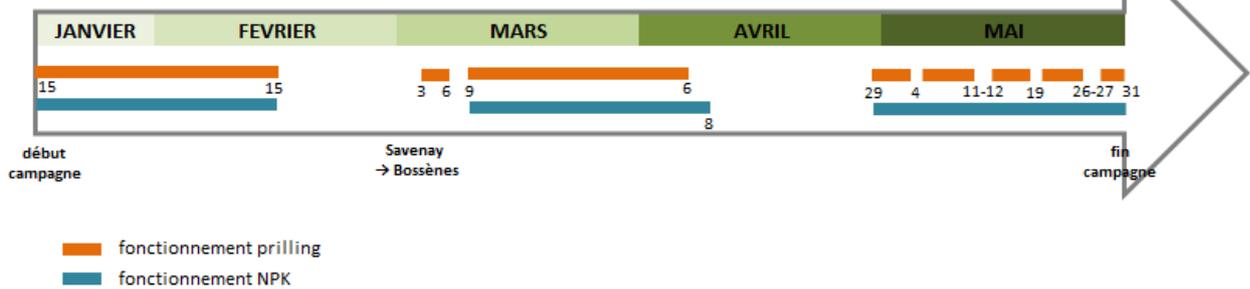
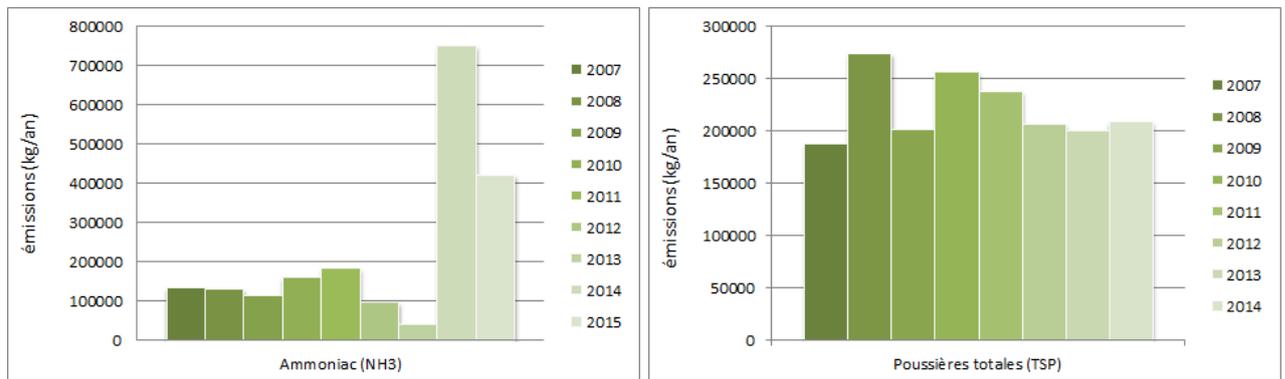


image 2 : périodes de fonctionnement du prilling et de l'unité NPK durant la campagne de mesure

## évaluation des émissions de l'installation

Polluant	Unité	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Ammoniac (NH3)	kg/an	160 000	183 000	98 100	39 500	751000	422000
Poussières totales (TSP)	kg/an	257 000	238 000	207 000	201 000	209 000	248000



émissions atmosphériques d'ammoniac (NH3) et poussières totales (TSP) de Yara estimées de 2007 à 2015 (source : [www.pollutionsindustrielles.ecologie.gouv.fr/IREP](http://www.pollutionsindustrielles.ecologie.gouv.fr/IREP)).

La forte hausse des émissions d'ammoniac constatée de 2013 à 2014 est liée à la déclaration de ces émissions. En effet, avant 2014 seuls les rejets d'ammoniac de l'unité NPK étaient comptabilisés. Dans le cadre du projet de mise en place d'une unité de lavage des gaz de l'évaporateur secondaire, l'ensemble des émissions d'ammoniac du site a été mesuré puis déclaré engendrant une augmentation significative des quantités d'ammoniac.

Cette unité de lavage a été mise en service en septembre 2015 et a permis d'abattre les émissions annuelles d'ammoniac de plus de 40 %.

## réglementation en vigueur

L'annexe à l'arrêté préfectoral du 31 juillet 2003 prévoit :

Pour les **émissions diffuses**, que la concentration en poussières dans l'air ambiant à plus de 5 m des installations ou des bâtiments renfermant les installations ne dépasse pas **50 mg/Nm<sup>3</sup>**.

Par ailleurs, pour les **émissions canalisées**, les rejets doivent présenter une concentration en poussières inférieure à **40 mg/Nm<sup>3</sup>**.

Enfin, des prescriptions spécifiques s'appliquent à l'atelier de fabrication d'ammonitrates :

### 2.3. PRESCRIPTIONS APPLICABLES A L'ATELIER DE FABRICATION D'AMMONITRATES

#### Article 41 : paramètres et valeurs limites d'émission

Les rejets canalisés de l'atelier respectent les conditions ci-après :

Paramètres	Valeurs limites d'émission	
	Concentration (mg/Nm <sup>3</sup> )	Flux (kg/h)
Poussières	35	15
- tour de prilling	50	3,5
- atelier de grossissement		
Ammoniac	sans objet (1)	15
- neutraliseur		
(1) émissions d'ammoniac sous forme de vapeur d'eau ammoniacale		
Débits d'extraction		450 000 Nm <sup>3</sup> /h
- tour de prilling		70 000 Nm <sup>3</sup> /h
- atelier de grossissement		

L'exploitant procède à une étude approfondie des possibilités de réduction des émissions de poussières et d'ammoniac de l'atelier d'ammonitrates en deçà des valeurs limites d'émission fixées dans le tableau ci-dessus.

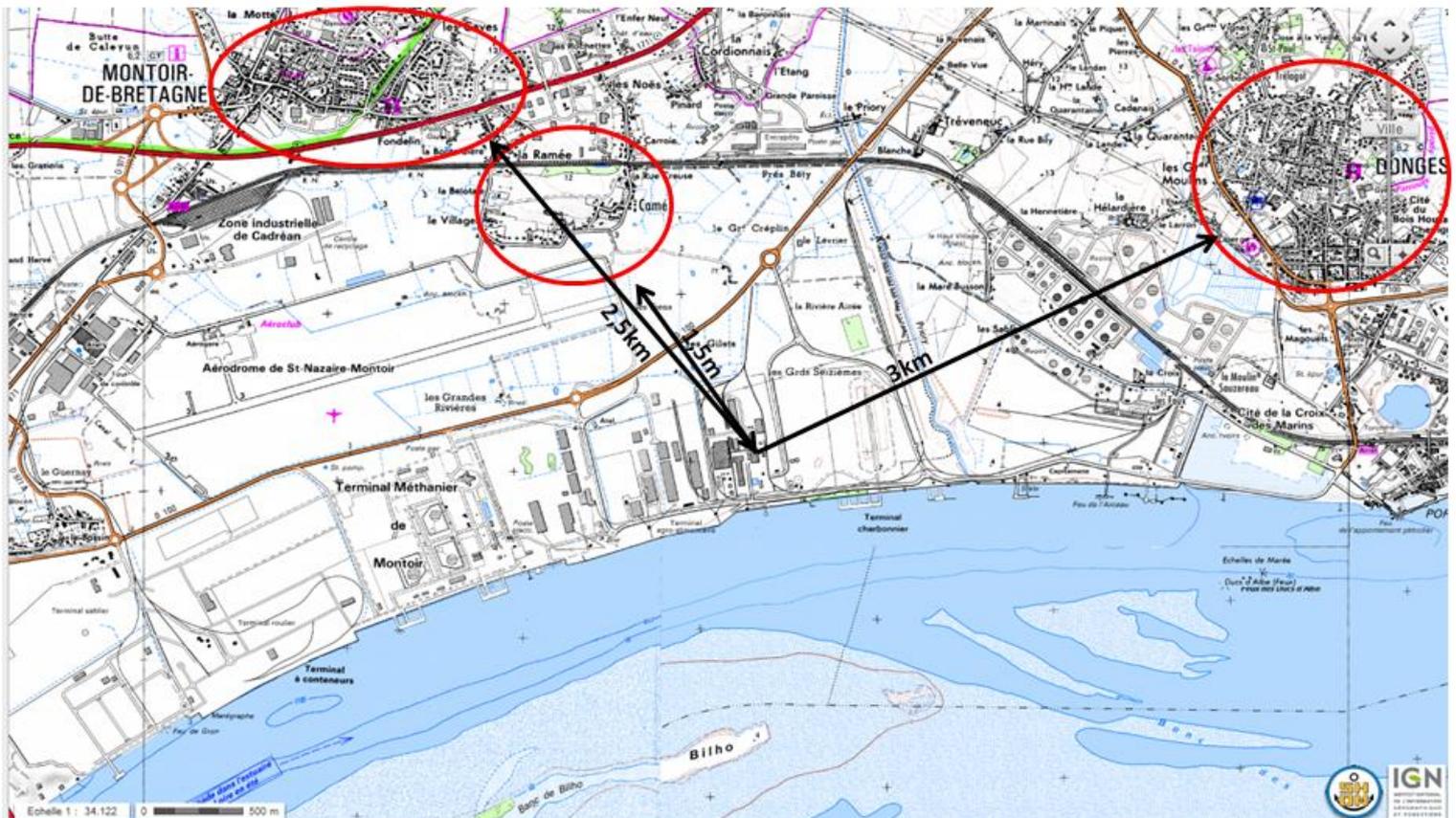
# évaluation des enjeux et des voies d'exposition

## délimitation de la zone d'étude

La zone d'étude tient compte à la fois des résultats de la modélisation de la dispersion des polluants réalisée par Air Pays de La Loire en 2008, de la localisation des habitations et des entreprises voisines dont les travailleurs sont considérés dans la population environnante.

## caractérisation des populations et des usages

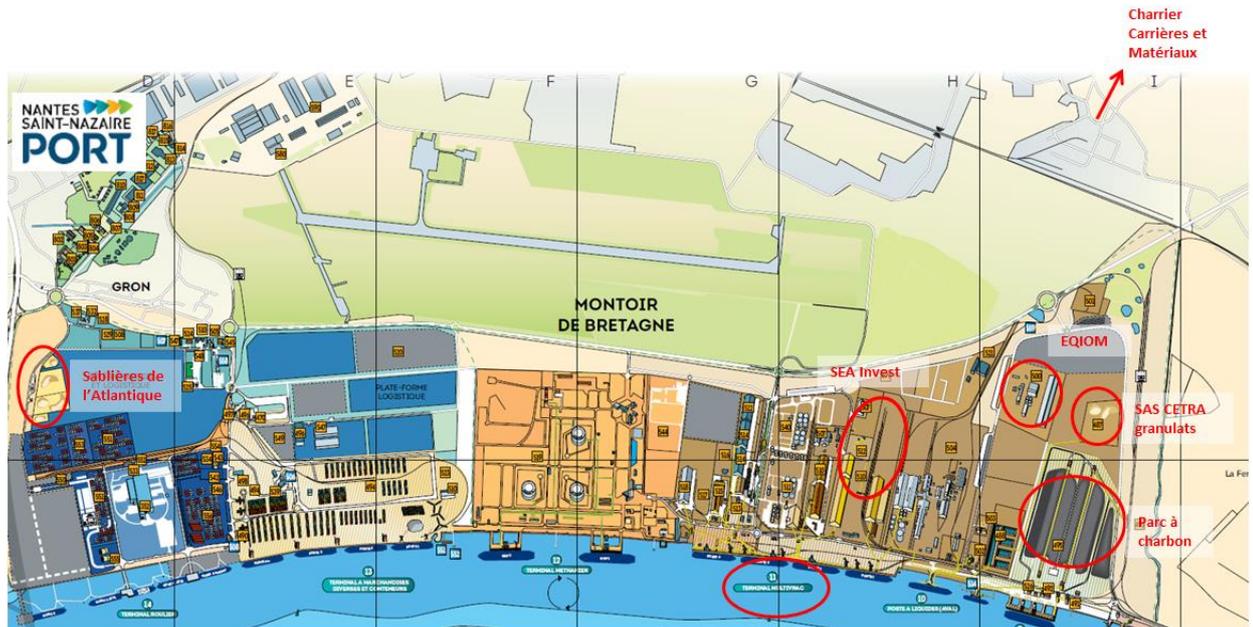
La zone habitée la plus proche se situe à 1,5 km au nord-ouest de l'établissement au niveau du lieu-dit Camée, viennent ensuite les communes de Montoir de Bretagne et Donges situées respectivement à 2,5 km au nord-ouest et à 3 km au nord-est.



Plusieurs établissements scolaires et de santé ainsi que des équipements sportifs accueillant des personnes sensibles ont été recensés dans les communes de Montoir de Bretagne et de Donges.

Par ailleurs, de nombreux travailleurs situés à proximité immédiate de l'établissement peuvent quotidiennement potentiellement être exposés aux émissions de l'établissement.

## autres sources de particules dans l'environnement de l'établissement



D'autres sources industrielles de particules pouvant impacter les sites de mesure ont été inventoriées dans l'environnement de l'établissement :

- les zones de stockage de charbon (Sea Invest, Parc à charbon) de sable et granulats (sablières de l'Atlantique, SAS Cetra granulats...)
- les activités de manutention de produits en grains ou poudre au niveau du terminal multivrac ;
- la carrière Charier CM située à 3,5 km au nord-est de l'établissement ;
- les activités de cimenterie (ciments EQIOM).

Par ailleurs, des phénomènes de tourbillon de poussières de charbon<sup>6</sup> ont été observés au cours de la campagne de mesure par un riverain de Camée.

Les diverses installations de combustion et le trafic routier induit par les activités industrielles contribuent également aux émissions de particules dans l'air.

Enfin, par vents forts de secteur sud-ouest les embruns marins peuvent également impacter de manière significative les concentrations particulaires.

## sélection des substances d'intérêt

Les particules fines PM10 et PM2,5 ainsi que le nitrate d'ammonium ont fait l'objet d'un suivi spécifique.

Différents critères ont été pris en compte pour sélectionner ces substances :

- les flux d'émissions vers l'atmosphère ;
- la toxicité des particules fines considérées comme cancérigènes par l'OMS et dont les concentrations dans l'air sont réglementées. Pour le nitrate d'ammonium, il n'existe pas de valeur toxicologique de référence (VTR). Yara a parallèlement commandé une étude spécifique auprès de l'INERIS pour construire une valeur de référence ;
- les concentrations mesurées et modélisées par Air Pays de la Loire en 2008 signifiant un impact des émissions de l'établissement sur les concentrations atmosphériques dans son environnement.

<sup>6</sup> en provenance du terminal charbonnier (entre Cargill et Diester) dans la journée du 19/04 (jusqu'à 35m de hauteur) probablement liés à des courants convectifs sous l'effet du soleil

# évaluation de l'état des milieux

## dispositif mis en œuvre

### mesures en continu des poussières fines PM10 et très fines PM2,5

Des mesures en continu de PM10 et PM2,5 à l'aide du système TEOM FDMS ont été mises en œuvre. Cette technique est équivalente à la méthode gravimétrique de référence de la norme CEN 12341. Elle prend en compte la fraction volatile de l'aérosol et est utilisée depuis le 1<sup>er</sup> 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.

### collectes journalières de poussières fines pour caractériser leur composition chimique

Afin de pouvoir caractériser la composition chimique des poussières et plus spécifiquement quantifier le nitrate et l'ammonium, des prélèvements journaliers de poussières fines PM10 ont été réalisés à l'aide d'un préleveur haut débit. Une quinzaine de filtres sélectionnés en fonction de la direction des vents ont été analysés. Les résultats de ces analyses ont été transmis à l'INERIS pour réaliser une étude d'Interprétation de l'Etat des Milieux et d'Evaluation des Risques Sanitaires.

### 4 sites instrumentés

4 sites de mesure au total ont été instrumentés dans le cadre de cette campagne selon le calendrier ci-dessous.

Le lieu-dit Camée correspond à la zone habitée la plus proche de l'établissement.

Les mesures de PM10 du site permanent de Parscau du Plessis à Donges ont été spécifiquement complétées par des mesures de PM2,5 dans le cadre de cette étude.

Le site de Bossènes a été instrumenté sur la base des résultats de l'approche par modélisation réalisée en 2008 qui avait notamment montré l'impact des émissions de nitrate d'ammonium de Yara sur les concentrations atmosphériques en ce point.

Le site de Savenay a servi de référence en début de campagne, jusqu'au 3 mars.

Enfin, les sites urbains de Nantes et St-Nazaire disposant de mesures de PM10 et PM2,5 ont été utilisés en tant que de besoin dans cette étude comme sites de référence représentatifs d'un milieu urbain non influencé par YARA.

Site de mesure	Période de mesure	Polluants mesurés		
		PM10	PM2,5	NH4NO3
Camée (Montoir de Bretagne)	15/01-31/05/16	X	X	X
Parscau du Plessis (Donges)	15/01-31/05/16	X	X	
Bossènes (Donges)	03/03-31/05/16			X
Savenay	15/01-03/03/16	X	X	X

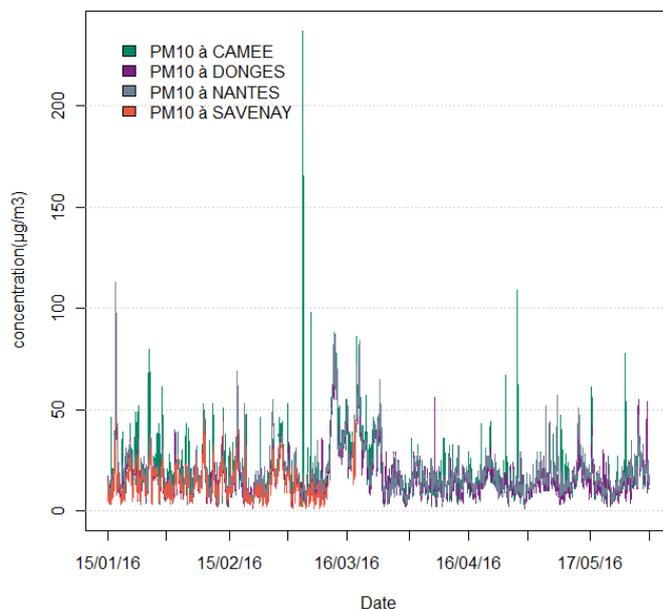


# résultats

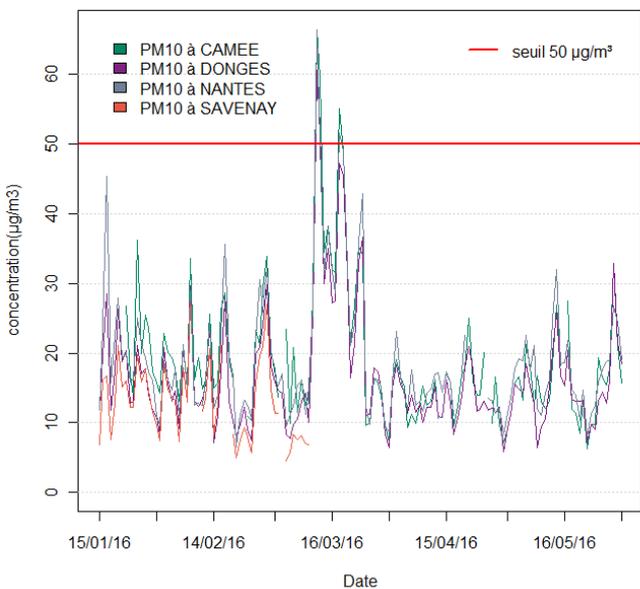
## évolutions temporelles des niveaux de poussières fines dans l'environnement de l'établissement

### PM10

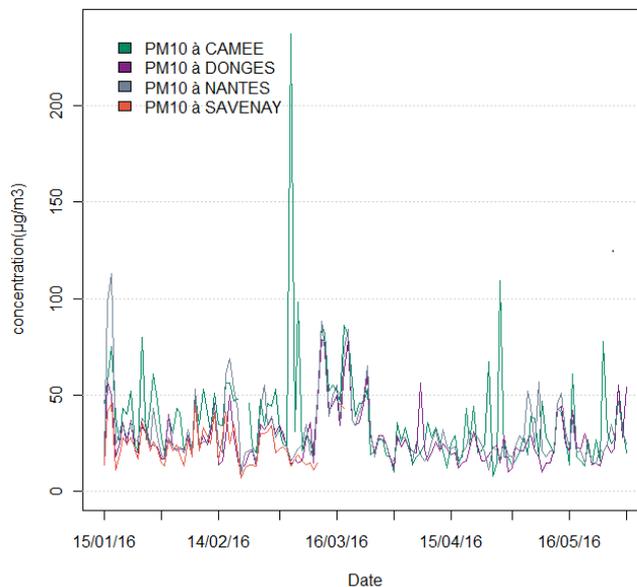
évolution des concentrations horaires de PM10



évolution des moyennes journalières de PM10

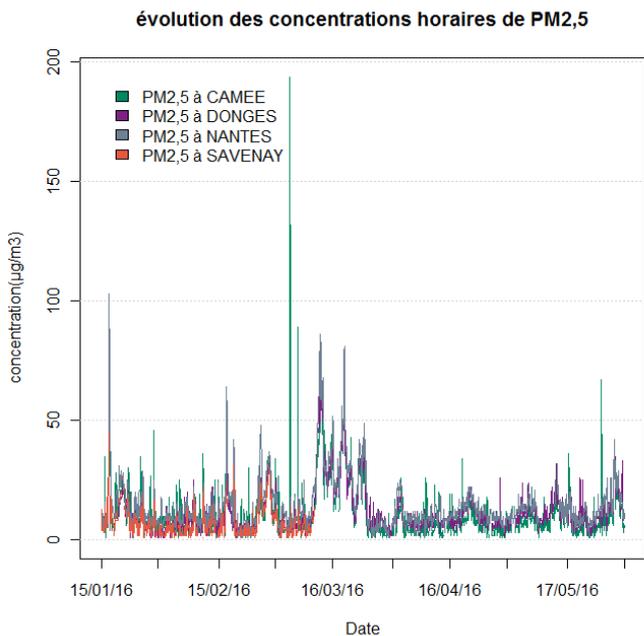


maximums horaires journaliers de PM10

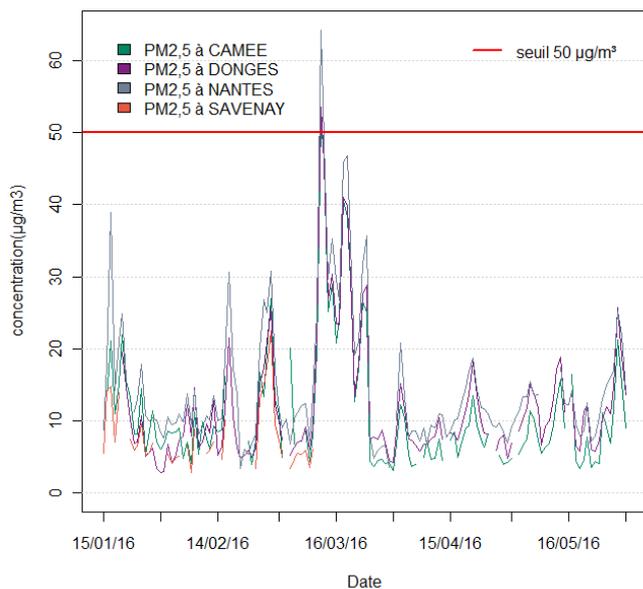


Graphique 1 : évolution des concentrations de PM10 dans l'environnement de Yara, à Savenay et Nantes.

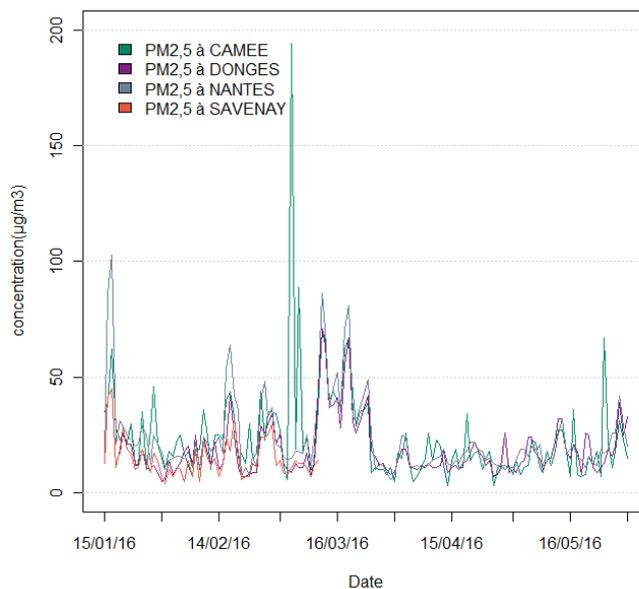
## PM2,5



**évolution des moyennes journalières de PM2,5**



**maximums horaires journaliers de PM2,5**



*Graphique 2 : évolution des concentrations de PM2,5 dans l'environnement de Yara, à Savenay et Nantes.*

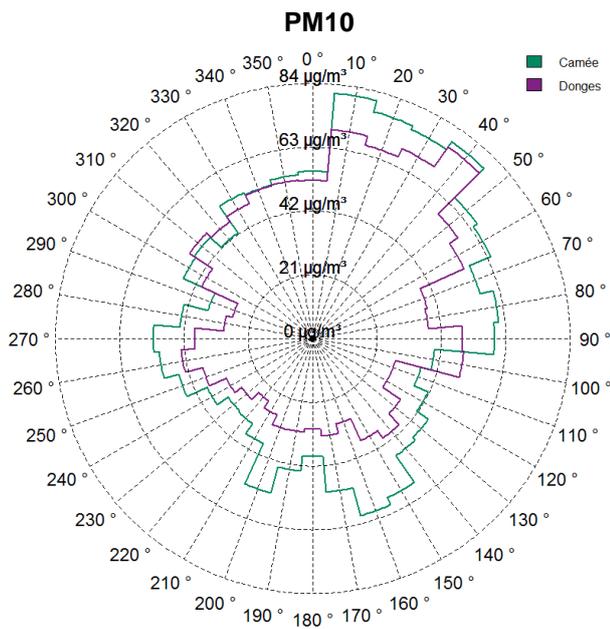
L'évolution des moyennes journalières sur les sites localisés à proximité de l'établissement est comparable à celle observée en fond urbain à Nantes. Les maximums journaliers correspondent à un épisode de pollution particulaire généralisé observé au mois de mars.

Les concentrations horaires journalières maximales s'élèvent également au cours de cette période de pollution mais ne correspondent pas aux maximums constatés durant la période de mesure pour les sites de Camée et de Nantes. Le profil de maximums horaires journaliers de Camée, et Donges dans une moindre mesure, montre des hausses ponctuelles de PM10 et PM2,5 non détectées sur les autres sites suggérant une influence locale. Ces pointes de pollution particulaire sont plus marquées et plus fréquentes pour les PM10 que pour les PM2,5.

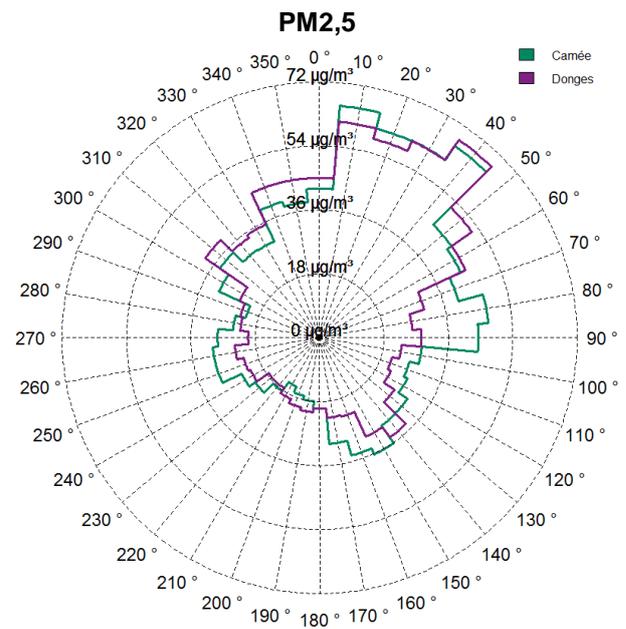
## origine des hausses ponctuelles de poussières dans l'environnement de Yara

En première approche, la détermination de l'origine des hausses de poussières peut se baser sur l'examen des roses de pollution dans l'environnement de l'établissement. Ce type de graphique indique les niveaux de poussières fines en fonction de la direction des vents. Sur un site donné, la rose de pollution renseigne sur la direction des vents sous lesquels les concentrations mesurées sont les plus élevées et peut ainsi permettre de localiser les émetteurs.

Les roses de pollution des niveaux de pointe exprimés en percentile 98 ont été tracées pour les poussières PM10 et PM2,5 mesurés sur les sites de Montoir de Bretagne (Camée) et Donges (Parscau du Plessis). Le percentile 98 (P98) correspond à la valeur pour laquelle 98 % des concentrations mesurées sont inférieures et donc 2 % sont supérieures.

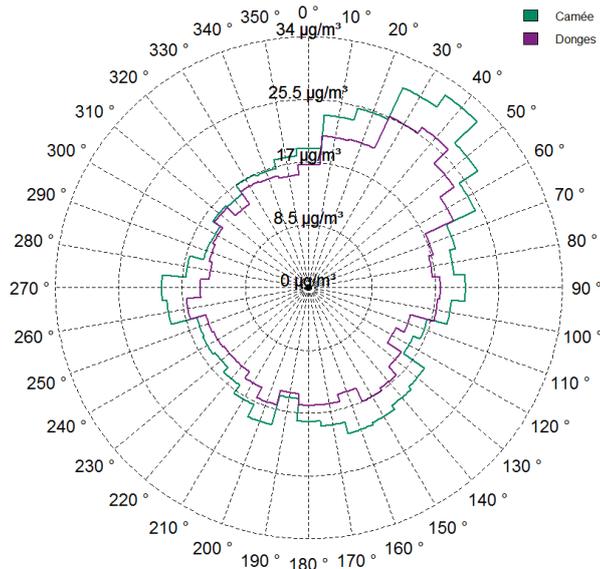


Roses de pollution des niveaux de pointe de PM10 (P98) du 15 janvier au 31 mai 2016.



Roses de pollution des niveaux de pointe de PM2,5 (P98) du 15 janvier au 31 mai 2016.

De manière générale, les niveaux de pointe PM10 mesurés sur le site de Camée sont supérieurs à ceux de Donges alors que dans le cas des PM2,5 les concentrations sont sensiblement équivalentes, ce qui confirme l'hypothèse d'une influence locale d'émetteurs de poussières PM10 à Camée répartis autour du site de mesures. Cet impact ne semble pas être qu'épisodique puisqu'il est aussi visible sur les roses de concentration moyennes durant la campagne de mesure (ci-dessous) traduisant **un empoussièrément général plus important à Camée qu'à Donges lié à des sources locales pouvant ponctuellement impacter significativement les niveaux de poussières.**



*Roses de pollution moyenne PM10 du 15 janvier au 31 mai 2016.*

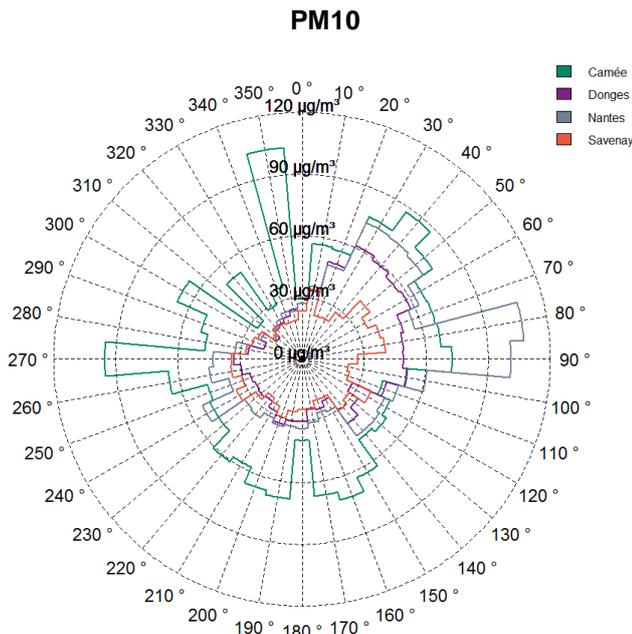
La déformation des roses de pollution vers le nord-est est liée aux épisodes de pollution particulaire généralisés à une large partie de la France au cours desquels une fraction importante des poussières fines est massivement importée. Ces poussières sont généralement largement constituées de particules de nitrate d'ammonium issues de la combinaison des émissions d'oxydes d'azote du trafic et d'ammoniac de l'agriculture. Ainsi par exemple, le 12 mars 2016, les niveaux journaliers de nitrate et d'ammonium ont respectivement atteint 35 et 11  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur le site de Camée (cf. § nitrate d'ammonium).

Ceci explique que les niveaux de pointe vers le continent sont sensiblement équivalents pour les deux sites de mesure. Toutefois, dans le cas des PM10, la rose de Camée laisse supposer la présence d'une autre source de poussières dans cette même direction.

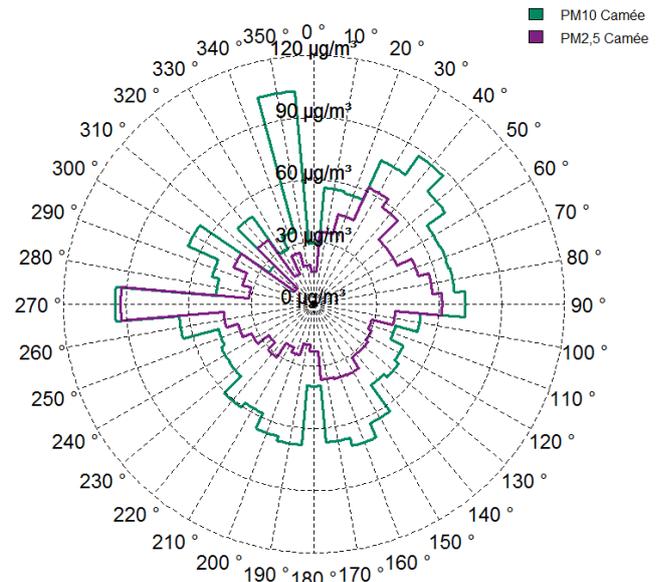
Pour faciliter la lecture des roses de pollution, ces mêmes graphiques ont été tracés en ciblant les journées au cours desquelles des hausses ponctuelles et localisées de poussières fines ont été mesurées sur les sites de Camée à Montoir et Parscau du Plessis à Donges, de manière à s'affranchir de l'effet des imports épisodiques continentaux de poussières à l'origine de la déformation des roses de pollution.

## sur le site de Camée à Montoir de Bretagne

### Rose de pollution des niveaux de pointe (percentile 98)



### PM10&PM2,5 sur le site Camée



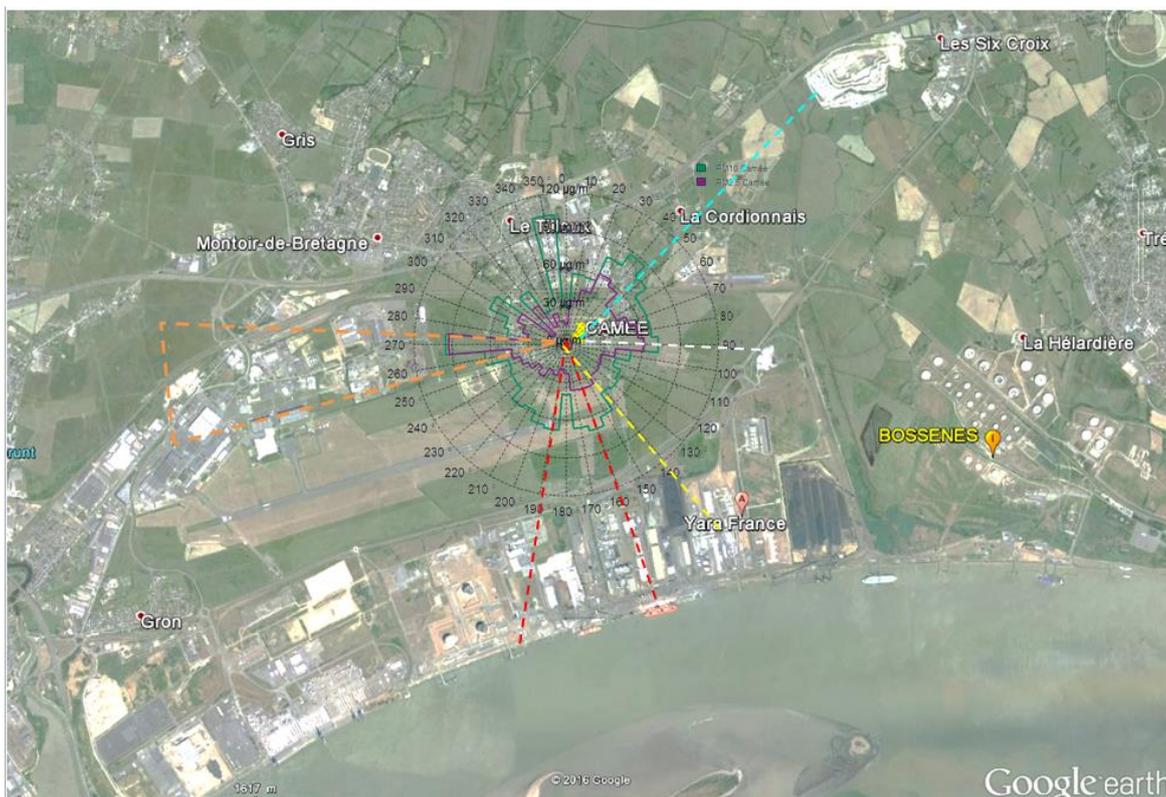
Roses de pollution des niveaux de pointe de PM10 pour les journées où des hausses ponctuelles de PM10 ont été mesurées à Montoir de Bretagne (Camée) durant la campagne de mesure (et jusqu'au 3 mars pour le site de Savenay)<sup>7</sup>.

Roses de pollution des niveaux de pointe de PM10 et PM2,5 pour les journées où des hausses ponctuelles de PM10 ont été mesurées à Montoir de Bretagne (Camée) durant la campagne de mesure.

Les excroissances de la rose de pollution de Camée illustrent l'impact local sur les niveaux de pointe de PM10 et PM 2.5 alors que les autres sites de mesure, à Donges et Savenay (jusqu'au 3 mars), restent non influencés, excepté Nantes par vents d'est.

Les niveaux les plus élevés, plusieurs dizaines de  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  supérieurs au fond urbain de Donges ou Nantes, sont observés par vents d'ouest, nord et nord-est.

Positionnée sur un fond de carte, la rose de pollution permet de localiser voire d'identifier les sources de poussières (cf. ci-après).



<sup>7</sup> Sélection des journées sur la base des maximums horaires journaliers PM10 tels que  $(\text{PM10 max hor jour CAMEE}) - (\text{PM10 max hor jour PLESSIS}) > 15 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Ainsi l'impact des émissions de poussières PM10 et PM2,5 attribuables à Yara (pointillés jaunes) n'est pas perceptible sur la rose de pollution, d'autres sources de particules dégradant plus fortement la qualité de l'air à Camée. Dans l'hypothèse où ces particules sont essentiellement constituées de nitrate d'ammonium, cette absence relative d'influence significative des émissions de Yara est cohérente avec les concentrations mesurées puisque par exemple, les moyennes journalières maximales imputables à Yara mesurées le 25 janvier en période de fonctionnement pour le nitrate et l'ammonium sont respectivement de 3,4 et 1.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur le site de Camée (hors épisode de pollution et sous les vents de l'établissement) et donc très inférieures aux pointes constatées par vent d'ouest ou nord-est. Une telle augmentation des concentrations journalières en nitrate et ammonium n'est toutefois pas négligeable puisque les seuils d'information et d'alerte pour les poussières PM10 sont respectivement fixés à 50 et 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne journalière. **En cas de dégradation généralisée de la qualité de l'air, ces surémissions locales peuvent donc potentiellement contribuer à un dépassement ponctuel du seuil d'information ou d'alerte.**

Ce risque de dépassement attribuable à Yara est également valable, a fortiori, pour les autres émetteurs supposés de poussières :

- ainsi, la carrière située au niveau du lieu-dit les six croix (pointillés bleus) semble, par vents de nord-est, impacter ponctuellement les concentrations de poussières à Camée mais également à Donges sur le site de Parscau du Plessis (cf. roses de pollution ci-après). L'implantation de cette carrière, au nord-est de Camée et au nord-ouest de Donges implique une exposition fréquente de ces sites de mesure aux émissions de la carrière impactant également les concentrations moyennes de poussières en ces points ;



- le terminal multivrac en différents points d'apportement (pointillés rouges) ;



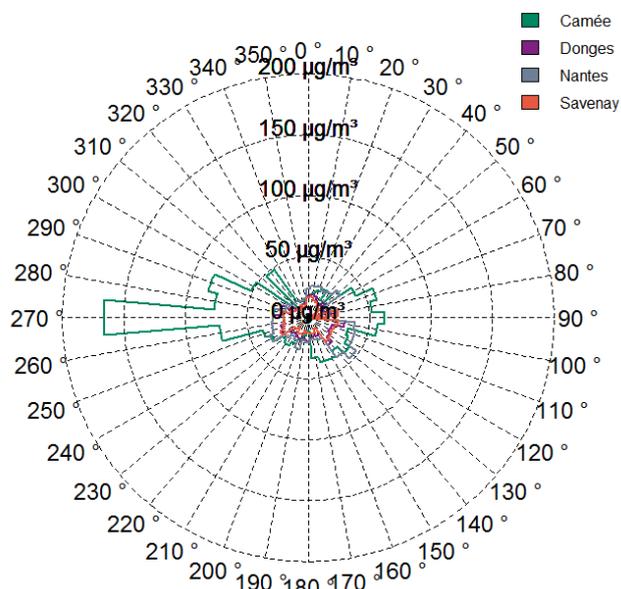
- la zone industrielle située à l'ouest de Camée (pointillés orange) ;
- une société de production de produits bitumeux à l'est de Camée (pointillés blancs) ;



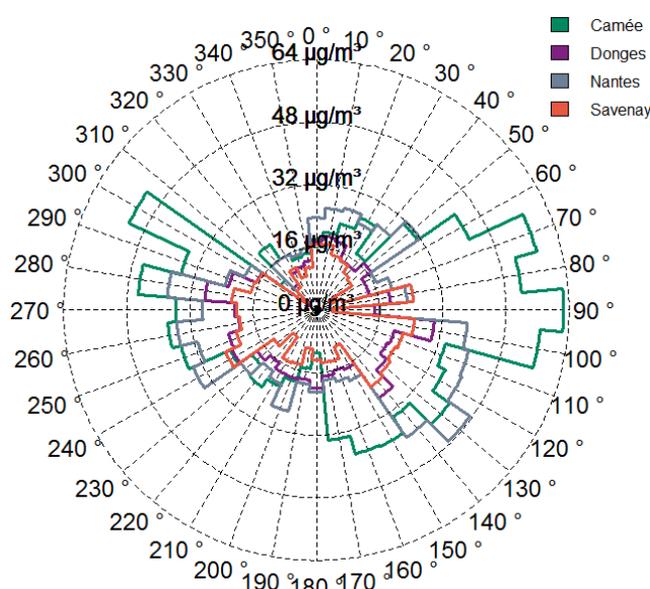
- et une source indéterminée au nord.

En complément, une analyse équivalente sur les niveaux de PM<sub>2,5</sub> fait apparaître d'une part, que les sources situées à l'ouest et à l'est de Camée génèrent essentiellement des particules fines PM<sub>2,5</sub> en quantités pouvant être très importantes (impact de plus de 100 µg/m<sup>3</sup> ponctuellement à l'ouest) et révèle d'autre part, l'impact des sites de stockage de charbon sur les niveaux de PM<sub>2,5</sub>.

**PM<sub>2,5</sub>**



**PM<sub>2,5</sub>(sans les journées des 4 et 6 mars)**



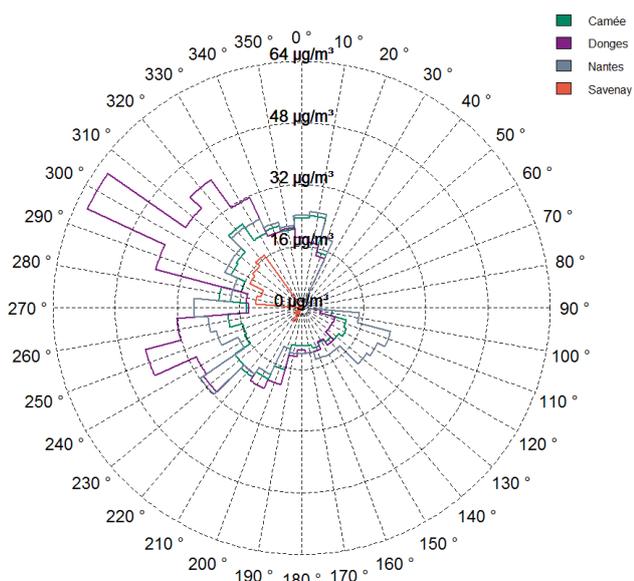
Roses de pollution des niveaux de pointe de PM<sub>2,5</sub> pour les journées où des hausses ponctuelles de PM<sub>2,5</sub> ont été mesurées à Montoir de Bretagne (Camée) durant la campagne de mesure (et jusqu'au 3 mars pour le site de Savenay) à gauche, à droite la même représentation sans les journées des 4 et 6 mars au cours desquelles de très fortes pointes parasites ont été observées par vent d'ouest<sup>8</sup>.

**Sur le site de Parscau du Plessis à Donges**

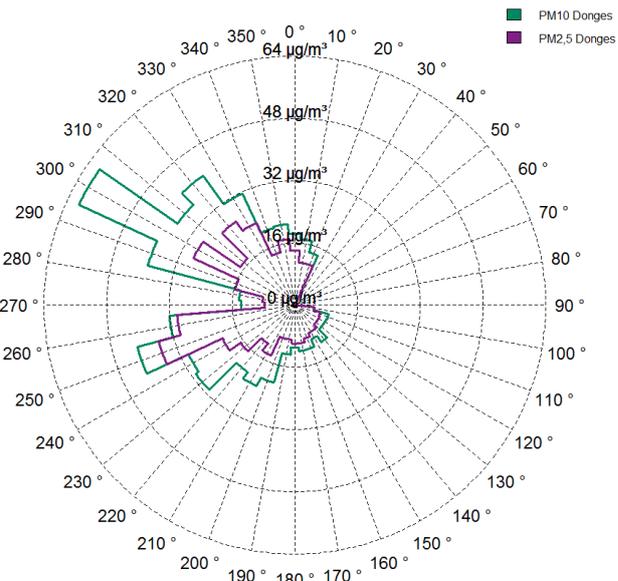
Une analyse identique a été réalisée à Donges pour le site de Parscau du Plessis.

Elle confirme l'impact des émissions de la carrière par vents de nord-ouest, principalement sur les niveaux de poussières PM<sub>10</sub>, ainsi que ceux du terminal multivrac et/ou des zones de stockage de charbon.

**PM<sub>10</sub>**



**PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> sur le site de Donges**

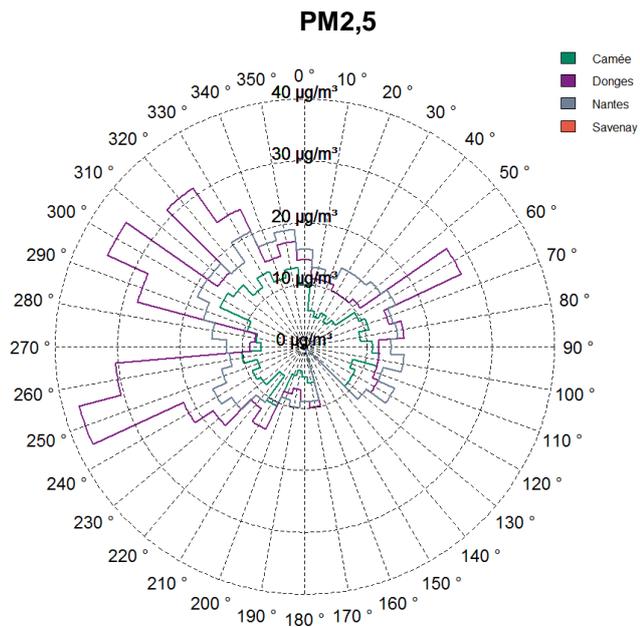


Roses de pollution des niveaux de pointe de PM<sub>10</sub> pour les journées où des hausses ponctuelles ont été mesurées à Donges (Parscau du Plessis) durant la campagne de mesure (et jusqu'au 3 mars pour le site de Savenay)<sup>9</sup>.

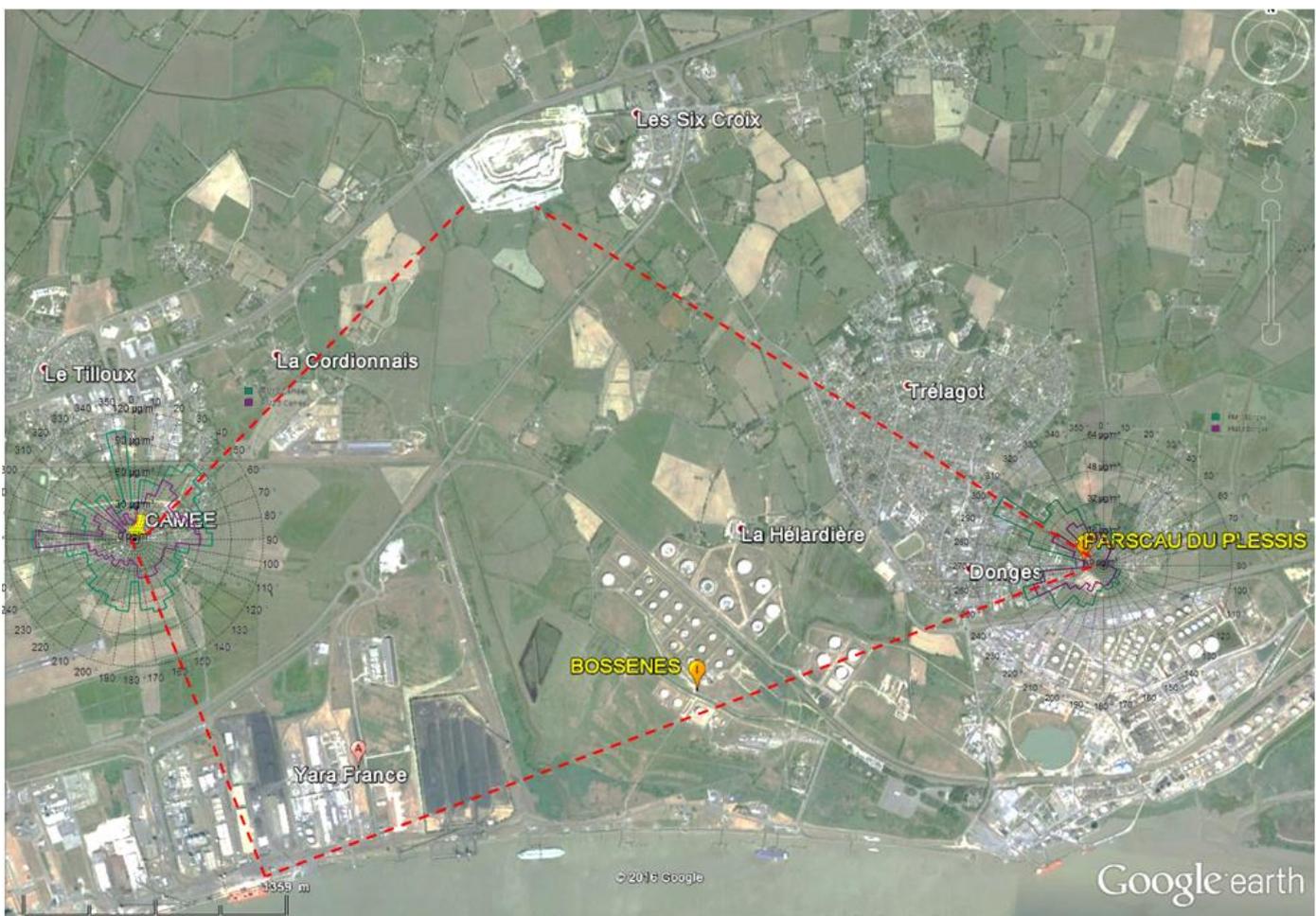
Roses de pollution des niveaux de pointe de PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> pour les journées où des hausses ponctuelles de PM<sub>10</sub> ont été mesurées à Donges (Parscau du Plessis) durant la campagne de mesure.

<sup>8</sup> Sélection des journées sur la base des maximums horaires journaliers PM<sub>2,5</sub> tels que : (PM<sub>2,5</sub> max hor jour CAMEE) – (PM<sub>2,5</sub> max hor jour PLESSIS) > 15 µg/m<sup>3</sup>

<sup>9</sup> Sélection des journées sur la base des max horaires journaliers PM<sub>10</sub> tq : (PM<sub>10</sub> max hor jour PLESSIS) – (PM<sub>10</sub> max hor jour CAMEE) >= 10 µg/m<sup>3</sup>



Roses de pollution des niveaux de pointe de PM2,5 pour les journées où des hausses ponctuelles de PM2,5 ont été mesurées à Donges (Parscau du Plessis) durant la campagne de mesure (et jusqu'au 3 mars pour le site de Savenay).



## nature des poussières

Seule l'analyse chimique permet de déterminer la nature des particules et de les quantifier respectivement.

Toutefois, en l'absence d'analyses chimiques, le rapport PM2,5/PM10 peut fournir des informations.

### rapport PM2,5 PM10

Les graphiques ci-dessous représentent les concentrations moyennes de PM10 et PM2,5 durant la campagne de mesure et le rapport de concentration PM2,5/PM10 correspondant.

Ils montrent que la concentration moyenne de PM10 mesurée à Camée est équivalente à celle du fond urbain de Nantes (cimetière de la Bouteillerie) mais de compositions différentes d'après la différence des rapports moyens PM2,5/PM10.

En effet, la plus forte proportion de PM2,5 à Nantes est vraisemblablement liée au trafic automobile et à d'autres sources telles que le chauffage résidentiel et tertiaire, alors qu'à Camée il semble que ce soit les activités de la zone avoisinante et notamment de l'exploitation des sols (sable, carrières, charbon) ou du transfert de marchandises au niveau du terminal vrac qui augmentent la part de PM10.

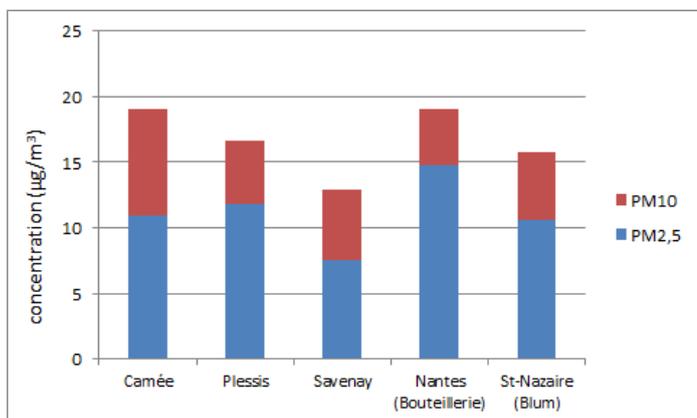


Figure 2: concentrations moyennes de PM10 et PM2,5 (courbes cumulées) dans l'environnement de l'établissement et en situation de fond urbain à Nantes et Saint-Nazaire du 15 janvier au 31 mai 2016 (excepté pour Savenay, du 15 janvier au 3 mars 2016).

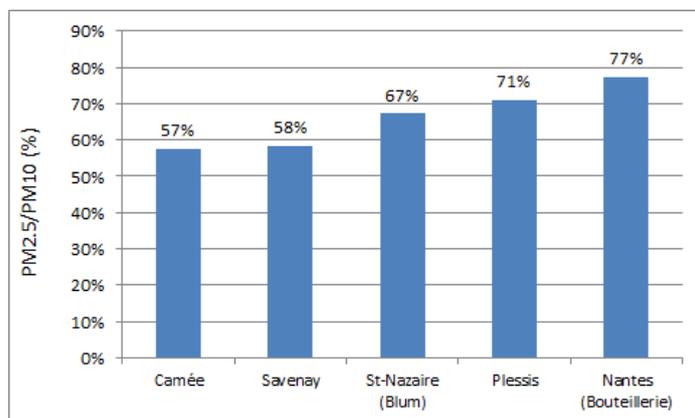


Figure 1: évolution du rapport PM2,5/PM10 dans l'environnement de l'établissement et en situation urbain de fond du 15 janvier au 31 mai 2016 (excepté pour Savenay, du 15 janvier au 3 mars 2016).

## situation par rapport à la réglementation

Le décret 2010-1250 du 21/10/2010 définit un objectif de qualité et des valeurs limites à ne pas dépasser pour les poussières fines PM10 et PM2,5 ainsi que des seuils d'information et d'alerte pour les premières.

L'objectif de qualité et les valeurs limites sont des éléments statistiques définis sur une année. Les niveaux de poussières fines enregistrés durant ces 5 mois d'étude ne peuvent donc pas y être strictement comparés. En revanche une estimation du risque de dépassement de ces valeurs peut être réalisée par extrapolation.

### représentativité des concentrations de l'année 2016

Des records de douceur ont été battus lors de l'hiver 2015-2016, avec pour effet une baisse des émissions de particules et de meilleures conditions de dispersion des polluants atmosphériques. Ainsi, pour les mois de janvier à avril, les concentrations de PM10 ont été 30 % plus faibles en 2016 qu'en moyenne sur les 5 précédentes années. Les résultats de cette étude sont donc représentatifs du début de l'année 2016, mais doivent être corrigés à la hausse dans le cadre d'une extrapolation de manière à s'affranchir de cette singularité.

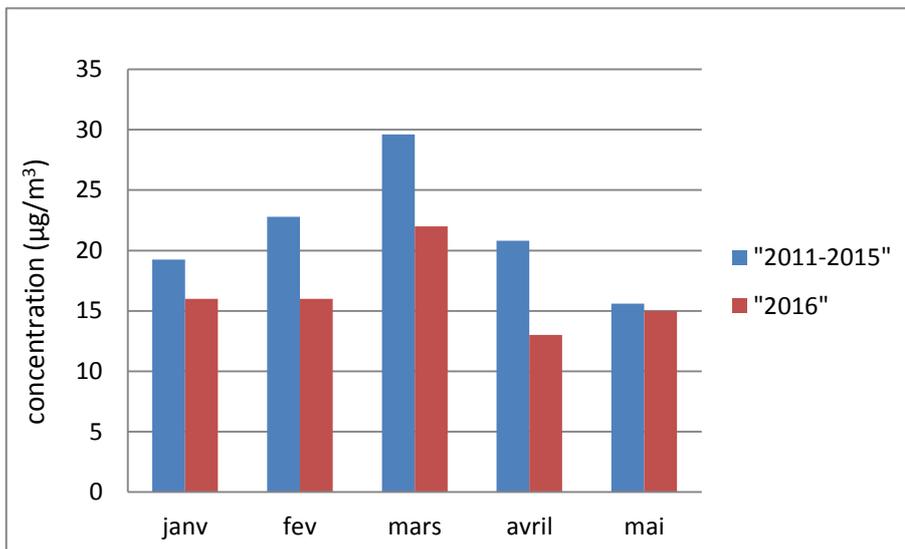


Figure 3: concentrations de PM10 en moyenne de janvier à mai ces 5 dernières années en comparaison aux concentrations de l'année 2016 à Donges (site Parscau du Plessis).

### comparaison aux valeurs réglementaires

Le tableau suivant présente les valeurs réglementaires définies pour les particules PM10 et PM2,5, et les concentrations particulières moyennes mesurées de janvier à mai 2016 dans l'environnement de l'établissement et sur des sites permanents du réseau régional de surveillance de la qualité de l'air.

		Montoir de Bretagne (Camée)	Savenay	Donges (Parscau du Plessis)	Nantes (cimetière de la Bouteillerie)	St Nazaire (Blum)
		du 15/01 au 03/03/16 /du 15/01 au 31/05/16	du 15/01 au 03/03/16	du 15/01 au 03/03/16 /du 15/01 au 31/05/16	du 15/01 au 31/05/16	du 15/01 au 31/05/16
PM10	<b>pollution moyenne</b>					
	valeur limite (40 µg/m3) en moyenne annuelle	20/19	14	16/17	19	16
	objectif de qualité (30 µg/m3) en moyenne annuelle	20/19	14	16/17	19	16
	<b>pollution ponctuelle</b>					
	seuil d'alerte (80 µg/m3) en moyenne journalière	37/68 max	27 max	62 max	67 max	59 max
	nb de jours de dépassement	0	0	0	0	0
	seuil d'information (50 µg/m3) en moyenne journalière	37/68 max	27 max	62 max	67 max	59 max
	nb de jours de dépassement	3 (12, 13 et 18/03)	0	2 (12 et 13/03)	2 (12 et 18/03)	3 (12, 13 et 18/03)
	valeur limite (50 µg/m3) en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 35 fois/an	9%	0%	6%	6%	9%
PM2,5	<b>pollution moyenne</b>					
	valeur limite (25 µg/m3) en moyenne annuelle	10/11	8	9/12	15	11
	objectif de qualité (10 µg/m3) en moyenne annuelle	10/11	8	9/12	15	11
	valeur cible (20 µg/m3) en moyenne annuelle	10/11	8	9/12	15	11

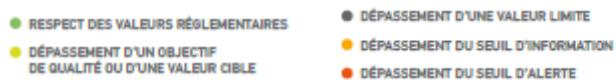


Figure 4: situation des niveaux de particules PM10 et PM2,5 dans l'environnement de Yara par rapport aux valeurs réglementaires.

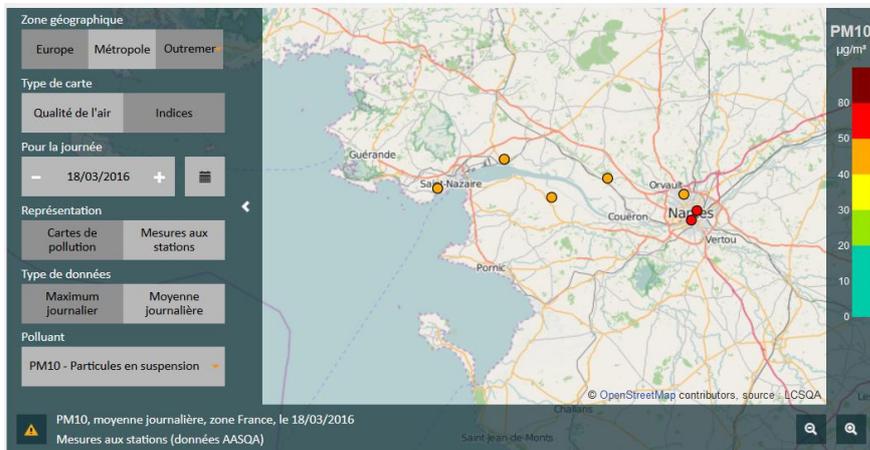
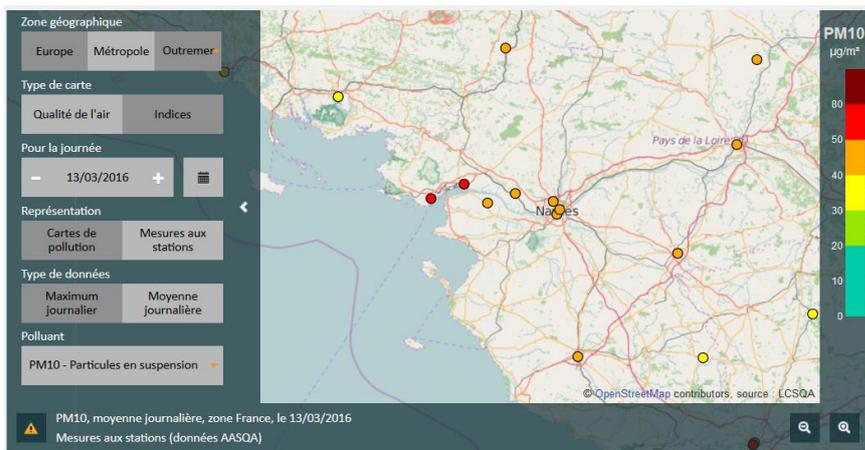
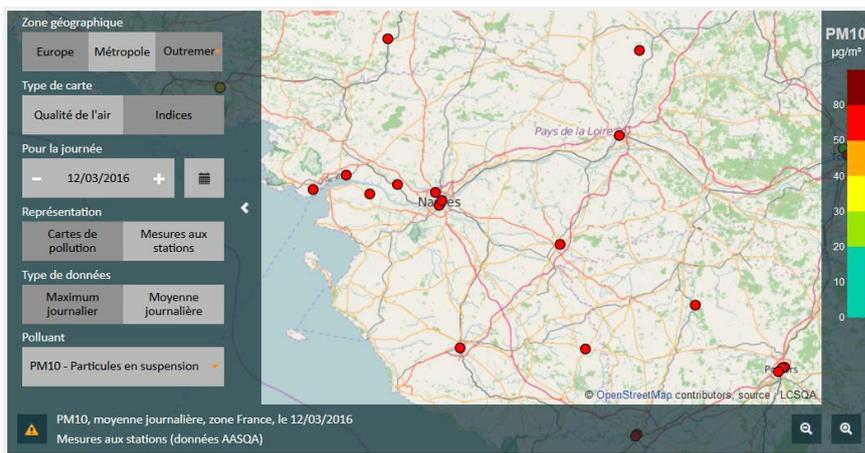
Les niveaux moyens de PM10 mesurés à Camée (Montoir de Bretagne) sont davantage représentatifs d'une pollution de fond urbaine dense (Nantes) que d'une pollution urbaine peu influencée typique d'une commune comme Savenay. Le site de mesure de Donges présente une situation intermédiaire.

Toutefois, l'influence du trafic routier est a priori dominant sur les niveaux de pollution particulaire mesurés en fond urbain à Nantes (cf. inventaire des émissions et rapport PM10/PM2,5) tandis qu'à Montoir de Bretagne les surémissions de particules sont pour la plupart liées à l'activité industrielle environnante génératrice de particules de natures diverses.

Du 15 janvier au 31 mai 2016, **le seuil journalier d'information et de recommandation a été dépassé à 3 reprises, les 12, 13 et 18 mars**. Le 12 mars, cette valeur réglementaire a été dépassée sur l'ensemble du réseau de surveillance en lien avec une élévation généralisée des niveaux de particules. **En revanche, les 13 et 18 mars, les surémissions imputables aux activités industrielles de la zone ont probablement contribué au dépassement de ce seuil d'information** puisque dans les deux cas les dépassements étaient localisés à cette zone (cf. carte ci-après).

Par ailleurs, **l'objectif de qualité 10 µg/m<sup>3</sup> est dépassé sur la période de mesure et risque probablement de l'être par extrapolation à l'année**.

**Les autres valeurs réglementaires exprimées en moyenne annuelle, bien que la période de mesure ne soit pas représentative des niveaux habituellement mesurés, devraient être respectées.**



Cartes des mesures de PM10 aux stations les 12,13 et 18 mars 2016  
(source : Air Pays de la Loire /Prev'air)

## évaluation des niveaux de nitrate d'ammonium

Des prélèvements journaliers de particules ont été réalisés tout au long de la campagne de mesure. Une quinzaine de filtres a été sélectionnée selon différents critères :

- exposition du site de mesure aux émissions de l'établissement (« site sous les vents ») à partir de la direction des vents (cf roses des vents en annexe 3) ;
- fonctionnement ou arrêt des installations, l'arrêt étant considéré comme l'état initial à défaut de disposer de mesures avant la mise en service des installations ;
- non-exposition du site de référence (Savenay en début de campagne, puis alternativement Camée ou Bossènes) aux émissions de l'établissement.

Les graphiques ci-dessous recensent les résultats d'analyses pour le nitrate et l'ammonium (hors épisode de pollution).

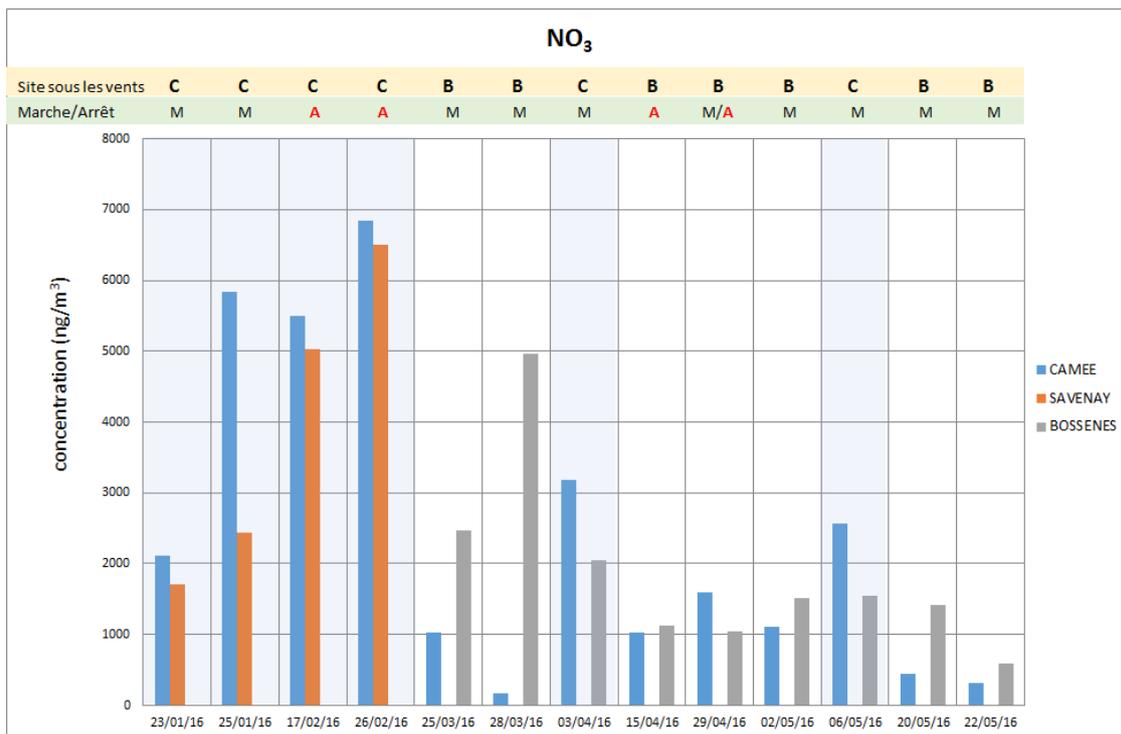


Figure 1 : évolution des concentrations de nitrate dans l'environnement de l'établissement.

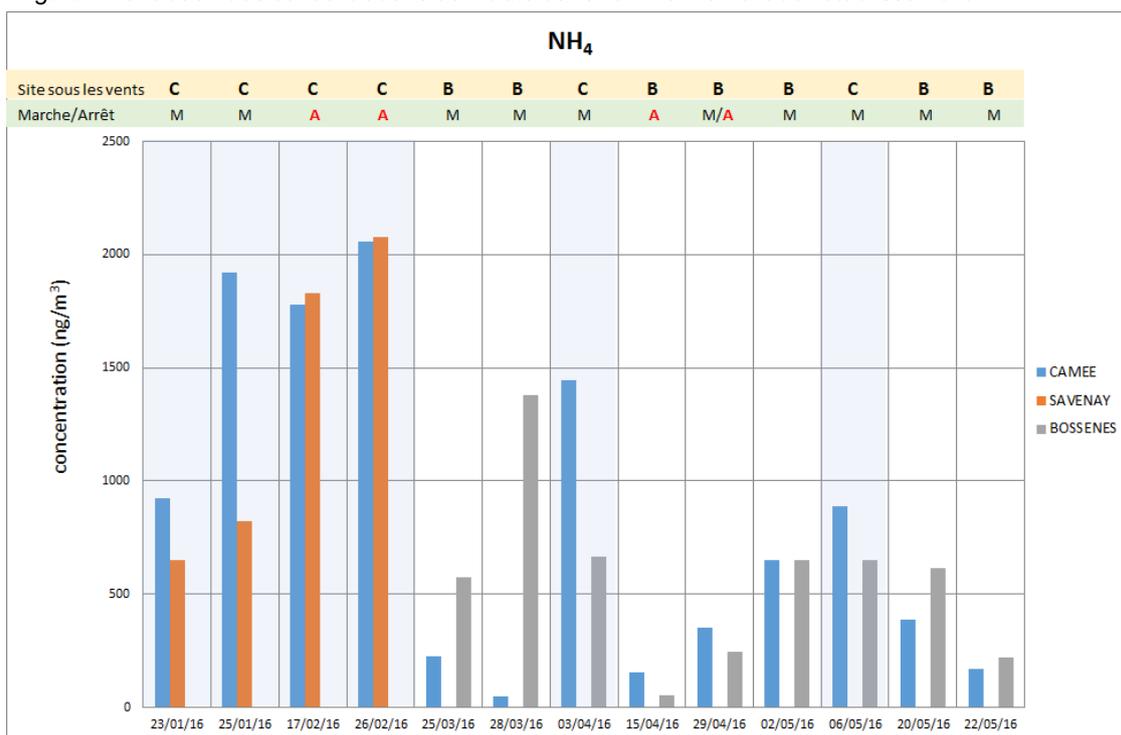


Figure 2 : évolution des concentrations d'ammonium dans l'environnement de l'établissement.

Hors épisode de pollution, les niveaux moyens journaliers de nitrate et d'ammonium dans l'environnement de l'établissement ont respectivement évolué entre 0,2 et 6,8 µg/m<sup>3</sup> et 0,05 et 2,1 µg/m<sup>3</sup>. Les niveaux les plus élevés ont été mesurés à l'arrêt des installations au mois de février probablement sous l'effet des premiers traitements agricoles dont les émissions d'ammoniac combinées à celles d'oxydes d'azote du trafic routier ont dû contribuer à augmenter les concentrations de fond de nitrate d'ammonium.

En période de fonctionnement, les concentrations de nitrate et d'ammonium ont *respectivement* évolué :

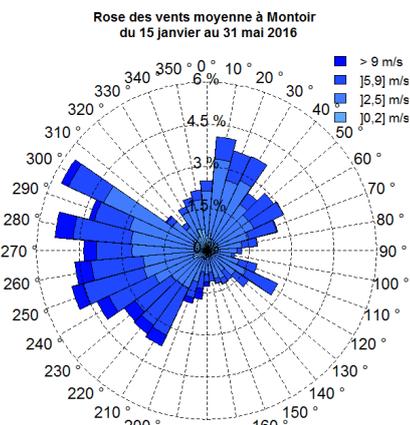
- à Camée entre 0,2 et 5,8 µg/m<sup>3</sup> et 0,05 et 1,9 µg/m<sup>3</sup> ;
- à Savenay entre 1,7 et 2,4 µg/m<sup>3</sup> et 0,6 et 0,8 µg/m<sup>3</sup> ;
- à Bossènes entre 0,6 et 4,9 µg/m<sup>3</sup> et 0,02 et 1,4 µg/m<sup>3</sup>.

Ainsi, sous l'effet de l'exposition du site de Camée aux émissions de Yara, les niveaux de nitrate et d'ammonium ont été plus que doublés par rapport à Savenay le 25 janvier passant respectivement de 2,4 à 5,8 µg/m<sup>3</sup> et de 0,8 à 1,9 µg/m<sup>3</sup>, soit un apport maximal observé durant cette campagne de mesure de 3,4 µg/m<sup>3</sup> pour le nitrate et de 1,1 µg/m<sup>3</sup> pour l'ammonium. A Bossènes, la contribution maximale des surémissions liées à Yara est de 4,8 µg/m<sup>3</sup> pour le nitrate et de 1,3 pour l'ammonium.

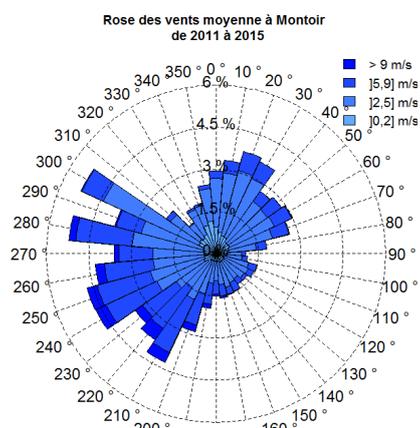
Ces résultats sont toutefois à nuancer. En effet, à débit constant, l'influence des émissions de l'établissement sur les concentrations de nitrate et d'ammonium dans l'air est a priori directement liée à la distance du site de mesure par rapport à la source des émissions ainsi qu'à la durée d'exposition du site de mesure à ces émissions.

### effet de la situation par rapport à l'émissaire, distance et durée moyenne d'exposition

Les préleveurs de Camée et Bossènes sont respectivement implantés à 1,6 km au nord-ouest et 1,9 km au nord-est de l'établissement. En considérant la distance par rapport à Yara, Camée peut donc ponctuellement et potentiellement être plus impacté en amplitude que Bossènes. Ainsi, la concentration maximale de nitrate en période de fonctionnement a été mesurée à Camée le 25 janvier et plus largement, les concentrations moyennes mesurées à Camée sont supérieures à celles enregistrées sur le site de Bossènes (70 % plus fortes à Camée en moyenne sur les périodes de mesure sélectionnées en période de fonctionnement). En revanche, en considérant la direction des vents, le site de Bossènes étant plus fréquemment sous les vents de Yara, son influence est a priori plus chronique, c'est-à-dire plus fréquente mais de moindre amplitude.



Rose des vents à Montoir durant la campagne de mesure, du 15 janvier au 31 mai 2016.



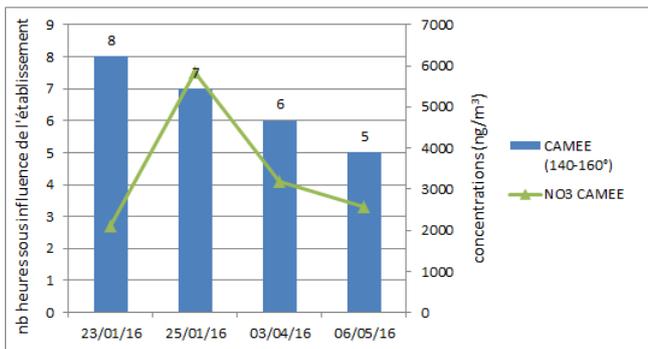
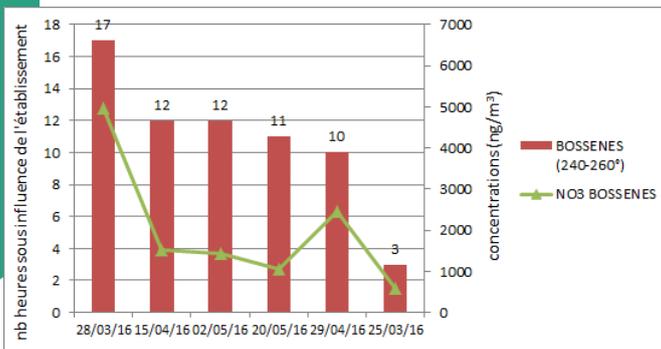
Rose des vents à Montoir en moyenne de 2011 à 2015.

De la même manière, la durée d'exposition du site de mesure aux émissions de l'établissement devrait proportionnellement impacter les concentrations atmosphériques qui y sont mesurées. Dans le cas de Bossènes, cette tendance s'observe sur la courbe ci-dessous. L'exemple le plus éloquent est celui du 28 mars où l'exposition continue du site de Bossènes aux émissions de l'établissement durant 17h est à l'origine d'une augmentation de la concentration moyenne

journalière de l'ordre de  $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  alors que les niveaux sont quasi nuls sur le site de référence de Camée.

Cette même tendance s'observe dans le cas de Camée exception faite du 23 janvier. L'influence moins marquée au cours de cette journée bien que le site ait été exposé aux émissions de Yara peut être liée à la vitesse faible des vents (10 km/h en moyenne) au cours de cette journée.

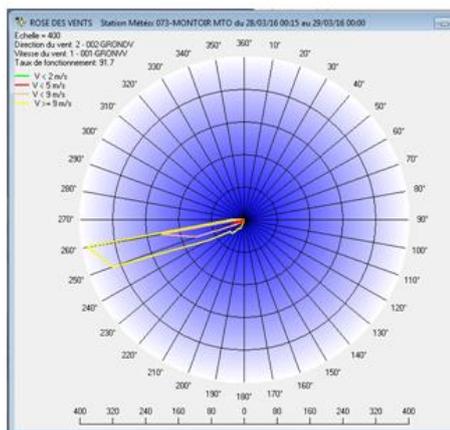
Remarque : A chacune des dates des prélèvements analysés, un seul des sites de mesure, Camée ou Bossènes, a été sous les vents de l'établissement, l'autre servant de référence.



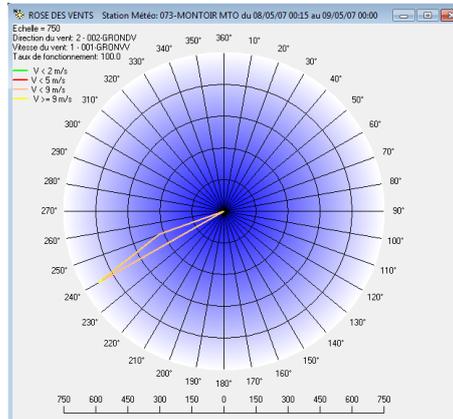
évolution des concentrations de nitrate en fonction du nombre d'heures correspondant à des secteurs de vent exposant les sites de mesure aux émissions de l'établissement : [130-150°] pour Camée et [240-260°] pour Bossènes.

### évaluation des concentrations de nitrate d'ammonium au niveau des entreprises environnantes

Le 28 mars à Bossènes, les concentrations moyennes journalières de NO3 et NH4 ont respectivement atteint 5 et  $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  par vents modérés à forts de sud-ouest. Cette situation est très similaire à l'un des scénarios modélisés en 2008 correspondant à un flux modéré de sud-ouest 87 % de la journée du 8 mai 2007.

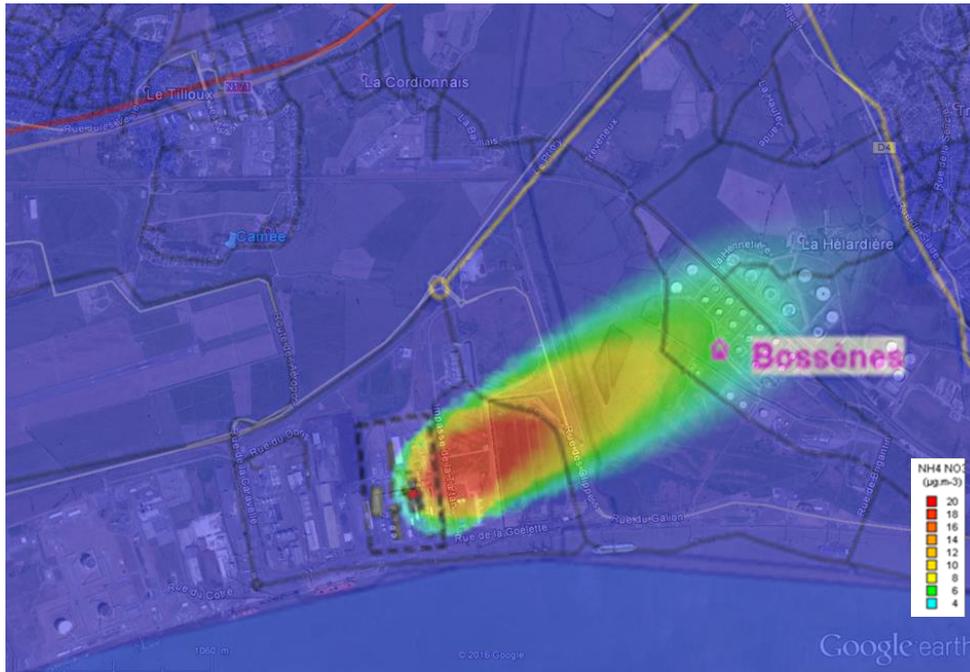


Rose de vents à montoir de Bretagne le 28 mars 2016.



Rose de vents à montoir de Bretagne le 8 mai 2007.

En considérant des émissions représentatives de l'activité réelle, l'étude de modélisation montrait alors un impact de la station Bossènes (cf. carte ci-après) avec une concentration moyenne journalière de nitrate d'ammonium approchant les  $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , soit sensiblement la même que celle mesurée à Bossènes le 28 mars 2016, avec une bande de retombées modélisée s'étendant en largeur de 700 m et en longueur de 2300 m et la zone où sont estimées les teneurs journalières maximales allant de 100 m au sud-ouest de la tour de prilling à 1500 m au nord-est de celle-ci et pouvant s'élever jusqu'à  $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Concentrations journalières de PM1 modélisées en provenance de la tour de prilling avec le scénario d'émissions réelles de 2008 le 8 mai 2007 (vent de sud-ouest majoritaire avec une vitesse moyenne de 6,9 m.s-1)

Par extrapolation, **les concentrations de nitrate d'ammonium au niveau des autres sites industriels situés sous les vents de Yara et dans un rayon proche peuvent être estimées à une vingtaine de  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  localement** et dans ces conditions de vent. Les vents de sud-ouest étant les vents les plus fréquents, ce type de scénario peut se reproduire à plusieurs reprises en une année. La moyenne journalière de nitrate d'ammonium cumulée à la concentration journalière des autres poussières ne devant pas excéder  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  plus de 35 jours par an, **une vigilance particulière devra être portée par vents de sud-ouest.**

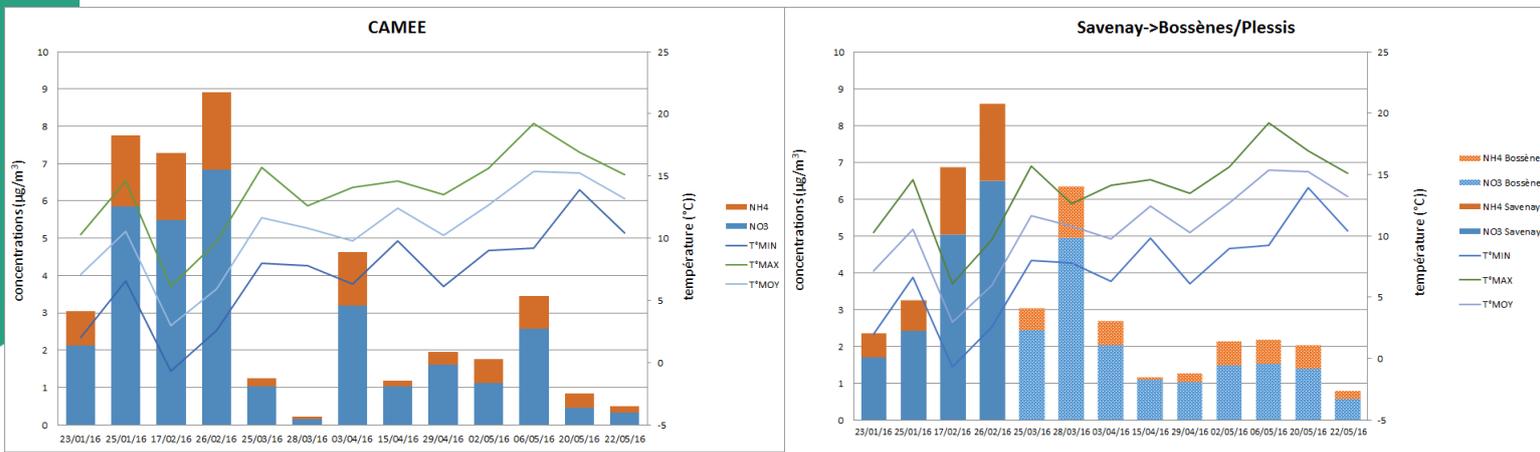
De la même manière, **par vents de nord-ouest et nord-est, ce sont les zones d'apportements qui peuvent potentiellement être impactés par des concentrations journalières non négligeables de nitrate d'ammonium.**

Pour les autres directions de vent, sud-est et nord-nord-ouest, leurs fréquences et leurs vitesses étant plus faibles, l'impact serait moindre.

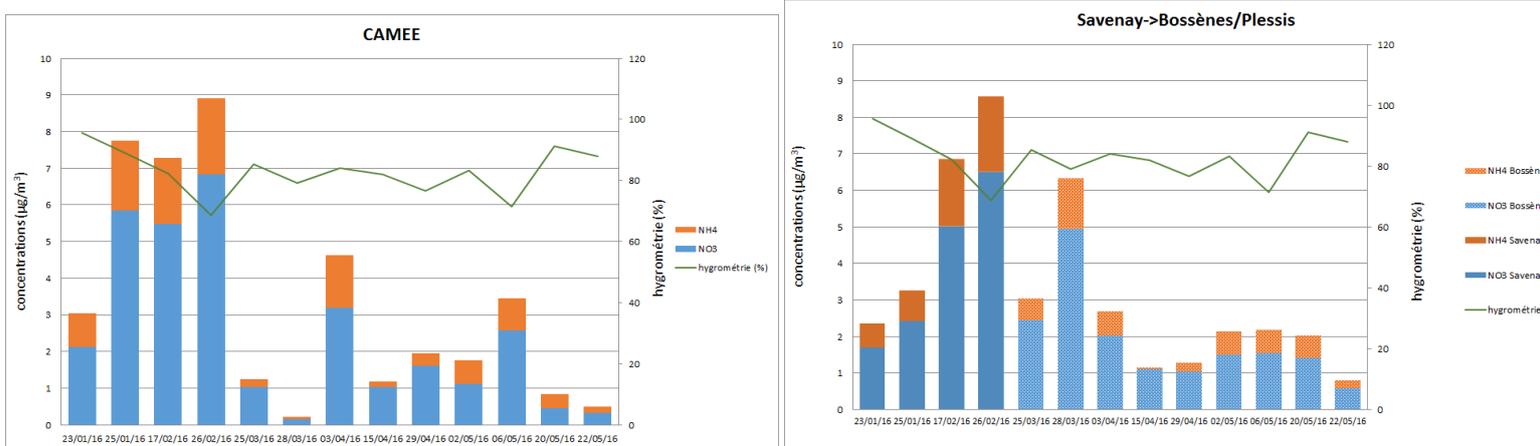
## effets des paramètres météo sur les niveaux de nitrate d'ammonium

D'autres paramètres, tels que la température ou l'humidité relative peuvent également influencer les concentrations de nitrate d'ammonium dans l'air du fait notamment de son caractère semi-volatil et de sa solubilité dans l'eau. Les concentrations atmosphériques en ammoniac et acide nitrique ont également des effets sur l'équilibre gaz/particule du nitrate d'ammonium.

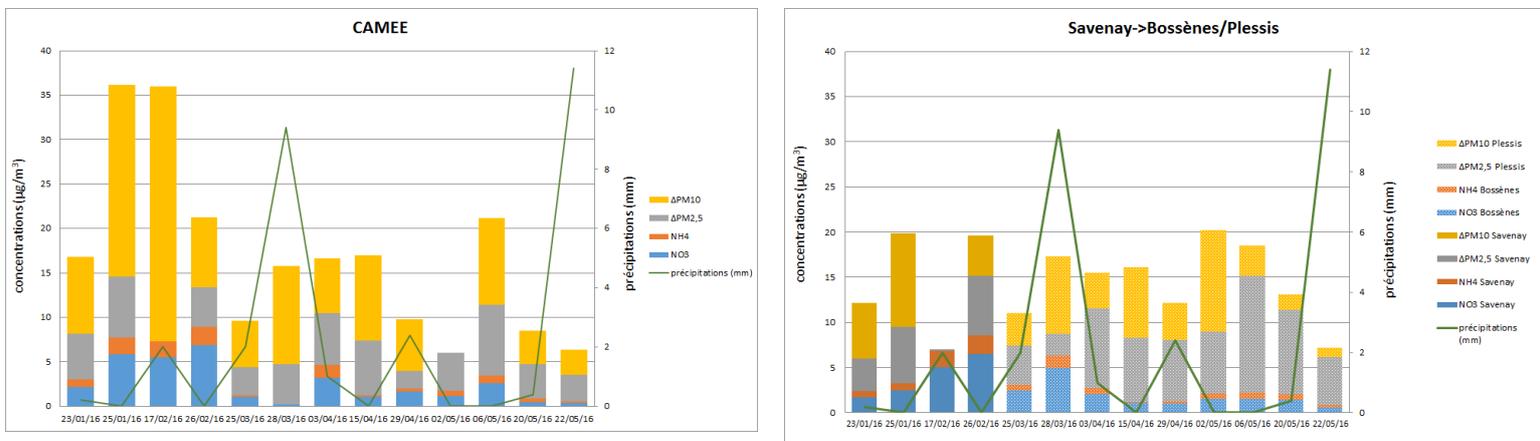
Les concentrations en nitrate et ammonium sont représentés ci-dessous pour chacun des sites en fonction de la température, de l'hygrométrie et des précipitations.



Concentrations de NO3 et NH4 en fonction de la température (minimale, maximale et moyenne journalière).



Concentrations de NO3 et NH4 en fonction de l'humidité relative journalière.



Concentrations de NO3, NH4, PM2,5 et PM10 (courbes cumulées pour PM10 et PM2,5) en fonction du cumul de précipitations journalier.

NB : A défaut de disposer de mesures automatiques de poussières à Bossènes, dans ce cas les niveaux de PM2,5 et PM10 sont considérés comme étant égaux à ceux de Parscau du Plessis.

Lors des journées d'arrêt des installations, les 17, 26 février et 15 avril, les concentrations mesurées sur les deux sites sont très similaires, traduisant une influence régionale notamment dans le cas des deux premiers prélèvements pour lesquels le site de référence était situé à Savenay à une quinzaine de kilomètres au nord-ouest de Yara.

Hormis la période correspondant à l'épisode de pollution généralisé présenté ci-après les concentrations maximales ont été mesurées les 17 et 26 février alors que les installations étaient à l'arrêt. Les concentrations en nitrate et en ammonium ont alors respectivement approché les 7 et 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### températures

Globalement, **les niveaux de nitrate et d'ammonium sont plus élevés en début de campagne au cours des mois d'hiver de janvier et février alors que les températures minimales sont les plus froides et que les maximales restent inférieures à 15°C** ce qui limite la volatilisation du nitrate d'ammonium dans l'air. Plus généralement, avec une couche d'inversion de température plus basse en période hivernale, les conditions de dispersion des polluants sont moins favorables par temps froid (excepté le 25 janvier où la hausse des concentrations est probablement davantage liée à une exposition assez soutenue du site aux émissions de l'établissement).

### hygrométrie

Si l'hygrométrie peut avoir une influence sur les concentrations de nitrate d'ammonium dans l'air, les variations relatives de ce paramètre sur les périodes de mesure considérées ne sont pas suffisantes pour en apprécier l'effet d'autant plus que l'influence des heures d'exposition aux émissions de l'établissement semble être le paramètre prédominant.

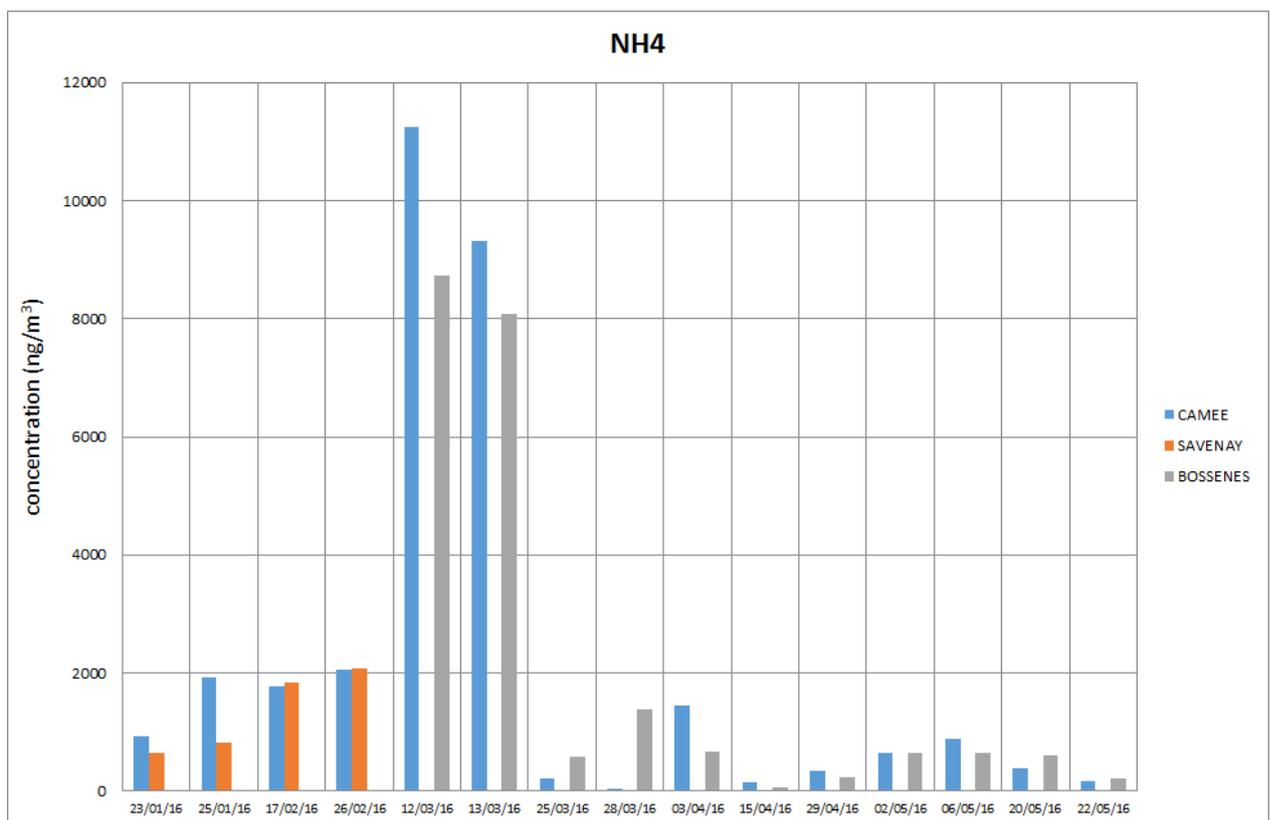
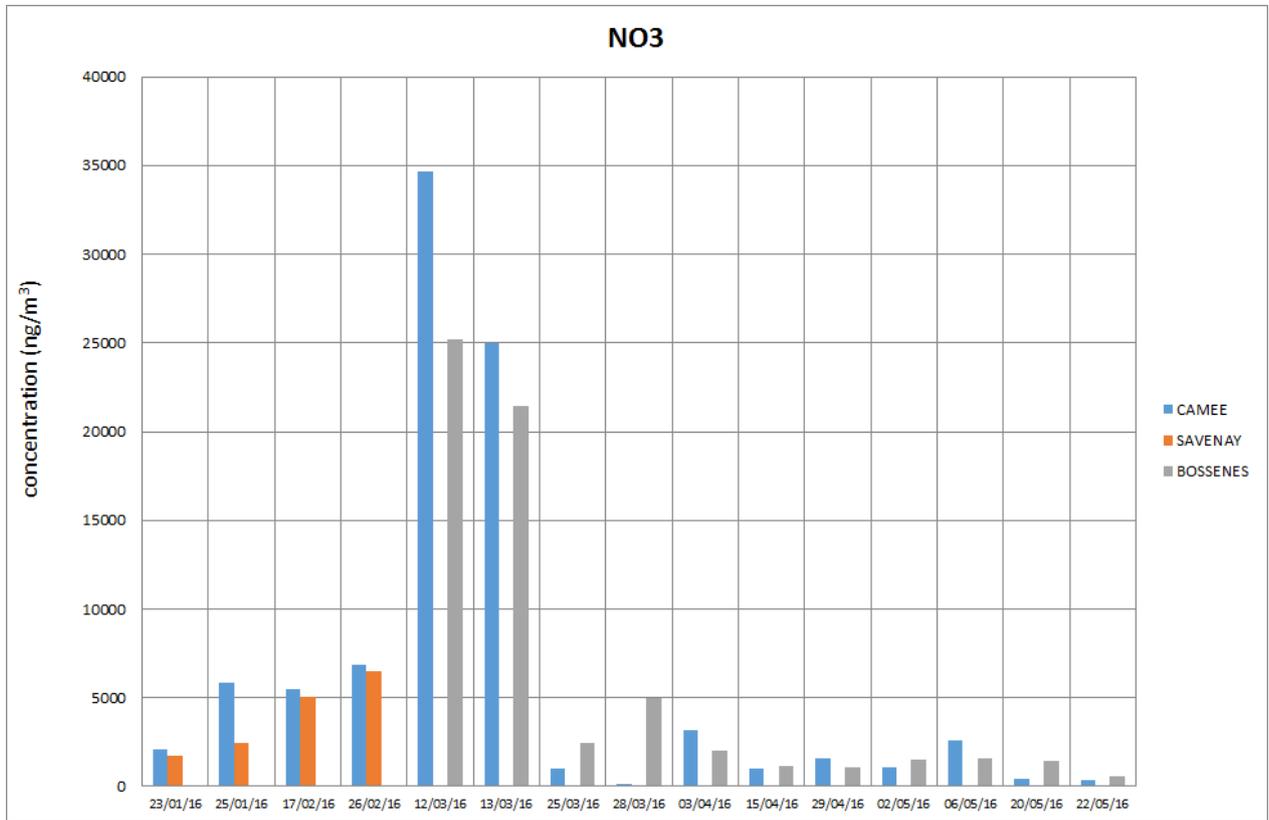
### précipitations

De manière générale, en fonction de leur intensité et de leur durée, les précipitations lessivent l'atmosphère des particules qui y sont en suspension. Aussi, les concentrations de PM<sub>2,5</sub> et PM<sub>10</sub> sont-elles représentées sur le graphe correspondant de manière à apprécier leur effet global.

Ainsi, le 28 mars et le 22 mai, **les précipitations ont contribué à abaisser les concentrations de particules fines PM<sub>10</sub> de manière générale mais également les niveaux de nitrate d'ammonium**. L'effet est plus marqué le 22 mai où les précipitations ont été plus importantes en cumul journalier et en durée (11mm de précipitations en 5 heures).

## situation des niveaux de nitrate d'ammonium dans l'environnement en situation épisodique de pollution particulaire

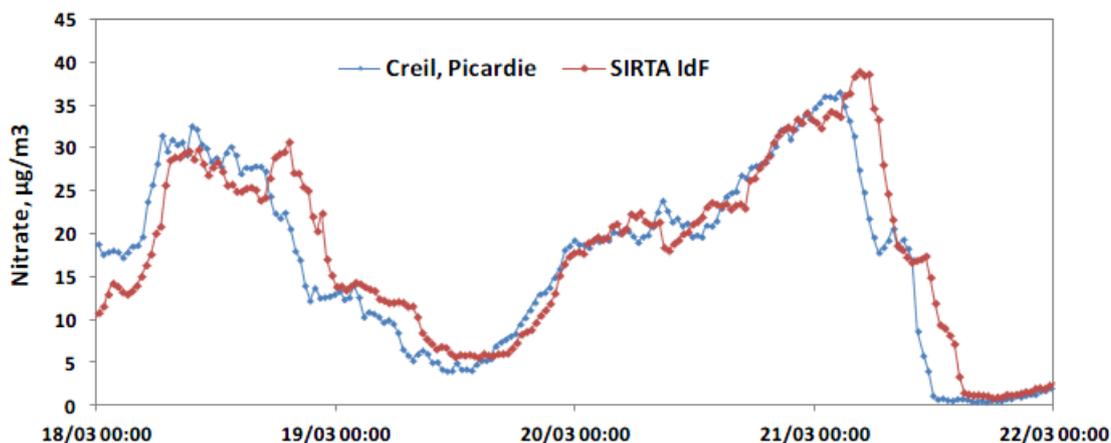
En complément, les prélèvements des 12 et 13 mars correspondant à un épisode de pollution particulaire généralisé ont été analysés pour permettre la comparaison aux surémissions estimées de l'établissement. Le 12 mars, les vents étaient faibles avec un passage à des vents de nord-est plus établis le 13 mars. Par souci de lisibilité graphique, ces résultats ont été représentés séparément compte tenu de l'écart significatif entre les concentrations épisodiques et les concentrations régulières.



En effet, du 12 au 13 mars 2016, les niveaux journaliers de nitrate évoluent de 34,7 à 24  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à Camée et de 25,2 à 21,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à Bossènes, soit 6 fois plus que le niveau moyen journalier mesuré à Camée en période de fonctionnement. De même, les niveaux d'ammonium sont plus élevés à Camée avec des concentrations moyennes quotidiennes passant de 11,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à 9,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à Camée et de 8,7 à 8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à Bossènes suggérant une influence locale des émissions de Yara sur le site de Camée notamment le 12 mars en lien avec de mauvaises conditions de dispersion. L'impact sur la concentration journalière de  $\text{NO}_3^-$  est de 9,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  et 3,5 pour l'ammonium. **En cas de dégradation de la qualité de l'air et dans des conditions peu dispersives, le nitrate d'ammonium émis par Yara peut localement contribuer au dépassement du seuil d'information 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  voire d'alerte 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  applicable aux particules  $\text{PM}_{10}$ .**

### les niveaux de nitrate d'ammonium dans l'environnement

Des niveaux de concentrations équivalents à ceux mesurés dans l'environnement de Yara ont été mesurés sur le site instrumental de recherche par télédétection atmosphérique (SIRTA) au sud-ouest de Paris entre une demi-heure et deux heures après avoir été mesurées à Creil en Picardie. Les niveaux de nitrate atteignent alors ponctuellement 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ce résultat montre la prédominance des phénomènes d'import interrégional du nitrate d'ammonium par rapport aux phénomènes de production locale.



*Suivi des concentrations de nitrate (présent sous forme de nitrate d'ammonium au sein des  $\text{PM}_{10}$ ) au SIRTA et à Creil entre le 18 et le 21 mars 2015 (source : Lcsqa).*

# conclusions et perspectives

L'évaluation de l'influence des émissions de Yara est rendue complexe compte tenu des nombreux émetteurs de poussières situées sur la zone d'implantation de l'établissement.

D'un point de vue réglementaire, le seuil d'information a été dépassé à 3 reprises au mois de mars, le premier sous l'effet d'un épisode généralisé de pollution particulaire, les deux autres probablement sous l'effet des surémissions de particules produites localement par l'activité industrielle de la zone conjuguées à des niveaux de fond élevés.

Par extrapolation à l'année, l'objectif de qualité pour les particules PM<sub>2,5</sub> risque très probablement d'être dépassé comme sur la plupart des autres sites de surveillance de ce polluant. En revanche, les autres valeurs réglementaires exprimées en moyenne annuelle ne présentent a priori pas de risques particuliers de dépassement.

Cette étude a par ailleurs permis d'apprécier l'impact de Yara sur les concentrations particulaires à Camée qui au regard des autres contributions (carrière, terminal multivrac, zone de stockage de charbon...) se révèle négligeable. Toutefois, les analyses chimiques ont permis de quantifier cet apport. Ainsi, durant la campagne de mesure les apports maximaux de nitrate et d'ammonium imputables à Yara mesurés en moyenne journalière sont respectivement de 3,4 et 1,1 µg/m<sup>3</sup> à Camée, 4,8 et 1,3 à Bossènes hors épisode contre 9,5 et 3,5 µg/m<sup>3</sup> lors de l'épisode particulaire le 12 mars. En cas de dégradation de la qualité de l'air et dans des conditions peu dispersives, le nitrate d'ammonium émis par Yara peut donc localement contribuer au dépassement du seuil d'information ou d'alerte applicable aux PM<sub>10</sub> et exposer les travailleurs, voire les résidents les plus proches à des concentrations moyennes journalières de particules non réglementaires plus fréquemment que sur le reste de la région.

Air Pays de la Loire recommande donc :

- compte tenu de la présence de nombreux émetteurs de poussières, un suivi annuel des poussières fines dans l'environnement de la zone industrielle, lequel permettrait de comparer strictement les niveaux de poussières aux valeurs réglementaires, accompagné d'études de caractérisation de ces poussières visant à spécifier leurs origines. Ce suivi pourra compléter l'actuel dispositif mis en œuvre par le port autonome Nantes Saint-Nazaire fournissant des moyennes mensuelles de particules totales (TSP) dans la zone industrielle ;
- la mise en œuvre, par les émetteurs de poussières fines de la zone industrielle, d'actions visant à abaisser les émissions de PM<sub>10</sub> en cas de prévision de dépassement des seuils d'information et d'alerte, conformément à l'arrêté du 7 avril 2016.

# annexes

annexe 1 : le nitrate d'ammonium

annexe 2 : roses des vents pour les journées d'intérêt concernant le nitrate d'ammonium

annexe 3 : Air Pays de la Loire

annexe 4 : techniques d'évaluation

annexe 5 : types des sites de mesure

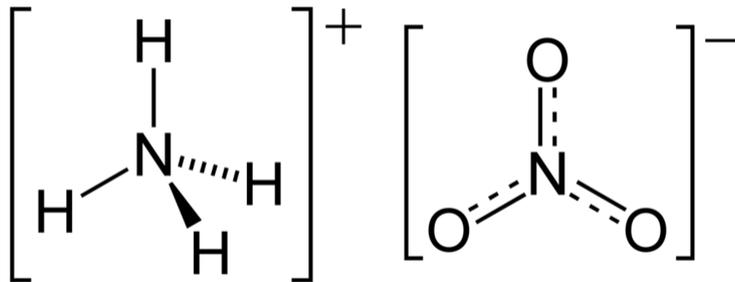
annexe 6 : polluants

annexe 7 : seuils de qualité de l'air 2016

## annexe 1 : le nitrate d'ammonium

### les sources de nitrate d'ammonium

Les sources du nitrate d'ammonium sont directement liées à celles des ions ammonium  $\text{NH}_4^+$  et nitrate  $\text{NO}_3^-$ .



Formule 2D du nitrate d'ammonium.

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 ( $\text{H}+\text{NO}_3^-$ ), 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.**

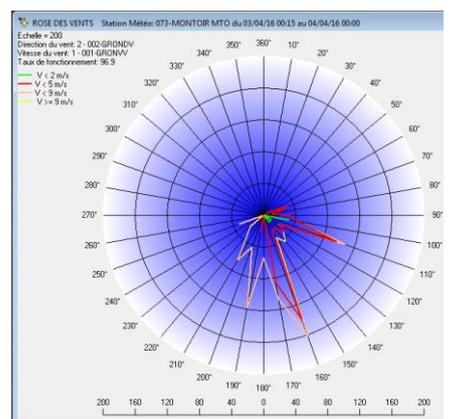
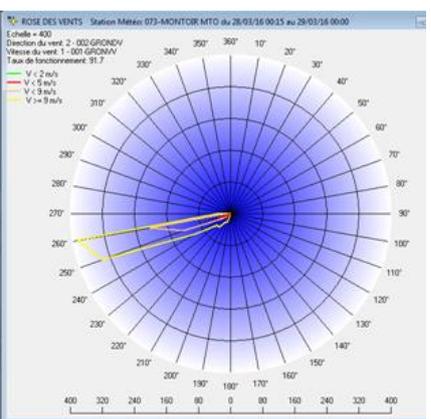
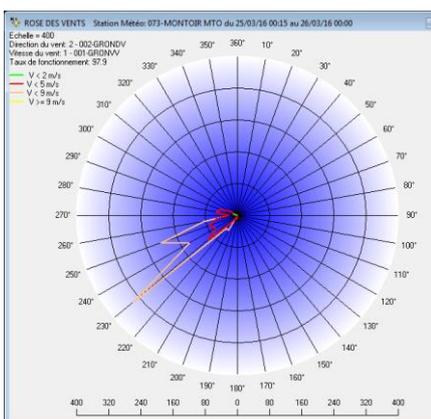
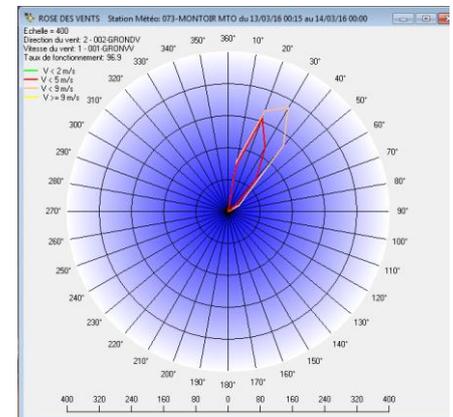
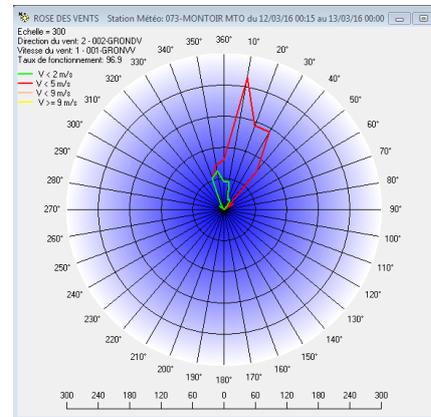
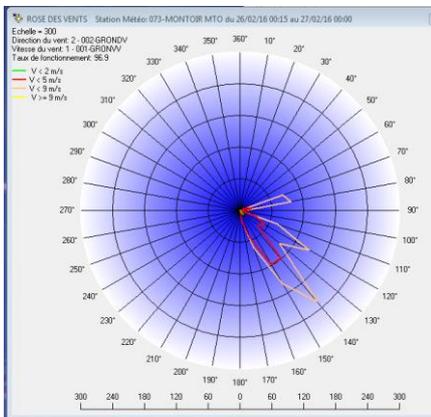
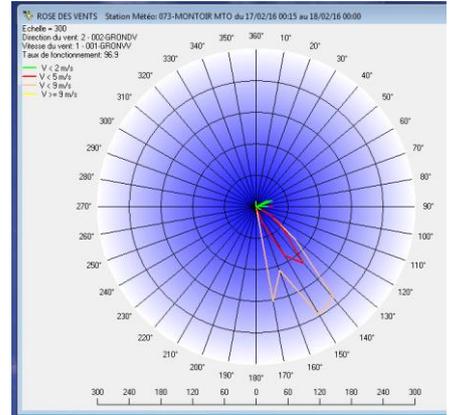
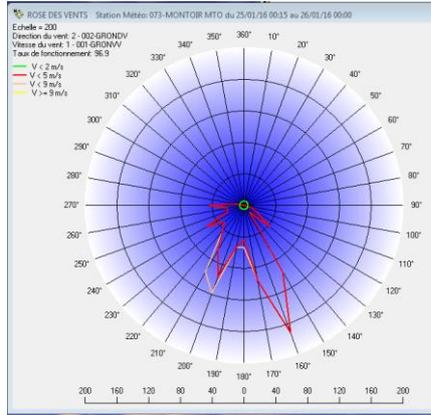
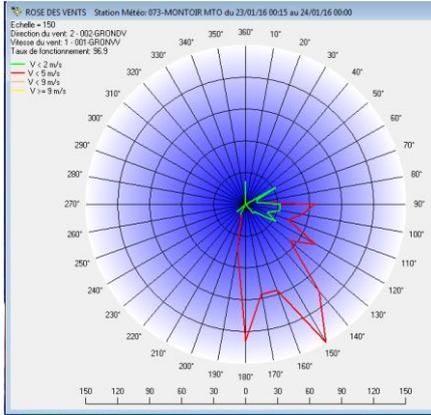
Compte tenu de la position géographique de la Loire Atlantique, les élévations générales en nitrate d'ammonium apparaissent principalement par vent d'origine continentale (vents d'est) alors que les vents océaniques d'ouest sont associés à des niveaux globalement faibles de ces composés.

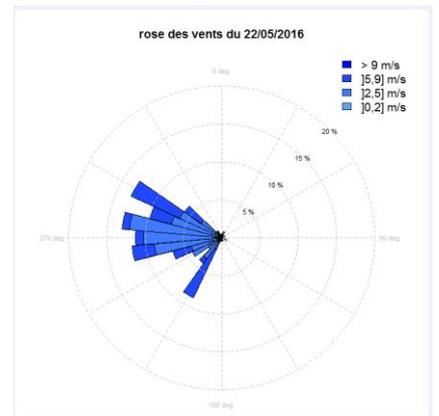
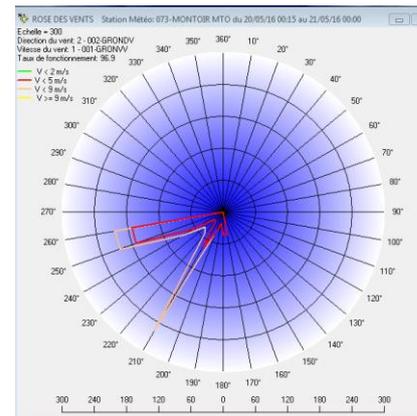
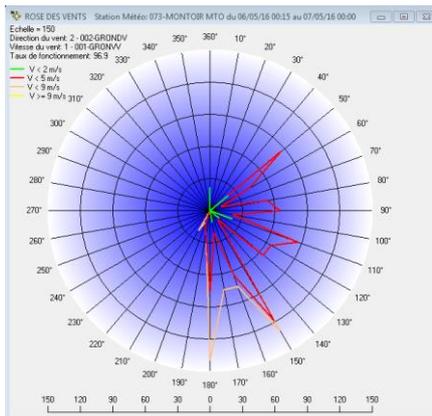
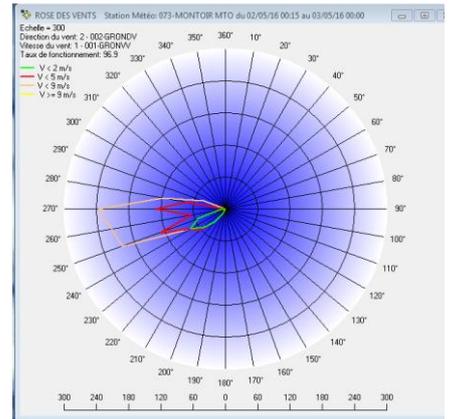
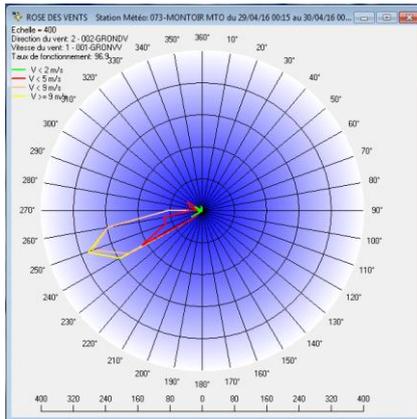
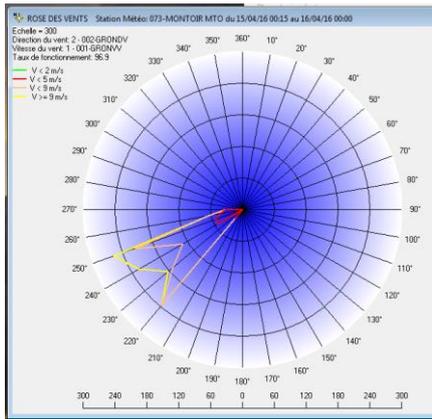
**Le nitrate d'ammonium provient également d'émissions directes de sources fixes**, en particulier les établissements de fabrication d'engrais, à l'exemple de l'usine Yara France de Montoir.

### le nitrate d'ammonium un aérosol secondaire semi volatil.

Le nitrate d'ammonium  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  dans l'atmosphère est formé à partir de l'ammoniac  $\text{NH}_3$  (g) et de l'acide nitrique  $\text{HNO}_3$ (g). Cet aérosol secondaire se présente sous la forme de particules submicroniques. Il est semi volatil c'est à dire qu'il peut se volatiliser en  $\text{NH}_3$  (g) et  $\text{HNO}_3$  (g). Rusell et al 1983 estiment qu'à des températures supérieures à 30 °C la majorité du nitrate se trouve en phase gazeuse sous forme d'acide nitrique, tandis qu'à des températures inférieures à 15 °C, le nitrate se trouve en phase particulaire sous forme de nitrate d'ammonium. Entre ces deux températures il existe une quantité variable de nitrate sous forme gazeuse et particulaire. L'humidité relative, les concentrations atmosphériques en ammoniac et acide nitrique ont également des effets sur cet équilibre gaz/particule. Toutefois la température semble être le facteur prépondérant.

# annexe 2 : roses des vents pour les journées d'intérêt concernant le nitrate d'ammonium



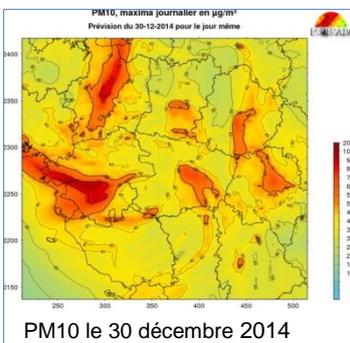
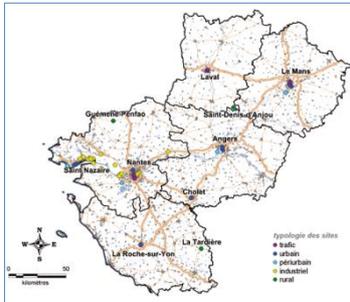


## annexe 3 : Air Pays de la Loire

Dotée d'une solide expertise riche de trente ans d'expérience, Air Pays de la Loire est agréée par le Ministère de l'Environnement, de l'Énergie 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 trentaine 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 la plateforme interrégionale ESMERALDA.

### informer pour prévenir



#### pics de pollution : une vigilance permanente

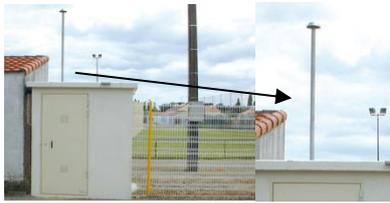
En cas d'épisode de pollution, une information spécifique est adressée aux autorités publiques, aux médias et à tous les internautes inscrits gratuitement. Suivant les concentrations de pollution atteintes, le préfet de département prend, si nécessaire, des mesures visant à réduire les émissions de polluants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

#### sur Internet : tous les résultats, tous les dossiers

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

## annexe 4 : techniques d'évaluation

### mesures



#### les sites fixes

C'est le principal moyen de surveillance : il existe une trentaine de sites fixes dans les Pays de la Loire. Ils surveillent en continu la qualité de l'air des principales agglomérations de la région, des zones industrielles de Basse-Loire, et également dans un secteur rural dans l'est de la Vendée. Fonctionnant 24 heures sur 24, ils sont équipés d'analyseurs spécifiques des principaux indicateurs de pollution atmosphérique : dioxyde de soufre, oxydes d'azote, ozone, particules PM10 ou PM2,5, monoxyde de carbone, BTX. Ces stations sont reliées au poste central d'Air Pays de la Loire où elles envoient les données.



#### les laboratoires mobiles

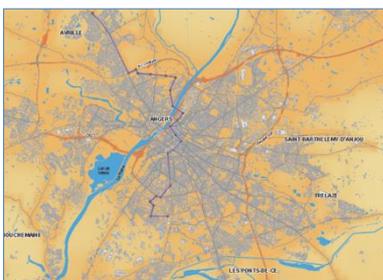
La région des Pays de la Loire est dotée de deux laboratoires mobiles de surveillance de la qualité de l'air. Ces systèmes, équipés d'analyseurs spécifiques (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM10, CO) comme les sites fixes, permettent d'établir un diagnostic de la qualité de l'air dans 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

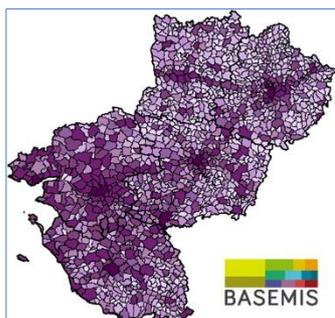
Ces systèmes sont le plus souvent utilisés pour la mesure des "nouveaux polluants" (métaux lourds, pesticides et HAP) avec un prélèvement à la journée ou à la semaine. À la différence des analyseurs spécifiques, l'analyse est réalisée en différé en laboratoire.

### modélisation



#### modélisation de la pollution de fond et industrielle : ADMS

ADMS est un système de modélisation qui permet de simuler la pollution provenant de sources urbaines (trafic automobile, chauffage,...) et des sources fixes (établissements industriels). Ce système nécessite la connaissance de paramètres géophysiques (relief, occupation des sols,...), de la météorologie et des émissions. ADMS est utilisé pour la production de cartographies ou bien pour évaluer des scénarii.



#### BASEMIS®

Inventaire régional à résolution communale des émissions de gaz à effet de serre et des consommations d'énergie élaboré et mis en œuvre par Air Pays de la Loire. Développé avec le soutien de l'Ademe, de la Région des Pays de la Loire et de l'Union européenne, cet inventaire est utilisé par les services de l'État et des collectivités dans le cadre de la réalisation de leur Plan Climat Énergie Territorial, pour l'élaboration et le suivi du Schéma Régional Climat Air Énergie, et pour le suivi de plans régionaux (PPA, PDU, etc.). BASEMIS® est également un élément d'entrée essentiel dans le cadre de la modélisation de la qualité de l'air.

## annexe 5 : types des sites de mesure

Les sites de mesure sont localisés selon des objectifs précis de surveillance de la qualité de l'air, définis au plan national.



### sites urbains

Les sites urbains sont localisés dans une zone densément peuplée en milieu urbain et de façon à ne pas être soumis à une source déterminée de pollution ; ils caractérisent la pollution moyenne de cette zone.



### sites périurbains

Les sites périurbains sont localisés dans une zone peuplée en milieu périurbain, de façon à ne pas être soumis à une source déterminée de pollution et à caractériser la pollution moyenne de cette zone.



### sites 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.

## annexe 6 : polluants

### les particules fines (ou poussières)

Les particules fines 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  $\mu\text{m}$  (PM10), elles restent plutôt en suspension dans l'air. Supérieures à 10  $\mu\text{m}$ , elles se déposent, plus ou moins vite, au voisinage de leurs sources d'émission. Les particules plus fines, appelées PM2,5 (diamètre inférieur à 2,5  $\mu\text{m}$ ) pénètrent plus profondément dans les poumons. Celles-ci peuvent rester en suspension pendant des jours, voire pendant plusieurs semaines et parcourir de longues distances.

La profondeur de pénétration des particules dans l'arbre pulmonaire est directement liée à leurs dimensions, les plus grosses étant arrêtées puis éliminées au niveau du nez et des voies respiratoires supérieures. Le rôle des particules en suspension a été montré dans certaines atteintes fonctionnelles respiratoires, le déclenchement de crises d'asthme et la hausse du nombre de décès pour cause cardio-vasculaire ou respiratoire, notamment chez les sujets sensibles (enfants, bronchitiques chroniques, asthmatiques...).

## annexe 7 : seuils de qualité de l'air 2016

### SEUILS DE DÉCLENCHEMENT DES ÉPISODES DE POLLUTION

Décret 2010-1250 du 21/10/2010 – arrêté ministériel du 26/03/2014

TYPE DE SEUIL (µg/m³)	DURÉE CONSIDÉRÉE	POLLUANTS			
		OZONE (O <sub>3</sub> )	DIOXYDE D'AZOTE (NO <sub>2</sub> )	PARTICULES FINES (PM10)	DIOXYDE DE SOUFRE (SO <sub>2</sub> )
Seuil de recommandation et d'information	Moyenne horaire	180	200	-	300
	Moyenne 24-horaire	-	-	50	-
Seuil d'alerte	Moyenne horaire	240 <sup>(1)</sup> 1 <sup>er</sup> seuil : 240 <sup>(2)</sup> 2 <sup>ème</sup> seuil : 300 <sup>(2)</sup> 3 <sup>ème</sup> seuil : 360	400 <sup>(2)</sup> 200 <sup>(2)</sup>	-	500 <sup>(2)</sup>
	Moyenne 24-horaire	-	-	80 ou après 3 jours de dépassement du seuil de recommandation et d'information (persistance).	-

- (1) pour une protection sanitaire pour toute la population, en moyenne horaire.  
 (2) dépassé pendant 3h consécutives.  
 (3) 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.

**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.

**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.

### AUTRES SEUILS RÉGLEMENTAIRES

Décret 2010-1250 du 21/10/2010

TYPE DE SEUIL (µg/m³)	DURÉE CONSIDÉRÉE	POLLUANTS												
		OZONE (O <sub>3</sub> )	DIOXYDE D'AZOTE (NO <sub>2</sub> )	OXYDES D'AZOTE (NOX)	PARTICULES FINES (PM10)	PARTICULES FINES (PM2.5)	PLOMB	BENZÈNE	MONOXYDE DE CARBONE (CO)	DIOXYDE DE SOUFRE (SO <sub>2</sub> )	ARSENIC	CADIUM	NICKEL	BENZO(a) PYRÈNE
Valeur limite	Moyenne annuelle	-	40	30 <sup>(1)</sup>	40	25	0,5	5	-	20 <sup>(1)</sup>	-	-	-	-
	Moyenne hivernale	-	-	-	-	-	-	-	-	20 <sup>(1)</sup>	-	-	-	-
	Moyenne journalière	-	-	-	50 <sup>(2)</sup>	-	-	-	-	125 <sup>(2)</sup>	-	-	-	-
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	-	-	-	-	-	-	-	10 000	-	-	-	-	-
	Moyenne horaire	-	200 <sup>(3)</sup>	-	-	-	-	-	-	350 <sup>(3)</sup>	-	-	-	-
Objectif de qualité	Moyenne annuelle	-	40	-	30	10	0,25	2	-	50	-	-	-	-
	Moyenne journalière	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne horaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valeur cible	ADT 40	6 000 <sup>(4) (5) (6)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ADT 40	18 000 <sup>(1) (7)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moyenne annuelle	-	-	-	-	20	-	-	-	0,006	0,005	0,02	0,001	
	Moyenne 8-horaire maximale du jour	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

- (1) pour la protection de la végétation  
 (2) à ne pas dépasser plus de 35j par an (percentile 90,4 annuel)  
 (3) à ne pas dépasser plus de 3j par an (percentile 99,2 annuel)  
 (4) à ne pas dépasser plus de 18h par an (percentile 99,8 annuel)  
 (5) à ne pas dépasser plus de 24h par an (percentile 99,7 annuel)  
 (6) pour une protection sanitaire pour toute la population, en moyenne horaire  
 (7) en moyenne sur 5 ans, calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet  
 (8) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, à ne pas dépasser plus de 25 j par an en moyenne sur 3 ans

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

**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.



airpays de la loire

5 rue Édouard-Nignon – CS 70709 – 44307 Nantes cedex 3

Tél + 33 (0)2 28 22 02 02

Fax + 33 (0)2 40 68 95 29

[contact@airpl.org](mailto:contact@airpl.org)

**air** | pays de  
la loire  
[www.airpl.org](http://www.airpl.org)