

## Plan de surveillance de l'ammoniac NH<sub>3</sub> dans l'air ambiant

*Novembre 2016*

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>3</b>
1.1	CONTEXTE ET OBJECTIFS .....	3
1.2	DOMAINE D'INVESTIGATION .....	3
<b>2</b>	<b>ANALYSE DOCUMENTAIRE ET RÉGLEMENTAIRE .....</b>	<b>4</b>
2.1	L'AMMONIAC.....	4
2.2	RÉGLEMENTATION ET CONCENTRATIONS UBIQUITAIRES .....	4
2.3	VALEURS TOXICOLOGIQUES DE RÉFÉRENCE (VTR) .....	4
2.4	LES ÉMISSIONS .....	4
2.4.1	<i>Les émissions d'ammoniac en France.....</i>	<i>4</i>
2.4.2	<i>Les émissions d'ammoniac dans la région PACA .....</i>	<i>5</i>
<b>3</b>	<b>MISE EN ŒUVRE DE LA CAMPAGNE DE MESURE.....</b>	<b>6</b>
3.1	TECHNIQUE DE MESURE .....	6
3.2	EMPLACEMENT DES SITES DE PRÉLÈVEMENT .....	6
3.1	PLANIFICATION DES PRÉLÈVEMENTS.....	7
3.2	MÉTÉOROLOGIE .....	7
<b>4</b>	<b>RÉSULTATS.....</b>	<b>10</b>
4.1	NIVEAUX DE CONCENTRATION .....	10
4.2	COMPARAISON AVEC LES VALEURS TOXICOLOGIQUES ET UBIQUITAIRES .....	12
<b>5</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>12</b>

## **Liste des Figures**

<i>Figure 1 : évolution des émissions d'ammoniac en France entre 2004 et 2014 .....</i>	<i>5</i>
<i>Figure 2 : contribution aux émissions d'ammoniac : France - PACA .....</i>	<i>5</i>
<i>Figure 3 : localisation des GSP émettrices d'ammoniac dans la région PACA en 2012 .....</i>	<i>5</i>
<i>Figure 4 : moyens de mesure de l'ammoniac .....</i>	<i>6</i>
<i>Figure 5 : emplacement des points de mesure de l'ammoniac .....</i>	<i>7</i>
<i>Figure 6 : météorologie au cours des périodes de prélèvement.....</i>	<i>9</i>
<i>Figure 7 : concentrations moyennes annuelles d'ammoniac dans l'air ambiant dans la zone étudiée .....</i>	<i>10</i>
<i>Figure 8 : concentrations d'ammoniac dans l'air ambiant, dans la zone étudiée pour chaque série de prélèvement .....</i>	<i>11</i>
<i>Figure 9 : concentrations d'ammoniac dans l'air ambiant, dans la zone étudiée :.....</i>	<i>11</i>

## **Liste des Tableaux**

<i>Tableau 1 : récapitulatif du nombre de prélèvements et de la représentativité temporelle.....</i>	<i>7</i>
<i>Tableau 2 : concentrations moyennes annuelles d'ammoniac dans l'air ambiant dans la zone d'investigation..</i>	<i>10</i>

# 1 Introduction

## 1.1 Contexte et objectifs

Air PACA est l'association agréée par le ministère en charge de l'environnement pour la surveillance de la qualité de l'air (AASQA) dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Air PACA dispose de moyens de mesure et de modélisation des différents polluants réglementés : SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, BTX, HAP, métaux lourds et particules en suspension (PM).

Les populations de la région PACA sont également exposées à d'autres polluants nocifs pour la santé mais qui ne sont pas réglementés dans l'air ambiant. Il est donc important de connaître les niveaux de concentration de ces polluants d'intérêt sanitaire, pour estimer au mieux l'exposition des populations à ces composés, et améliorer la précision des évaluations de risques sanitaires en relation avec ces polluants.

Le projet « POLLuants d'Intérêt Sanitaire » (POLIS) répond à l'orientation stratégique du Plan Régional Santé Environnement (PRSE) de « réduire et contrôler les expositions nocives à la pollution atmosphérique ayant un impact sur la santé ».

Dans ce cadre, Air PACA a mené des investigations sur le terrain pour documenter, par la mesure, les concentrations dans l'air ambiant de plusieurs polluants d'intérêt sanitaire, ayant une Valeur toxicologique de référence ou une Valeur guide et non surveillés dans le cadre réglementaire. Cette étude a porté sur le département des Bouches-du-Rhône, avec un focus particulier sur la zone industrielle de l'étang de Berre. Le plan de surveillance de l'ammoniac dans l'air ambiant fait partie des investigations menées dans le cadre du projet POLIS.

## 1.2 Domaine d'investigation

Dans ce plan de surveillance de l'ammoniac dans l'air ambiant, les investigations portent sur :

- **La méthodologie** : des métrologies spécifiques sont mises en œuvre, avec des techniques de mesures intégrées.
- **L'aire d'investigation** : le plan de surveillance est déployé dans les Bouches-du-Rhône, avec une attention particulière portée à la zone industrielle de l'étang de Berre. Le choix des points d'investigation est fait par rapport à la localisation des sources d'émissions des polluants investigués et des populations potentiellement impactées.
- **La période d'investigation** : afin de rendre compte des éventuelles variations saisonnières, les plans d'échantillonnage sont répartis sur une année complète de prélèvement.

## 2 Analyse documentaire et réglementaire

### 2.1 L'ammoniac

L'ammoniac, de formule  $\text{NH}_3$  est un gaz incolore, irritant, d'odeur piquante caractéristique<sup>1</sup>. Outre ses propriétés usuelles de réfrigérant, il est utilisé principalement dans la fabrication d'engrais. L'ammoniac est également présent à l'état naturel dans l'environnement. Il provient de la dégradation biologique des matières azotées présentes dans les déchets organiques ou le sol. L'ammoniac est un gaz provoquant des irritations sévères des voies respiratoires et des yeux.

### 2.2 Réglementation et concentrations ubiquitaires

L'emploi et le stockage de l'ammoniac sont réglementés par les textes concernant les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Ce polluant n'est pas réglementé dans l'air ambiant.

L'INERIS indique dans un rapport bibliographique<sup>2</sup> des niveaux mesurés dans l'environnement d'une plateforme de compostage de boues et déchets verts allant jusqu'à  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne sur 8 heures.

Un rapport de l'association Air Rhône-Alpes<sup>3</sup> présente des résultats de plusieurs études françaises. Air Breizh a conduit des mesures dans le cadre d'une campagne liée à la prolifération des algues vertes sur le littoral breton. Les mesures réalisées dans cette étude pendant 2 mois environ ont mis en évidence une concentration moyenne de  $9,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . De manière générale, les concentrations d'ammoniac les plus importantes présentées dans la littérature sont observées en contexte d'élevage intensif. A Paris, l'association AIRPARIF a mis en œuvre des mesures d'ammoniac en 2010 ; les concentrations moyennes mensuelles variaient entre 1 à  $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En proximité industrielle, les travaux d'Air Languedoc-Roussillon<sup>4</sup> indiquent des concentrations annuelles se situant entre 1 et  $93 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La fiche de données toxicologiques de l'INERIS<sup>5</sup> rapporte des concentrations ubiquitaires d'ammoniac dans l'air de l'ordre de 0.6 à 3 ppb, soit 0.4 à  $2.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### 2.3 Valeurs toxicologiques de référence (VTR)

Les valeurs toxicologiques de référence pour les effets « à seuil » indiquées dans le rapport de l'INERIS sont les suivantes :

- ATSDR : exposition chronique :  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ; exposition aiguë :  $1\ 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- US EPA :  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- OEHHA : exposition chronique =  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ; exposition aiguë =  $3\ 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$

### 2.4 Les émissions

#### 2.4.1 Les émissions d'ammoniac en France

Les informations sur les émissions d'ammoniac ont été extraites à la fois de l'IREP (Registre Français des émissions polluantes) et de l'inventaire d'Air PACA.

- 
- <sup>1</sup> Fiche toxicologique Ammoniac et solutions aqueuses, FT 16, INRS, mise à jour 2016
  - <sup>2</sup> Techniques de mesure de l'ammoniac et de l'hydrogène sulfuré dans l'air ambiant - Bilan bibliographique. INERIS, Décembre 2012
  - <sup>3</sup> Air Rhône-Alpes, Mesures d'ammoniac dans l'atmosphère, année 2015.
  - <sup>4</sup> Zone industrielle de Malvésy, Surveillance de l'ammoniac, bilan 2015, Air Languedoc-Roussillon, juin 2016
  - <sup>5</sup> Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, INERIS, mise à jour 2012

Sur la période 2004-2009, les émissions d'ammoniac en France métropolitaine ont été orientées à la hausse, avant de chuter nettement en 2010, pour augmenter à nouveau jusqu'en 2013. L'année 2014 apparaît comme présentant des émissions particulièrement faibles par rapport aux années précédentes.

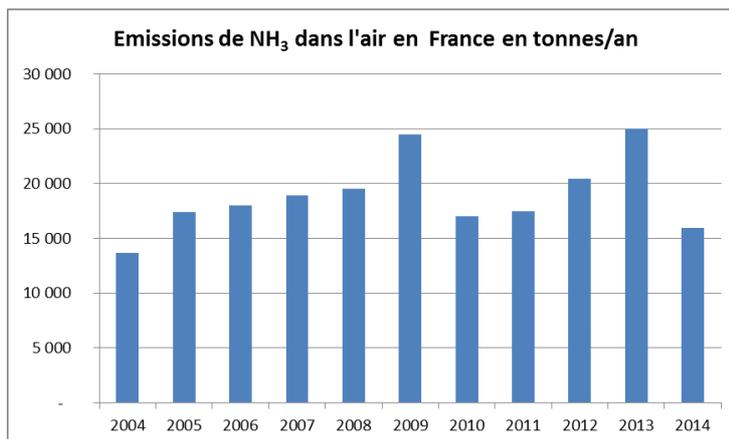


Figure 1 : évolution des émissions d'ammoniac en France entre 2004 et 2014

#### 2.4.2 Les émissions d'ammoniac dans la région PACA

Les données présentes dans l'inventaire Air PACA ont été retenues pour les émissions dans la région PACA, car elles s'avèrent être plus complètes que la base de données nationale IREP. Les données présentes dans l'IREP, auxquelles sont additionnées les données issues de l'inventaire régional, sont prises comme référence pour les émissions sur l'ensemble du territoire français.

Les émissions d'ammoniac dans la région PACA ont représenté une part modique (2.5 %) des émissions nationales.

Par ailleurs, la zone d'investigation de l'étude, à savoir les Bouches-du-Rhône, contribue pour environ le quart des émissions d'ammoniac régionales. Tandis qu'à l'échelle nationale, la part du secteur agricole est majoritaire, dans la zone d'étude ce sont les Grandes Sources Ponctuelles qui sont à l'origine de la majorité des émissions d'ammoniac (usines chimiques, cimenteries, traitement des déchets).

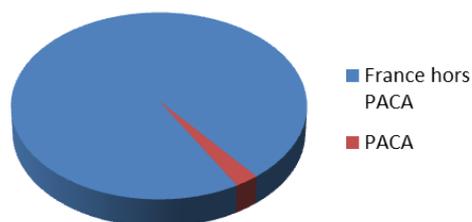


Figure 2 : contribution aux émissions d'ammoniac : France - PACA

La figure 3 ci-dessous représente un zoom de la répartition géographique des GSP émettrices d'ammoniac dans la zone d'investigation en 2012.

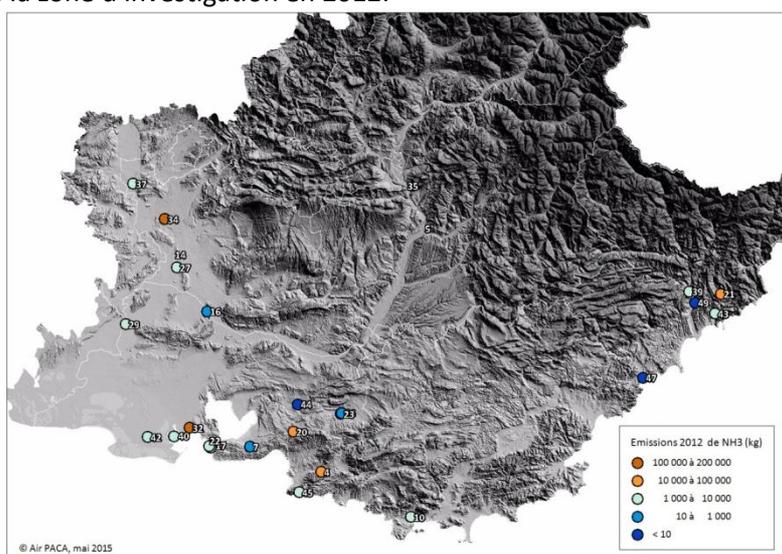


Figure 3 : localisation des GSP émettrices d'ammoniac dans la région PACA en 2012

## 3 Mise en œuvre de la campagne de mesure

### 3.1 Technique de mesure

Les techniques de mesure déployées sont adaptées à l'estimation de concentrations moyennes sur de multiples points. Il s'agit donc des moyens de mesure intégrée, par prélèvement passif d'air (tube à diffusion) et analyse a posteriori.

La cartouche absorbante utilisée est fabriquée par Passam. Elle est constituée d'un corps en polypropylène ayant une ouverture de 20 mm de diamètre, piégeant l'ammoniac par absorption sur de l'acide phosphorique. L'analyse est réalisée par le laboratoire Passam, par spectrophotométrie. Le dispositif de prélèvement est illustré sur la figure 4.



Figure 4 : moyens de mesure de l'ammoniac

### 3.2 Emplacement des sites de prélèvement

La liste des 15 sites de prélèvements choisis pour la mesure de l'ammoniac dans la zone d'investigation est la suivante :

- au sud et à l'ouest de l'étang de Berre : Martigues les Laurons, Martigues Lavéra, La Mède, Fos Carabins, Fos-sur-mer, Port-de-Bouc La Lèque,
- au nord : Salon-de-Provence,
- à Marseille et alentours : Marseille- Château Saint-Antoine, La Penne-sur-Huveaune,
- à Marseille autour de l'usine de traitement des boues, située dans l'ancienne carrière de la Cayolle au-dessus de la calanque de Sormiou : STEP, Vaucanson et Vaisseau,
- à Septèmes-les-Vallons : La Malle-Gare et la Malle-Hôtel
- à Plan-d'Aups, ce point éloigné de toute source étant considéré comme « point zéro ».

La figure 5 représente l'emplacement des points de mesure de l'ammoniac :

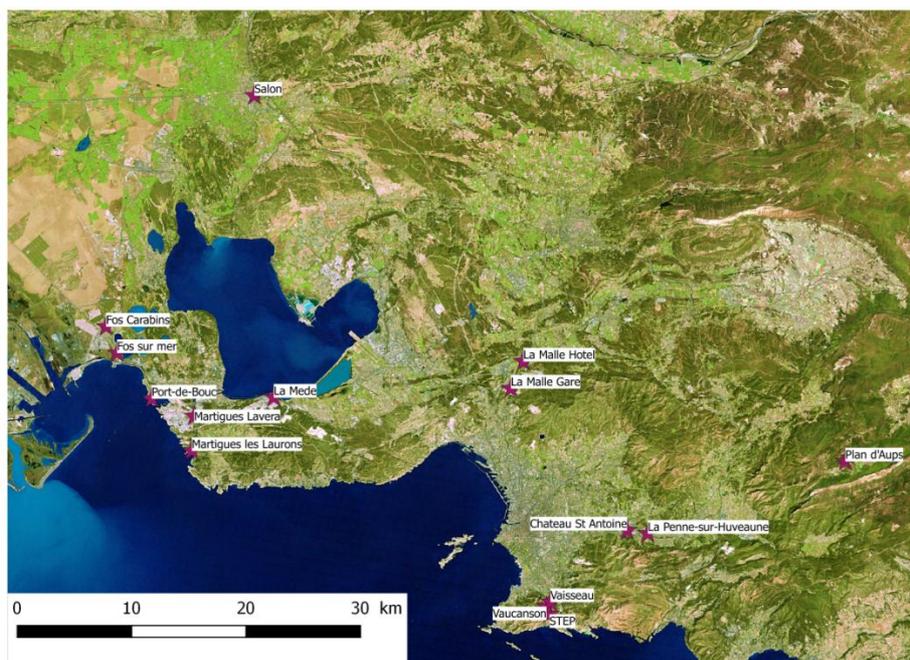


Figure 5 : emplacement des points de mesure de l'ammoniac

### 3.1 Planification des prélèvements

Pour une bonne représentativité temporelle, la campagne de mesures a été planifiée pour investiguer les quatre saisons de l'année. Elle s'est déroulée entre août 2015 et mai 2016.

Les prélèvements de sept jours sur chaque site ont été répartis entre les quatre saisons. Pour chacun des sites investigués, les mesures ont été réalisées avec une représentativité temporelle significative : le temps de prélèvement total a représenté 15 % de l'année, comme indiqué dans le Tableau 1.

Série	Saison	Début	Fin	Nombre de jours de prélèvement
1	Eté	18 août 2015	25 août 2015	7
2	Eté	25 août 2015	1 <sup>er</sup> septembre 2015	7
3	Automne	17 novembre 2015	24 novembre 2015	7
4	Automne	24 novembre 2015	1 <sup>er</sup> décembre 2015	7
5	Hiver	1 <sup>er</sup> mars 2016	8 mars 2016	7
6	Hiver	8 mars 2016	15 mars 2016	7
7	Printemps	26 avril 2016	3 mai 2016	7
8	Printemps	3 mai 2016	10 mai 2016	7
Nombre total de jours de prélèvement				<b>56</b>
Pourcentage de temps de l'année				<b>15 %</b>

Tableau 1 : récapitulatif du nombre de prélèvements et de la représentativité temporelle

### 3.2 Météorologie

La météorologie au cours de la campagne de prélèvement est représentée par les roses des vents de la

figure 6. Il s'agit de la rose des vents de l'ensemble de la campagne et de chacune des séries de prélèvement.

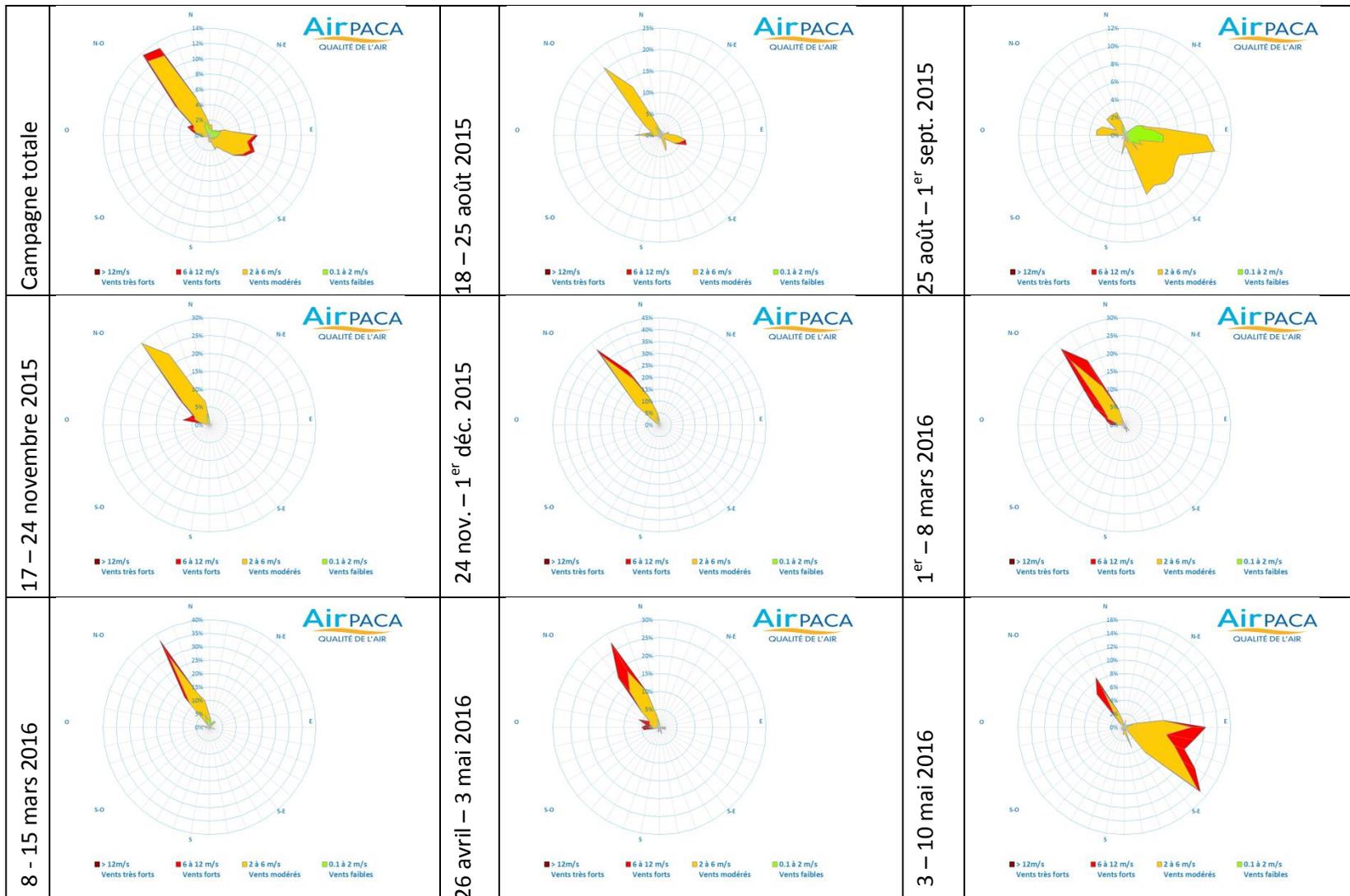


Figure 6 : météorologie au cours des périodes de prélèvement

## 4 Résultats

### 4.1 Niveaux de concentration

Les moyennes annuelles des concentrations d'ammoniac dans l'air ambiant sur les 15 sites ont été calculées à partir de l'ensemble des prélèvements réalisés. A noter que lorsque la concentration relevée est inférieure à la limite de quantification ( $0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), la valeur retenue pour le calcul des moyennes est égale à la moitié de cette limite (soit  $0.15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Les concentrations moyennes annuelles d'ammoniac sont illustrées sur la

figure 7. Elles varient, selon les sites, entre  $0.3$  et  $5.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Les teneurs les plus élevées sont observées sur les sites de La Penne-sur-Huveaune et de Château-Saint-Antoine.

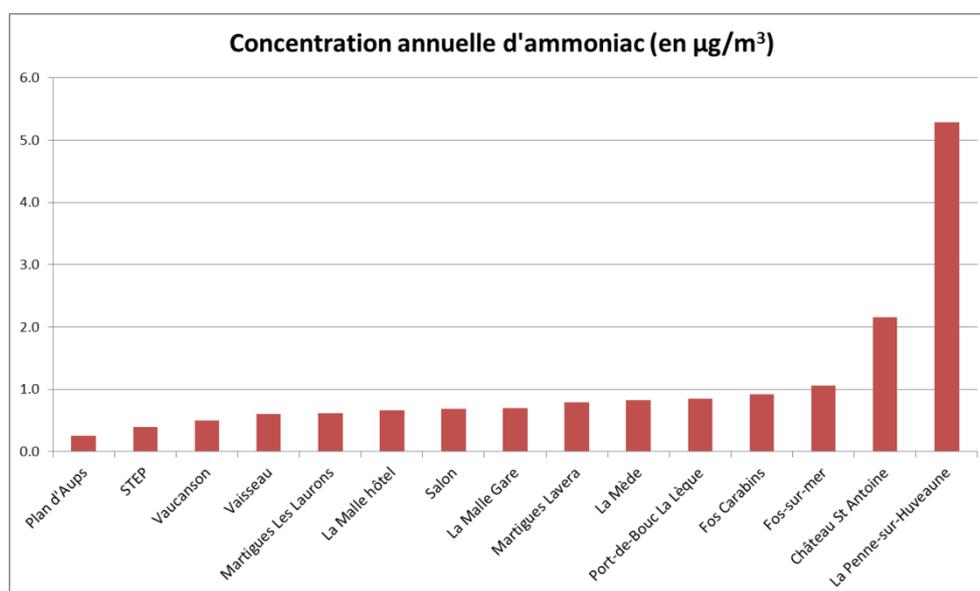


Figure 7 : concentrations moyennes annuelles d'ammoniac dans l'air ambiant dans la zone étudiée

Les teneurs moyennes, minimales et maximales sont indiquées (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dans le tableau 2 :

	Moyenne	Minimum	Maximum
Plan d'Aups	0.3	0.2	0.6
STEP	0.4	0.2	0.9
Vaucanson	0.5	0.2	1
Vaisseau	0.6	0.2	1.2
Martigues Les Laurons	0.6	0.2	1.5
La Malle hôtel	0.7	0.2	2.2
Salon	0.7	0.3	1.7
La Malle Gare	0.7	0.3	1.4
Martigues Lavera	0.8	0.2	1.5
La Mède	0.8	0.4	1.4
Port-de-Bouc La Lèque	0.8	0.5	1.3
Fos Carabins	0.9	0.2	1.6
Fos-sur-mer	1.1	0.7	1.9
Château St Antoine	2.2	0.2	5.4
La Penne-sur-Huveaune	5.3	0.6	12.2

Tableau 2 : concentrations moyennes annuelles d'ammoniac dans l'air ambiant dans la zone d'investigation  
Statistiques sur les données de la période d'août 2015 à mai 2016, exprimées en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

La figure 8 présente les concentrations obtenues pour chaque série de prélèvement.

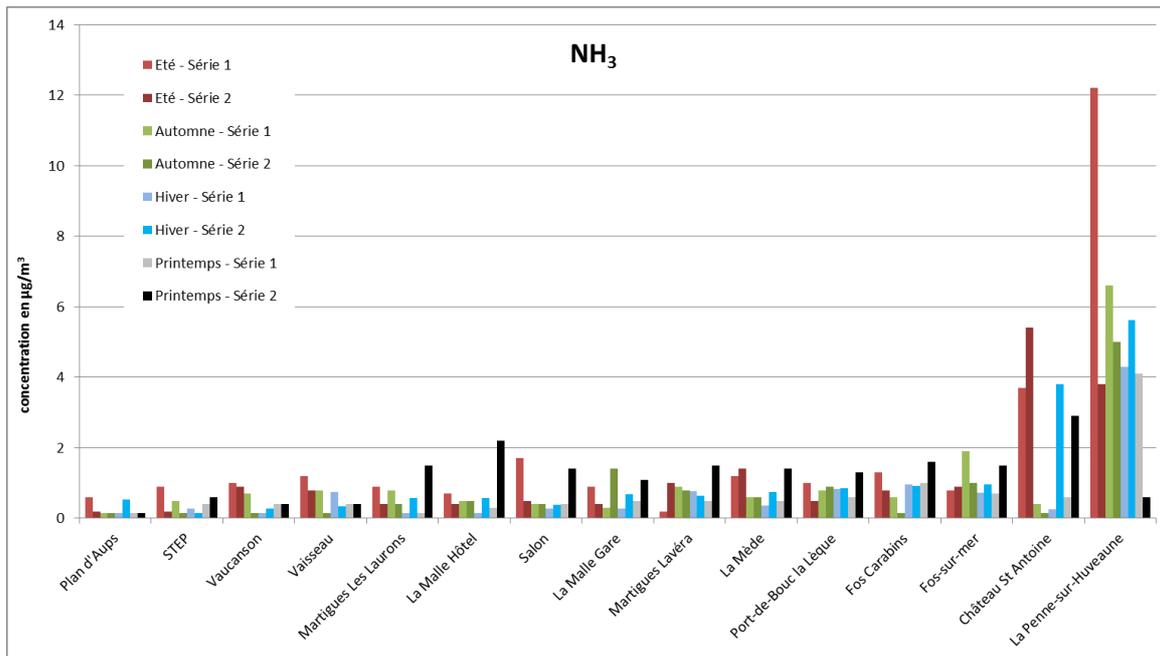


Figure 8 : concentrations d'ammoniac dans l'air ambiant, dans la zone étudiée pour chaque série de prélèvement

La variabilité des concentrations à différents sites est due à la situation géographique de ces derniers par rapport aux principales sources d'émission. Sur le site de La Penne-sur-Huveaune, il existe un facteur 20 entre la concentration la plus faible et celle la plus élevée, quand il n'est que de 3 sur le point de Plan d'Aups.

Néanmoins les sites de la Penne-sur-Huveaune et de Château-Saint-Antoine affichent toujours, soit l'un soit l'autre, les concentrations hebdomadaires les plus élevées.

La représentation cartographique des concentrations moyennes observées est indiquée sur la figure 9.

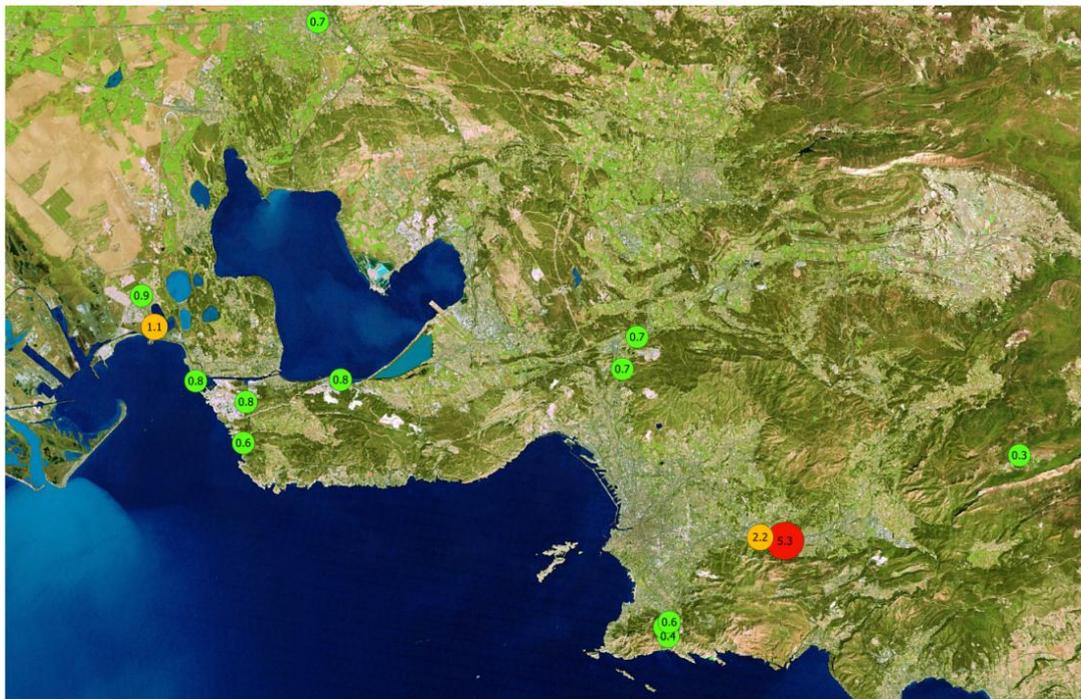


Figure 9 : concentrations d'ammoniac dans l'air ambiant, dans la zone étudiée : représentation géographique des moyennes annuelles obtenues dans les 15 sites de prélèvement, exprimées en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

## 4.2 Comparaison avec les valeurs toxicologiques et ubiquitaires

La valeur toxicologique de référence pour l'exposition chronique définie par l'US EPA est de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ces seuils sont très largement respectés sur l'ensemble des sites, y compris sur les points les plus exposés.

Les concentrations ubiquitaires d'ammoniac dans l'air ambiant sont de l'ordre de quelques  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Les résultats obtenus durant cette étude sur la majorité des points sont cohérents avec ces données bibliographiques. La concentration moyenne la plus importante ( $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) relevée à La Penne-sur-Huveaune, n'est pas atypique au regard des études françaises en contexte industriel.

## 5 Conclusion

Au travers du projet POLIS, Air PACA documente, par la mesure, les concentrations dans l'air ambiant des polluants d'intérêt sanitaire.

Le plan de surveillance de l'ammoniac dans l'air ambiant fait partie des investigations menées dans ce cadre. Selon les données de l'IREP, les émissions de ce polluant dans la région sont minoritaires par rapport aux émissions nationales.

Le plan de surveillance de l'ammoniac a été déployé dans les Bouches-du-Rhône. Le choix des points d'échantillonnage a été déterminé par rapport à la localisation des sources d'émissions et des populations impactées. Quinze points de mesures ont été investigués, durant une année.

Les moyennes annuelles des concentrations d'ammoniac dans l'air ambiant ont été calculées à partir de l'ensemble des prélèvements réalisés sur les quinze points de mesures.

Les valeurs obtenues pour les moyennes annuelles varient entre  $0.3$  et  $5.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La variabilité des concentrations moyennes dans différents sites est due à la situation géographique de ces derniers par rapport aux principales sources d'émission. Néanmoins les sites de la Penne-sur-Huveaune et de Château-saint-Antoine affichent toujours, soit l'un soit l'autre, les concentrations hebdomadaires les plus élevées.

Les concentrations d'ammoniac observées dans cette étude sur les quinze points sont du même ordre que les niveaux ubiquitaires dans l'air ambiant, qui sont de quelques microgrammes par mètre cube. Les teneurs sur le site le plus exposé sont en cohérence avec les observations existantes en proximité industrielle, et demeurent très inférieures à la valeur toxicologique de référence de l'US EPA, fixée à  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .