



# ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR

- mesures du dioxyde d'azote  
par tubes passifs -

**FONDS-SAINT-DENIS**  
*de mars à mai 2015*



Parution : juillet 2015  
Rédacteur : K. Ramassamy  
Ref : 07/15/FDSSTDENIS2015



## Sommaire

<b>I. Présentation de l'étude .....</b>	<b>3</b>
<b>II. Contexte de l'étude.....</b>	<b>4</b>
<b>II.1 Polluant étudié : Le dioxyde d'azote.....</b>	<b>4</b>
a. Origine et sources.....	4
b. Réglementation et norme .....	4
c. Effets sur la santé .....	5
d. Effets sur l'environnement.....	5
<b>II.2 Campagne de mesure .....</b>	<b>5</b>
<b>III. Méthodes et matériels utilisés .....</b>	<b>6</b>
<b>III.1 Sur site .....</b>	<b>6</b>
<b>III.2 Au laboratoire.....</b>	<b>7</b>
<b>IV. Résultats .....</b>	<b>8</b>
<b>IV.1 Fiabilité de la méthode .....</b>	<b>8</b>
<b>IV.2 Données météorologiques.....</b>	<b>9</b>
<b>IV.3 Résultats des campagnes .....</b>	<b>10</b>
<b>V. Conclusion.....</b>	<b>12</b>
<b>VI. Annexe .....</b>	<b>13</b>

## I. Présentation de l'étude

L'Association Régionale de surveillance de la qualité de l'air en Martinique, Madinair, dispose actuellement de 10 stations de mesure dispersées stratégiquement dans la zone urbaine régionale regroupant l'agglomération de Fort-de-France, la commune du Lamentin et l'agglomération du Robert. Ces stations mesurent en continu divers polluants : le dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>, les oxydes d'azote NO<sub>x</sub>, l'ozone O<sub>3</sub>, les particules PM<sub>10</sub> (inférieures à 10 microns), les particules fines PM<sub>2,5</sub> (inférieures à 2,5 microns) et le benzène.

Outre la surveillance en continu de la qualité de l'air dans la zone urbaine régionale, l'une des missions de Madinair est de réaliser des campagnes de mesure ponctuelles afin d'évaluer la qualité de l'air sur l'ensemble du territoire.

C'est avec cet objectif qu'une étude a été réalisée dans la commune de Fonds Saint Denis. Cette étude renseigne sur la spatialisation de la pollution automobile, permettant d'évaluer l'impact du trafic dans cette zone, de renseigner et compléter les plans et programmes tels que le Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air, le Schéma Régional Climat Air Energie de la Martinique, mais également de fournir une aide éventuelle à la Ville de Fonds Saint Denis sur des projets concernant l'urbanisme, les transports ou l'environnement...

**Le but de cette étude est donc d'évaluer la quantité dans l'air de dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>, traceur de la pollution automobile, présente sur différents sites de Fonds Saint Denis, permettant d'établir une cartographie de ce polluant, sur cette zone. Les concentrations mesurées seront ainsi confrontées aux normes environnementales en vigueur.**



## II. Contexte de l'étude

### II.1 Polluant étudié : Le dioxyde d'azote

#### a. Origine et sources

Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) se forme dans l'atmosphère à partir du monoxyde d'azote (NO) qui se dégage essentiellement lors de la combustion de matières fossiles, dans la circulation routière, par exemple. Les sources principales sont les véhicules et les installations de combustion (centrale thermique, incinérateur, raffinerie, ...). Les concentrations de NO et de NO<sub>2</sub> augmentent en règle générale dans les villes aux heures de pointe.

Les concentrations de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) ainsi que celles du monoxyde d'azote (NO) mesurées par les capteurs proches du trafic automobile ont diminué mais l'effet reste encore peu perceptible compte tenu de l'augmentation forte du trafic. Ces évolutions sont à mettre en relation avec les modifications apportées aux véhicules (principalement la généralisation du pot catalytique), principaux émetteurs de ces polluants.

#### b. Réglementation et norme

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur de la norme (µg/m <sup>3</sup> )
<b>Année</b> (santé)	<b>Valeur Limite annuelle</b> (décret 2010-1250 du 21/10/10)	<b>40</b>
<b>Seuil d'évaluation NO<sub>2</sub></b> <b>Santé (annuel)</b>	<b>Seuil supérieur</b>	<b>32</b>
	<b>Seuil inférieur</b>	<b>26</b>

Tableau II-1 Normes du dioxyde d'azote

Les Seuils d'Evaluation Supérieurs (SES) et Seuils d'Evaluation Inférieurs (SEI) établis par la directive européenne 2008/50/CE, définissent le risque de dépasser la valeur limite annuelle.

- Le risque est élevé si les concentrations mesurées pendant 14% du temps de l'année sont supérieures au SES. Dans ce cas, la directive oblige à la mise en place d'une mesure fixe pour évaluer la qualité de l'air ambiant.
- Le risque est faible si les concentrations mesurées pendant 14% du temps de l'année sont inférieures au SEI. Alors, il est suffisant, pour évaluer la qualité de l'air ambiant, d'utiliser des techniques de modélisation ou d'estimation objective.
- Le risque est moyen si les concentrations mesurées pendant 14% du temps de l'année sont situées entre le SES et le SEI. Il est permis, pour évaluer la qualité de l'air ambiant, d'utiliser une combinaison de mesures fixes et de techniques de modélisation et/ou de mesures indicatives.

### c. Effets sur la santé

Le NO<sub>2</sub> est un gaz irritant qui pénètre dans les fines ramifications des voies respiratoires.

- Les études sur les populations humaines indiquent que l'exposition à long terme peut altérer la fonction pulmonaire et augmenter les risques de troubles respiratoires.
- le dioxyde d'azote est irritant pour les bronches, pénètre dans les voies respiratoires profondes, où il fragilise la muqueuse pulmonaire face aux agressions infectieuses, notamment chez les enfants.
- aux concentrations rencontrées habituellement le dioxyde d'azote provoque une hyperréactivité bronchique chez les asthmatiques.

### d. Effets sur l'environnement

Le dioxyde d'azote se transforme dans l'atmosphère en acide nitrique, qui retombe au sol et sur la végétation. Cet acide contribue, en association avec d'autres polluants, à l'acidification des milieux naturels et donc participe aux phénomènes de pluies acides

- les effets sur les végétaux : les effets négatifs des oxydes d'azote sur les végétaux sont la réduction de la croissance, de la production et de la résistance aux pesticides.
- Les effets sur les matériaux : les oxydes d'azote accroissent les phénomènes de corrosion.

Le NO<sub>2</sub> est également un précurseur de l'ozone (O<sub>3</sub>) qui est, en basse altitude, un composé néfaste pour la santé humaine et l'environnement.

## II.2 Campagne de mesure

Dans le but de fournir une spatialisation en NO<sub>2</sub> sur la commune de Fonds Saint Denis, une étude a été faite durant les mois de Mars à Mai 2015. La carte de spatialisation est présentée en Annexe.

Plus d'une dizaine de sites ont fait l'objet de mesure, chaque prélèvement durant en moyenne 15 jours.

- Campagne 1 : du 17 mars au 31 mars
- Campagne 2 : du 31 mars au 14 avril
- Campagne 3 : du 14 avril au 28 avril
- Campagne 4 : du 28 avril au 12 mai

Remarque : Période de vacances scolaires du 30 Mars au 12 Avril 2015.

### III. Méthodes et matériels utilisés

#### III.1 Sur site



La méthode de prélèvement du  $\text{NO}_2$  est celle des tubes passifs. Le principe général consiste en un tube vertical ouvert à sa partie inférieure, et contenant en sa partie supérieure interne, un support solide (grilles) imprégné d'une substance chimique (triéthanolamine+BRIJ35) adaptée à l'absorption de  $\text{NO}_2$  qui diffuse naturellement dans le tube.

Pendant la durée d'exposition du tube dans l'atmosphère, le gaz  $\text{NO}_2$  est piégé dans le tube sous forme de nitrite  $\text{NO}_2^-$ .



Les tubes sont posés à environ 2 mètres du sol, essentiellement pour des raisons de vandalisme, sur des supports (lampadaire, poteau...) et restant représentative de l'air respirable. Les tubes sont posés sur des supports en bois qui sont fixés au poteau à l'aide de collier de serrage.

Cette étude dure 14% de l'année, temps minimum à une représentativité de la pollution à l'échelle annuelle (Cf. directive européenne 2008/50/CE).

Le tube sera laissé ouvert pendant une période de 15 jours, puis remplacé par un autre et cela de façon successive, sans interruption.

Les tubes sont ensuite retournés en laboratoire afin de déterminer la masse de  $\text{NO}_2^-$  captée.

La masse de nitrite  $\text{NO}_2^-$  est convertie en termes de concentration volumique dans l'air.

### III.2 Au laboratoire

Après échantillonnage, les tubes sont analysés le plus rapidement possible par le laboratoire de Madinair. L'analyse se fait par spectrophotométrie. Dans chaque tube l'ajout d'une solution, qui réagit avec le  $\text{NO}_2^-$ , donne une coloration plus ou moins rose en fonction de la concentration en  $\text{NO}_2^-$ .

Une fois la coloration développée (2h), on mesure l'absorbance des différentes solutions obtenues, qui sont comparés à la droite d'étalonnage, préalablement établie à partir de solutions étalons.

On obtient des concentrations en microgramme de nitrite par millilitre de réactif colorimétrique utilisé et correspondant au gaz  $\text{NO}_2$  capté par les supports imprégnés.

Ces concentrations en microgramme par mètre cube d'air ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) seront ensuite calculées en tenant compte de la durée d'exposition et du débit de diffusion à l'intérieur du tube.





## IV. Résultats

### IV.1 Fiabilité de la méthode

**Des tubes « blancs »** ont été placés sur le site de mesure. Les valeurs obtenues sont inférieures à la limite de détection (LD) de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , lors des 4 campagnes. Ces blancs permettent de valider qu'il n'y a eu aucune contamination des tubes hors période de prélèvement.

**Des tubes « double »** ont été implantés sur un site de mesure permettant de vérifier la répétabilité des résultats. Ces tubes sont donc censés donner des résultats identiques. On calcule donc les écarts entre ce doublet, ainsi que l'incertitude associée à chaque point de mesure. L'écart relatif est satisfaisant pour conclure à une bonne répétabilité des analyses.

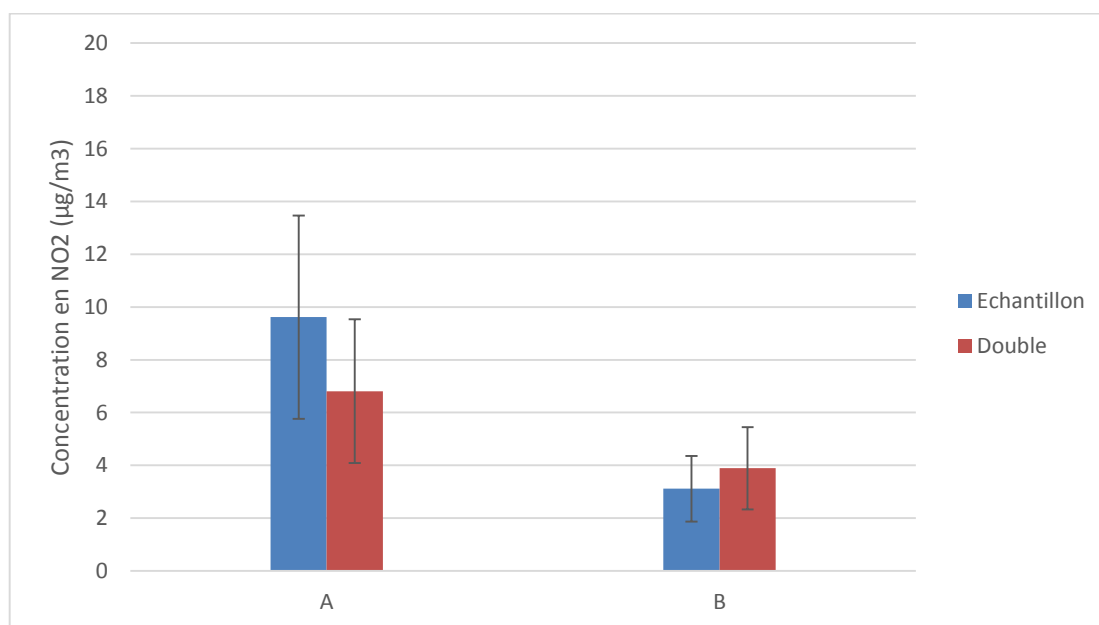


Figure IV-1 Ecarts des concentrations entre le doublet durant les campagnes de mesure

Ces différents tests nous garantissent la fiabilité de la méthode utilisée.

## IV.2 Données météorologiques

Les conditions climatiques sont les paramètres les plus importants dans la dispersion des polluants atmosphériques. Il faut donc en tenir compte lorsque l'on compare les données des différentes campagnes.

La température ne jouera pas un rôle important sur la variation des concentrations en polluant puisqu'elle reste relativement constante durant les quatre campagnes.

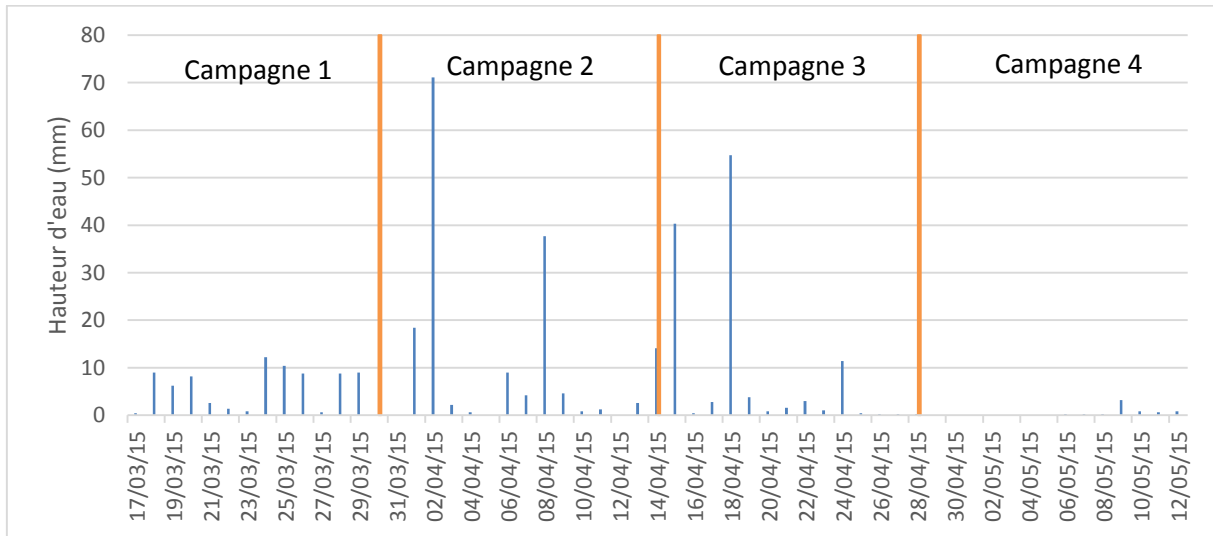


Figure IV-2 Précipitations (mm) « Aileron »

La pluie, par contre, jouera un rôle de lixiviation de l'atmosphère. On pourra donc s'attendre à des concentrations plus faibles en NO<sub>2</sub> les jours de pluies, c'est-à-dire durant les campagnes 2 et 3.



Figure IV-3 : Rose des vents sur la période de mesure « Station Météo Cadets »

Le vent est le principal acteur de la dispersion des polluants. Les vents sont modérés sur la période de mesure et la direction des vents est de secteur Est à Sud-Est.

*Remarque : Les données de pluviométrie sont issues des stations Météo France « Aileron ». Celles de Fonds Saint Denis vont donc différer légèrement.*

### IV.3 Résultats des campagnes

FONDS SAINT DENIS	
Tubes	Concentration moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
1	2
2	3
3	2
4	1
5	3
6	2
7	2
8	3
9	4
10	2
11	2
12	1
13	4
14	3
15	5

**Tableau IV-1 : Concentrations en  $\text{NO}_2$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) mesurées aux différents points de prélèvement du 17/03 au 12/05/15**

Le tableau ci-dessus représente les concentrations moyennes en  $\text{NO}_2$  des 4 campagnes. Ces 4 campagnes successives, de 2 semaines chacune, représentent 14% du temps de l'année, permettant d'estimer une moyenne annuelle, et ainsi comparable aux normes environnementales en vigueur.

On se base sur les concentrations moyennées des 4 campagnes en chaque point de mesure pour réaliser une cartographie de la pollution automobile.

## EVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR DANS LA COMMUNE DE FONDS SAINT DENIS

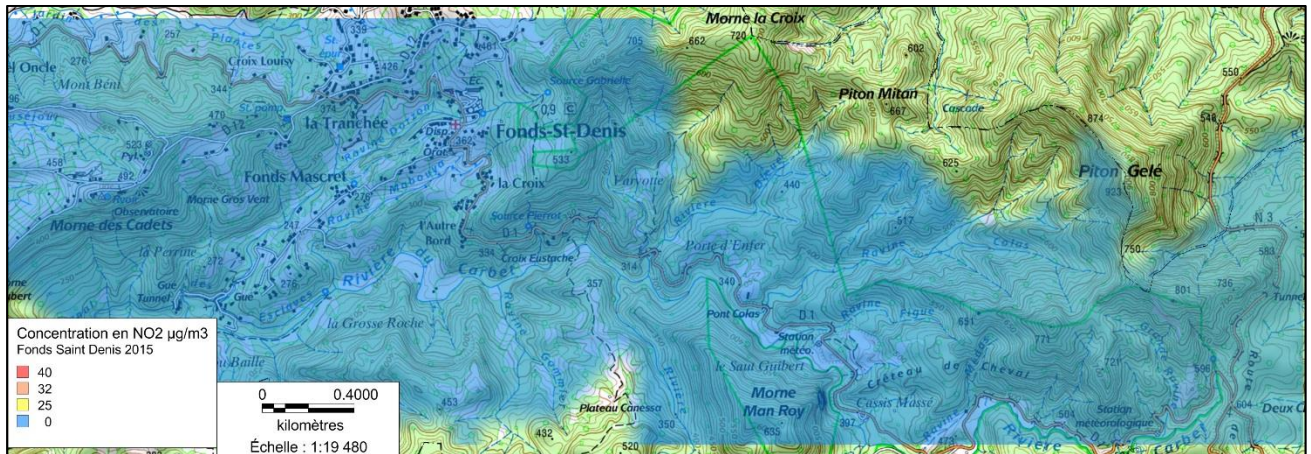
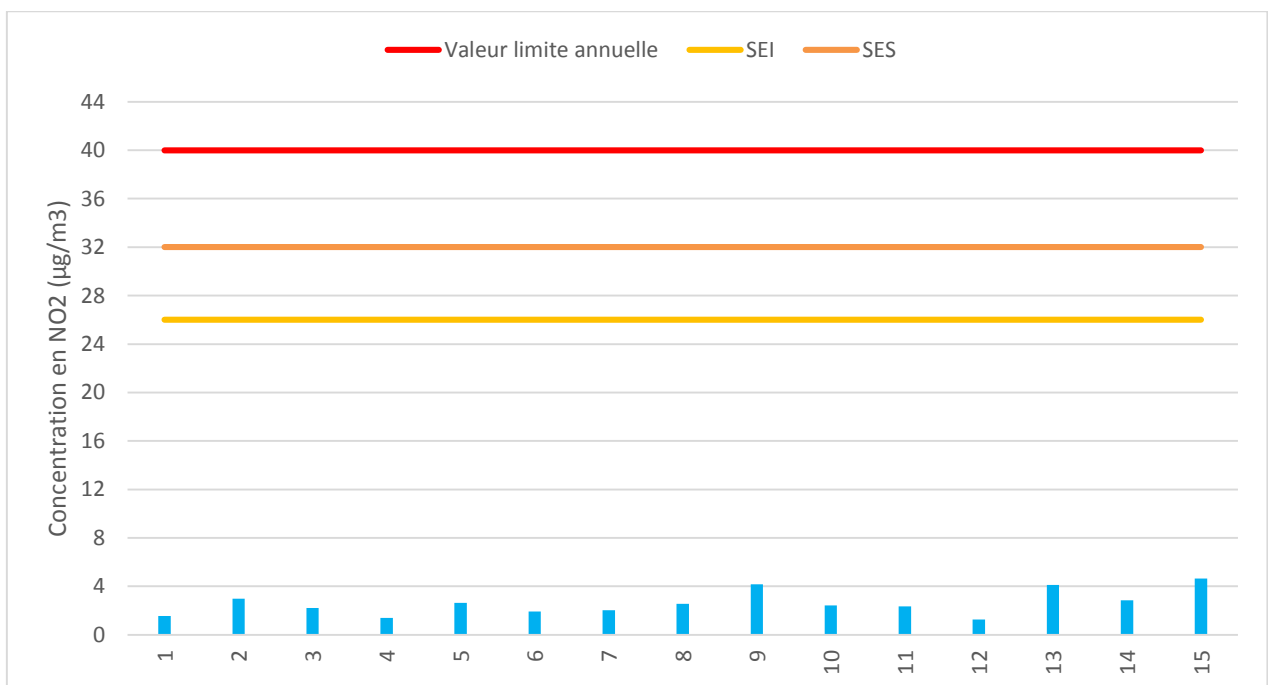


Figure IV-4 : Spatialisation de la pollution automobile sur la commune de Fonds Saint Denis, moyennée sur les 4 campagnes de mesure.



Graphique IV-1 : Concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> aux différents points de mesure

Les concentrations ne dépassent pas la valeur limite pour la protection de la santé de 40 µg/m<sup>3</sup> et les seuils d'évaluation. Ainsi, le risque de dépasser les normes environnementales en NO<sub>2</sub>, pour une mesure effectuée toute l'année, est faible.

## V. Conclusion

L'étude qui a été menée sur la commune de Fonds Saint Denis a permis d'évaluer la quantité dans l'air de dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>, traceur de la pollution automobile par la mise en place de tubes passifs, sur différents sites.

Les concentrations mesurées lors de cette période respectent la valeur limite annuelle pour la protection de la santé. Le risque de dépasser cette valeur limite pour une mesure annuelle est faible sur la commune de Fond Saint-Denis.

Toutefois, un renouvellement de cette étude permettrait de visualiser l'évolution des concentrations en NO<sub>2</sub>, en effet, le nombre de véhicules ne cessent d'augmenter en Martinique.



VI. Annexe

