



# ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR DANS LA COMMUNE DE MACOUBA

**NOVEMBRE 2015 À JANVIER 2016**



Parution : avril 2016  
Rédacteur : S. Falguière  
Ref : 04/16/MACOUBA2015

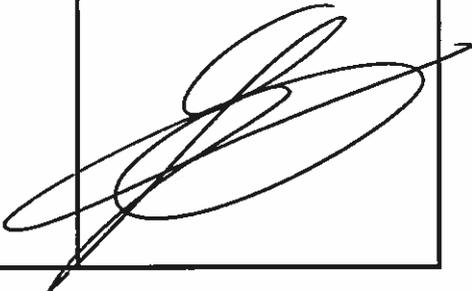
# Evaluation de la qualité de l'air dans la commune de Macouba

Année 2015

Madininair : Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air



Rapport édité sous système de management de la  
qualité certifié AFAQ ISO 9001 : 2008

	Rédaction	Vérification	Approbation
Nom	S. FALGUIERE	C. BOULLANGER	S. GANDAR
Qualité	Chargé d'études	Responsable études	Directeur
Visa			





## Sommaire

<b>I. Présentation de l'étude .....</b>	<b>4</b>
<b>II. Contexte de l'étude .....</b>	<b>5</b>
II.1 Polluant étudié : Le dioxyde d'azote .....	5
a. Origine et sources.....	5
b. Réglementation et norme .....	5
c. Effets sur la santé .....	5
d. Effets sur l'environnement.....	6
II.2 Campagne de mesure .....	6
<b>III. Méthodes et matériels utilisés .....</b>	<b>7</b>
III.1 Sur site .....	7
III.2 Au laboratoire .....	8
<b>IV. Résultats.....</b>	<b>9</b>
IV.1 Fiabilité de la méthode .....	9
IV.2 Données météorologiques .....	10
IV.3 Résultats des campagnes .....	11
.....	11
<b>Conclusion.....</b>	<b>14</b>
<b>V. Annexes .....</b>	<b>15</b>
Annexe 1: Localisation des points de mesure sur la commune de Macouba. ....	15
Annexe 2 : Concentrations ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en chaque point de mesure pour les 4 campagnes et leur moyenne.....	16

## I. Présentation de l'étude

L'Association Régionale de surveillance de la qualité de l'air en Martinique, Madinair, dispose actuellement de 11 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 PM10 (inférieures à 10 microns), les particules fines PM2,5 (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'avoir une connaissance de 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 Macouba. 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 Macouba 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 Macouba, 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.

#### 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 NO2</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.

## EVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR DANS LA COMMUNE DE MACOUBA

- 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 Macouba, une étude a été faite durant les mois de Novembre 2015 à Janvier 2016.

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

- Campagne 1 : du 12 novembre au 26 novembre
- Campagne 2 : du 26 novembre au 10 décembre
- Campagne 3 : du 10 décembre au 23 décembre
- Campagne 4 : du 23 décembre au 12 janvier

Remarque : Période de vacances scolaires du 18 Décembre 2015 au 3 janvier 2016.

### 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 site durant les campagnes. Les valeurs obtenues sont inférieures à la limite de détection (LD) de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Cette observation permet d'assurer qu'il n'y a eu aucune contamination des tubes hors période de prélèvement.

**Des tubes « doubles »** ont également été implantés sur le même site de mesure et sur les mêmes périodes afin de vérifier la répétabilité des résultats. Cependant les valeurs mesurées sont en dessous de la limite de détection pour l'échantillon et le « double ».

Ces différents tests nous permettent au final d'éliminer comme source d'erreur la contamination des tubes et ainsi de valider la fiabilité de la mesure durant ces périodes.

## 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.

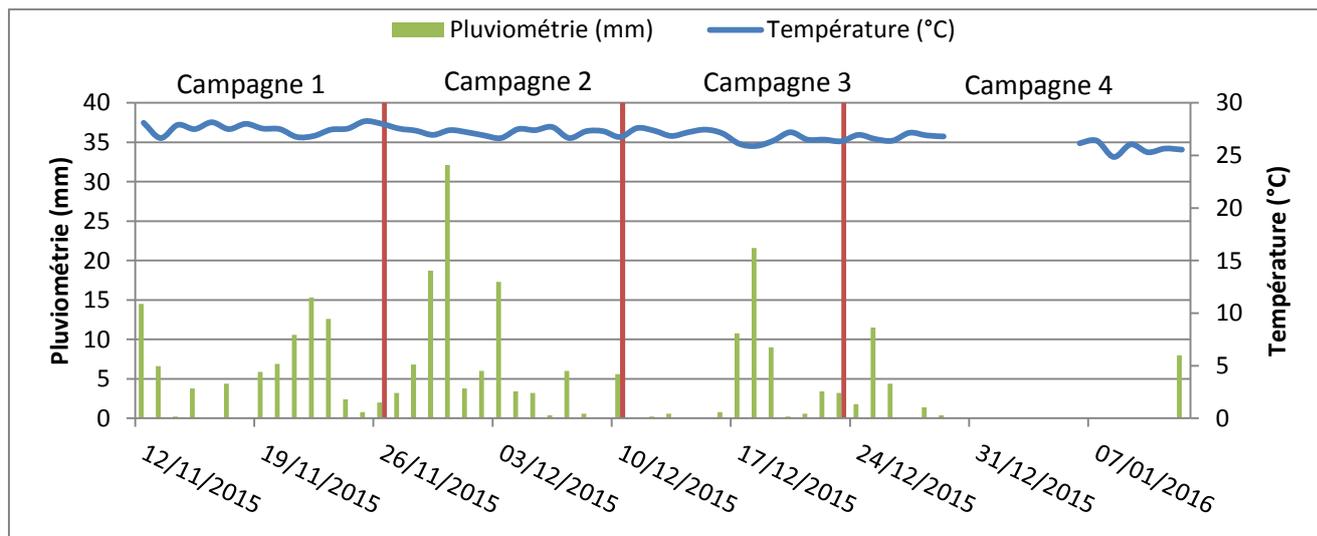


Figure IV-1 Précipitations et température « Station Météo France Grand-Rivière » (Source Météo France)

La pluie, par contre, jouera un rôle de lixiviation de l'atmosphère. On pourra donc s'attendre à des concentrations plus faibles en  $\text{NO}_2$  les jours de pluies, c'est-à-dire durant les campagnes 1 et 2.

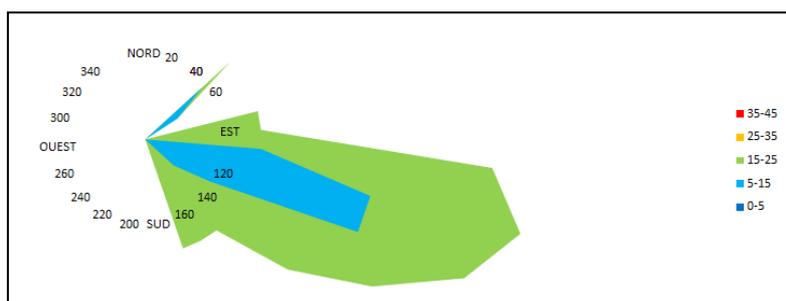


Figure IV-2 : Rose des vents (m/s) sur la période de mesure « Station Météo France Caravelle » (Source Météo France)

Le vent est le principal acteur de la dispersion des polluants. La direction des vents est de secteur Est à Sud-Est et les vitesses ne dépassent pas les 25 m/s.

*Remarque : Les données météorologiques sont issues des stations Météo France « Grand-Rivière » pour la température et la pluviométrie, celle de « La Caravelle » pour le vent.*

IV.3 Résultats des campagnes

MACOUBA					
Tubes	Concentration en NO2 (µg/m³)	Tubes	Concentration en NO2 (µg/m³)	Tubes	Concentration en NO2 (µg/m³)
1	5.91	6	6.07	11	3.64
2	3.00	7	5.80	12	1.22
3	3.57	8	4.51	13	1.81
4	1.46	9	1.60	14	3.86
5	2.20	10	5.35	15	2.71
Tubes	Concentration en NO2 (µg/m³)	Tubes	Concentration en NO2 (µg/m³)		
16	2.27	21	2.04		
17	5.83	22	2.03		
18	2.52	23	1.92		
19	2.26	24	1.54		
20	2.36	25	2.78		

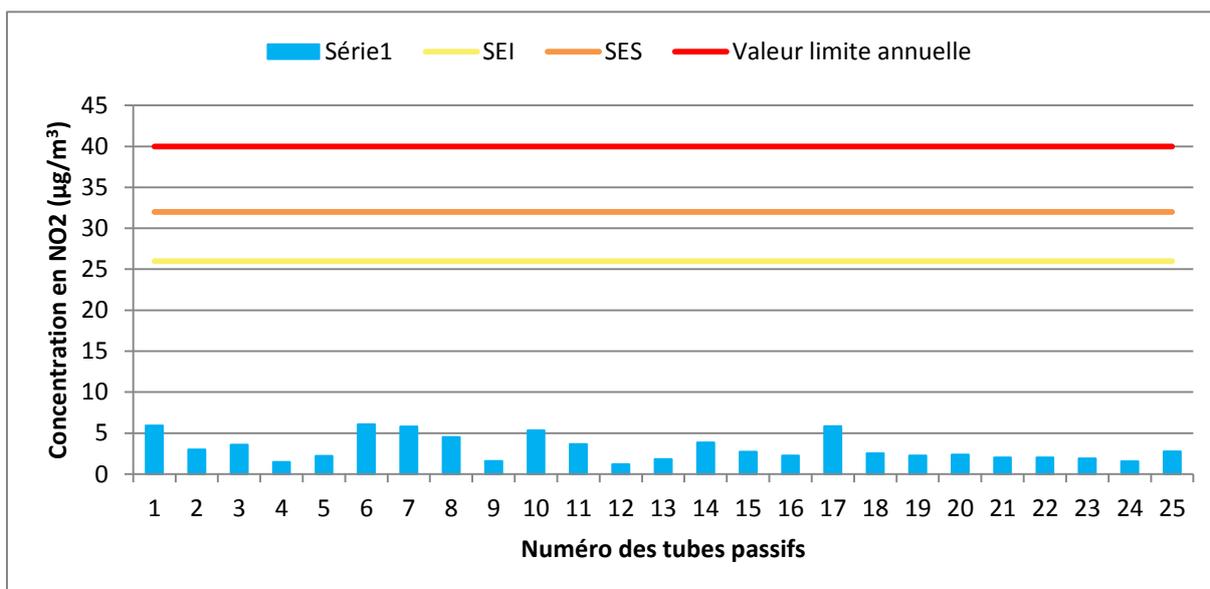


Figure IV-3: Concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) mesurées aux différents points de prélèvement du 12/11/15 au 12/01/16.

La figure ci-dessus illustre les concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> calculées à partir des mesures faites lors des 4 campagnes successives de 2 semaines chacune. La durée totale des campagnes représente 14% du temps de l'année, ce qui permet à terme d'estimer une moyenne annuelle qui est ainsi comparable aux normes environnementales en vigueur. Les valeurs obtenues restent dans l'ensemble faibles et ne dépassent les 5 µg/m<sup>3</sup> que sur certains points avec une valeur maximale atteinte de 6.07 µg/m<sup>3</sup> sur la Départementale 10 (voir le point 6 sur l'annexe 1). On reste donc bien en dessous de la valeur de 40 µg/m<sup>3</sup> qui fixe la limite annuelle pour la protection de la santé.

## EVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR DANS LA COMMUNE DE MACOUBA

L'exploitation des résultats permet ensuite la réalisation d'une cartographie de la pollution automobile sur la commune de Macouba illustrée sur la figure IV-4. Cette dernière est composée en tenant compte des seuils établis par la directive européenne 2008/50/CE.

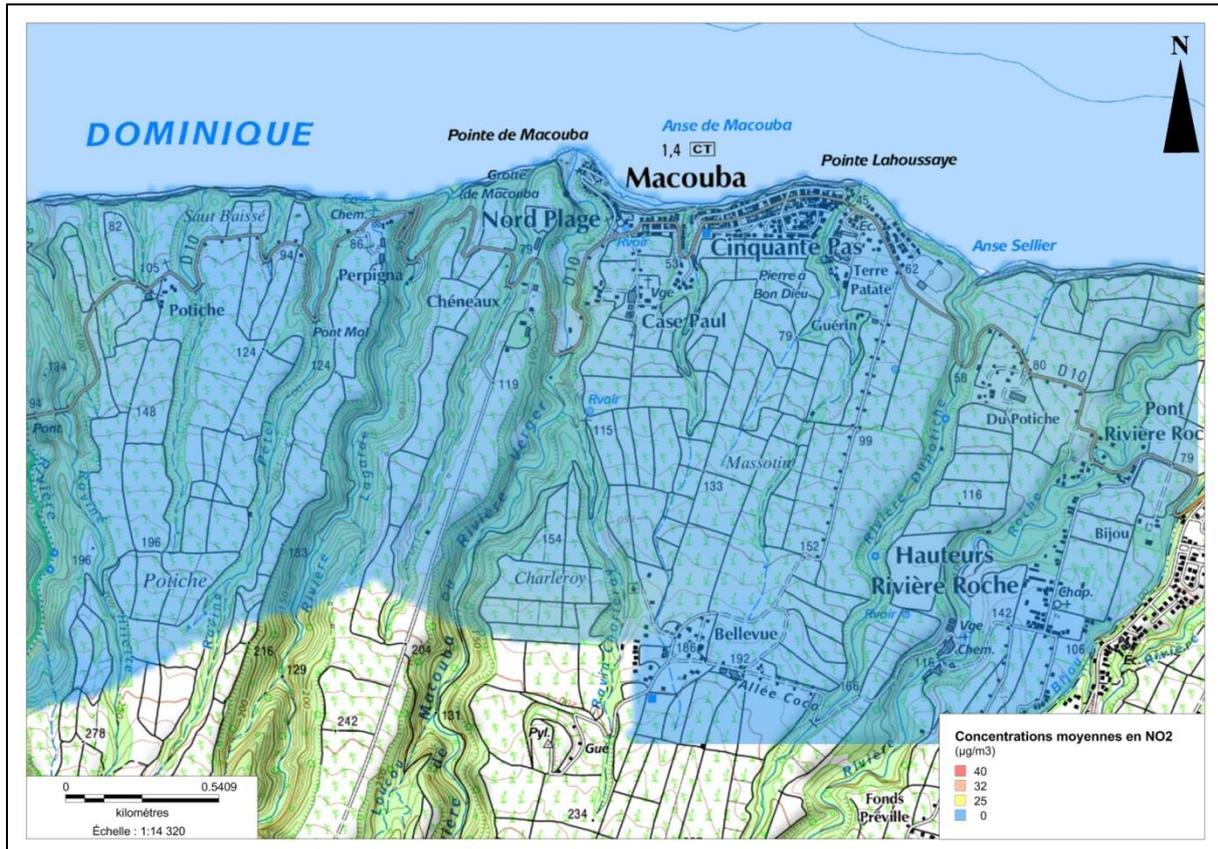


Figure IV-4: Spatialisation de la pollution automobile sur la commune de Macouba, moyennée sur les 4 campagnes de mesure.

On retrouve ici une répartition de la pollution automobile sur la commune de Macouba qui peut être caractérisée de faible et homogène.

Par ailleurs, il est difficile d'observer l'influence des paramètres météorologiques du fait des faibles concentrations et variations. Toutefois, on peut voir lors de la campagne n°2 (Figure IV-5), une baisse sensible des concentrations accompagnée par un important cumul des pluies ainsi qu'un maximum en intensité moyenne des vents atteint. En effet, le vent et la pluie sont des facteurs susceptibles de réduire la pollution automobile par leurs processus respectifs de dispersion et lixiviation.

De plus, il faut noter que les vacances scolaires de Noël ont eu lieu entre la deuxième moitié de la campagne 3 et la première moitié de la campagne 4. La circulation automobile est généralement réduite durant cette période, ce facteur peut donc être pris en compte comme un facteur de la baisse des concentrations sur cette période.

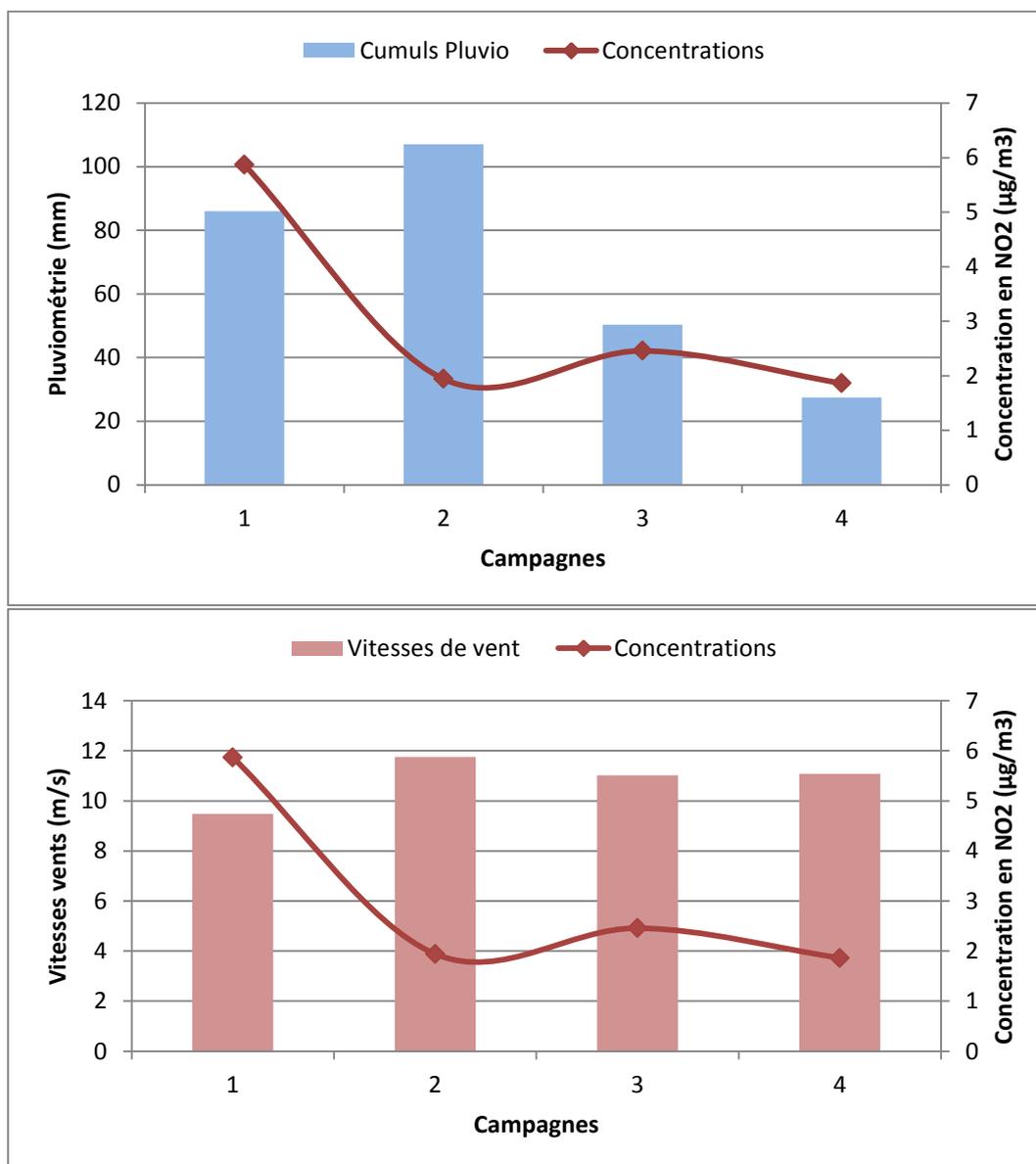


Figure IV-5: Comparaison des concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> de chaque campagne avec les paramètres météorologiques issus des données Météo France.

A l'opposé, les concentrations remontent lors de la campagne n°3 alors que la pluviométrie est en baisse pour des conditions de vent similaires à la campagne précédente.

## Conclusion

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

Durant ces 4 campagnes de 2 semaines chacune, les concentrations mesurées en NO<sub>2</sub> sont globalement faibles et respectent la valeur limite annuelle pour la protection de la santé. **Les probabilités de dépassement de cette valeur limite annuelle sur la zone d'étude sont donc faibles.**

Toutefois, un renouvellement de cette étude permettrait de visualiser l'évolution des concentrations en NO<sub>2</sub> due à l'augmentation du nombre de voiture en Martinique.



## EVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR DANS LA COMMUNE DE MACOUBA

Annexe 2 : Concentrations ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en chaque point de mesure pour les 4 campagnes et leur moyenne.

N° tube	C1	C2	C3	C4	Moyenne
1	18.69	1.71	0.44	2.80	5.91
2	5.80	3.61	0.25	2.32	3.00
3	5.46	3.61	1.91	3.28	3.57
4	3.06	1.54	0.25	1.00	1.46
5	4.77	<LD	<LD	0.04	2.20
6	8.67	4.63	8.43	2.56	6.07
7	6.68	3.08	10.29	3.16	5.80
8	6.82			2.20	4.51
9	3.93	0.33	1.37	0.76	1.60
10	9.22		4.51	2.32	5.35
11	6.70	2.74		1.48	3.64
12	2.56	0.16	<LD	0.16	1.22
13	3.08	<LD	<LD	0.16	1.81
14	6.87	2.74	3.40	2.44	3.86
15	4.80	2.06	0.81	3.16	2.71
16	6.68	0.16	0.63	1.60	2.27
17	8.23	5.50	2.11	7.47	5.83
18	1.88		4.33	1.36	2.52
19	6.16	0.16	1.37	1.36	2.26
20	5.29	0.16	<LD	<LD	2.36
21	5.97	0.50	0.44	1.24	2.04
22	3.07	0.16	4.71	0.16	2.03
23	3.93	1.88	1.00	0.88	1.92
24	3.24	<LD	0.26	0.64	1.54
25	5.12	<LD	<LD	<LD	2.78

**Remarques :** En rouge apparaissent les données manquantes dues à des pertes de tubes et en bleu les mesures dont la valeur est inférieure à la limite de détection.