



# ÉTUDE DE LA QUALITÉ DE L'AIR

- PAR TUBES PASSIFS -

**Commune du Carbet**

**AVRIL À JUIN 2012**

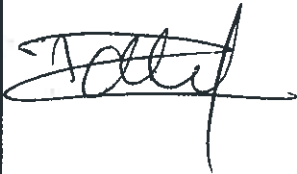


# Etude de la qualité de l'air par tubes passifs

## Commune du Carbet

Décembre 2012

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

Dans une démarche Qualité

	Rédaction	Vérification	Approbation
Nom	K. RAMASSAMY	C. BOULLANGER	S. GANDAR
Qualité	Chargée d'études	Ingénieur d'études	Directeur
Visa			

## Sommaire

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

## I. Présentation de l'étude

L'Association Régionale de surveillance de la qualité de l'air en Martinique Madininair dispose actuellement de 9 stations de mesure dispersées stratégiquement sur 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.

La mise en place du camion laboratoire dans la commune du Carbet a été réalisée en 2011 sur un site du bourg permettant de mesurer le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), les poussières fines (PM10) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). Cette étude est complétée en 2012 par des campagnes de mesure du NO<sub>2</sub> par tubes passifs, sur l'ensemble de la commune. Ces nouvelles mesures renseignent sur la spatialisation de la pollution automobile, permettant d'évaluer l'impact du trafic dans cette zone, de compléter le Schéma Régional « Climat, Air, Energie » de la Région Martinique, et de fournir une aide éventuelle à la décision locale (Ville du Carbet) sur des projets concernant l'urbanisme, les transports ou l'environnement en général, etc.

**Le but de cette étude est donc d'évaluer la quantité de dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>, traceur de la pollution automobile, présente sur différents sites du Carbet, 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>Horaire</b> (santé)	<b>Valeur Limite horaire</b> (décret 2010-1250 du 21/10/10)	<b>200</b> (18 dépassements autorisés)
	<b>Seuil d'information et de recommandation</b> (AP051784 du 14/06/05)	<b>200</b>
	<b>Seuil d'alerte</b> (AP 051784 du 14/06/05)	<b>400</b>
<b>Année</b> (santé)	<b>Valeur Limite annuelle</b> (décret 2010-1250 du 21/10/10)	<b>40</b>
<b>Année</b> (écosystème) <b>Valeurs en NOX</b>	<b>Valeur Limite annuelle</b> (décret 2010-1250 du 21/10/10)	<b>30</b>
<b>Seuil d'évaluation NO2</b> <b>Santé</b> (horaire)	<b>Seuil supérieur</b>	<b>140</b> (18 dépassements autorisés)
	<b>Seuil inférieur</b>	<b>100</b> (18 dépassements autorisés)
<b>Seuil d'évaluation NO2</b> <b>Santé</b> (annuel)	<b>Seuil supérieur</b>	<b>32</b>
	<b>Seuil inférieur</b>	<b>26</b>
<b>Seuil d'évaluation NOX</b> <b>Végétation</b> (annuel)	<b>Seuil supérieur</b>	<b>24</b>
	<b>Seuil inférieur</b>	<b>19,5</b>

Tableau II.1 Normes du dioxyde d'azote

## EVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR DANS LA COMMUNE DU CARBET

### 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 étendue de la dispersion en NO<sub>2</sub> sur la commune du Carbet, une étude a été faite durant les mois d'Avril à Juin 2012

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

- Campagne 1 : du 11 Avril au 25 Avril
- Campagne 2 : du 25 Avril au 10 Mai
- Campagne 3 : du 10 Mai au 24 Mai
- Campagne 4 : du 24 Mai au 7 Juin

Remarque : Période de vacance du 11 au 18 Avril (Vacances de Pâques).

## III. Méthodes et matériels utilisés

### III.1 Sur site



La méthode de prélèvement du NO<sub>2</sub> 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 NO<sub>2</sub> qui diffuse naturellement dans le tube.

Pendant la durée d'exposition du tube dans l'atmosphère, le gaz NO<sub>2</sub> est piégé dans le tube sous forme de nitrite NO<sub>2</sub><sup>-</sup>.



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 NO<sub>2</sub><sup>-</sup> captée.

La masse de nitrite NO<sub>2</sub><sup>-</sup> est convertie en termes de concentration volumique dans l'air.

### III.2 Au laboratoire

Une fois les tubes retournés au laboratoire de Madinair, ils sont analysés le plus rapidement possible. L'analyse se fait par spectrophotométrie, dans chaque tube l'ajout d'un réactif, 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.



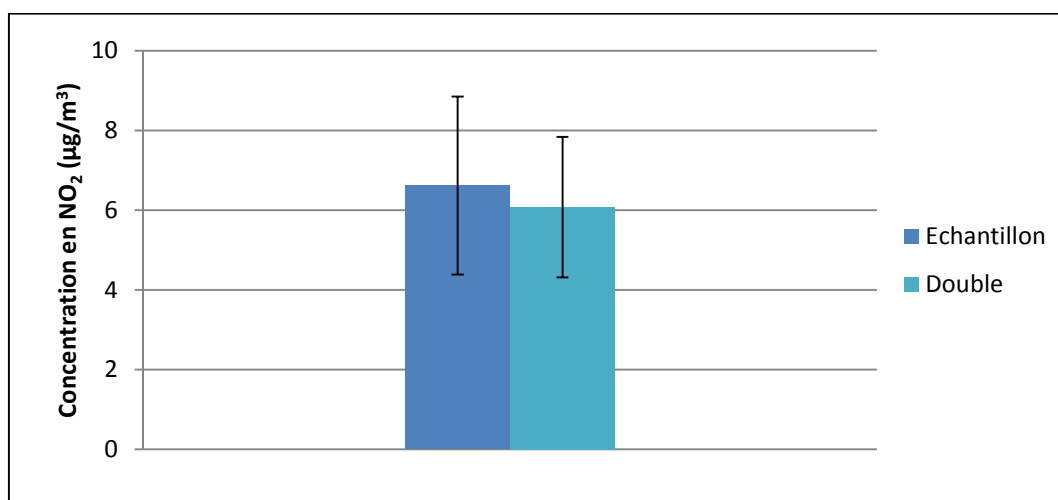
## IV. Résultats

### 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  $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , lors des 4 campagnes. Ces blancs permettent de valider qu'il n'y a eu aucune contamination des tubes hors période de prélèvement.

	Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4	Moyenne
Blanc	0,1	0,1	0,1	0,1	<b>0,1</b>

**Des tubes « double »** ont été implantés sur un site de mesure permettant une 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 est satisfaisant pour conclure à une bonne répétabilité des analyses.

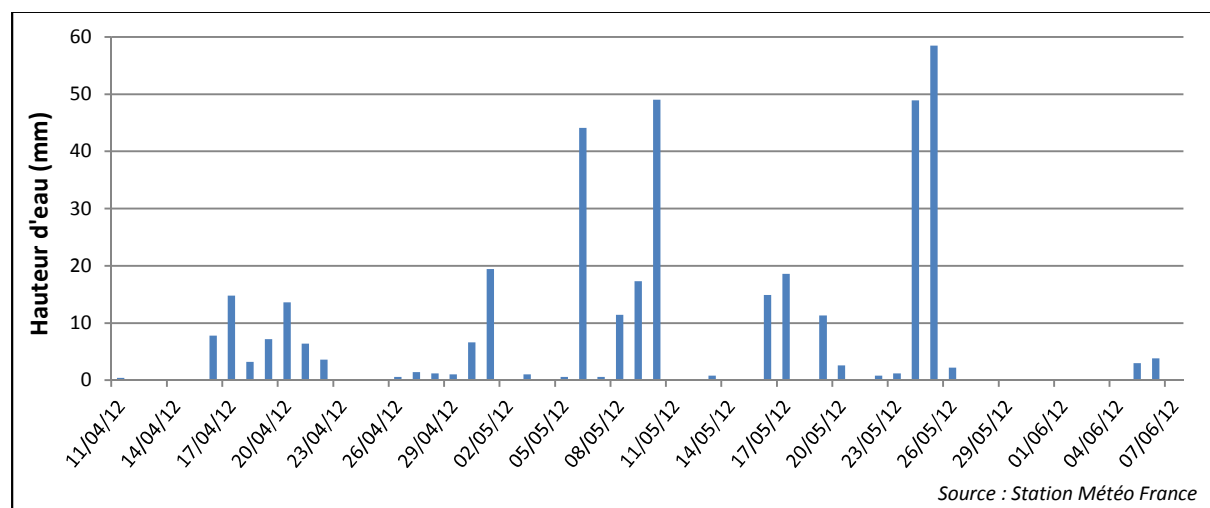


IV.1 Ecarts des concentrations entre le doublet durant les campagnes de mesure

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.



IV.1 Précipitation sur la commune du Carbet

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

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. Durant les campagnes de mesure le temps est mitigé à pluvieux. Plusieurs jours de pluies sont observés.

On notera la présence de brumes de sable durant la campagne 3 et 4 mais les brumes de sable n'interviendront pas dans la dispersion du NO<sub>2</sub>.

Le vent est le principal acteur de la dispersion des polluants :

- La vitesse du vent est modérée sur la période, moyennée aux alentours de 7 m/s avec des pointes horaires maximales variant de 8 à 12 m/s selon les périodes.
- La direction des vents est généralement de secteur Est dans la commune du Carbet

*Remarque : Ces données météorologiques sont issues de la station Météo France du «CDST» au Carbet.*

# EVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR DANS LA COMMUNE DU CARBET

## IV.3 Résultats des campagnes

Tubes	C1	C2	C3	C4	Moyenne	Tubes	C1	C2	C3	C4	Moyenne
1	7,0	11,2	12,0	14,0	11,1	51	1,2	5,0	2,9	3,3	3,1
2	16,0	8,2	0,1	10,4	8,7	52	5,5	6,3	6,0	5,2	5,8
3	13,2	11,1	14,4	10,5	12,3	53	1,6	3,2	2,0	1,5	2,1
4	17,7	13,0	22,3		17,7	54	2,7	4,1	2,0	1,5	2,6
5	4,6	11,6	15,7	11,4	10,8	55	2,4	0,8	0,1	0,1	0,9
6	3,6	6,0	3,1	1,8	3,6	56	0,9	2,4	0,1	0,3	0,9
7	1,7	3,6	1,4	0,7	1,9	57	0,1	1,1	0,1	0,1	0,3
8	4,8	6,7	5,5	3,1	5,0	58	20,1	26,9	33,2	25,9	26,5
9	0,1	4,9	2,1	0,0	1,8	59	7,1	10,5	10,6	5,2	8,3
10	5,4	7,2	5,4	4,6	5,7	60	11,3	10,1	10,0	11,1	10,6
11	9,6	24,6	29,5	17,3	20,3	61	9,1	10,9	5,9	8,6	8,6
12	2,1	6,6	6,0	3,8	4,6	62	1,4	0,8	0,6	0,1	0,8
13	4,3	8,2	6,4	4,6	5,9	63	4,2	5,4	3,3	3,7	4,2
14	4,1	4,9	4,8	1,2	3,7	64	1,3	1,4	0,0	0,1	0,7
15	3,3	4,0	2,4	1,1	2,7	65	0,5	0,7	0,1	0,1	0,4
16	1,0	1,9	0,9	0,1	1,0	66	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
17	0,9	2,1	1,0	1,2	1,3	67	0,1	0,8	0,1	0,0	0,3
18	0,5	2,2	0,1	0,1	0,7	68	2,2	3,2	2,0	1,0	2,1
19	0,2	1,7	0,9	0,1	0,7	69	0,6	1,7	0,1	0,1	0,6
20	1,2	11,7	12,3	5,9	7,8	70	2,5	3,6	2,4	0,3	2,2
21	4,5	6,4	5,0	3,3	4,8	71	2,1	3,2	1,8	1,0	2,0
22	0,1	3,0	2,7	3,4	2,3	72	2,9	4,6	2,4	3,0	3,2
23	0,7	10,7	9,3	7,4	7,0	73	1,8	3,4	1,2	2,2	2,1
24	3,0	17,6	16,7	16,2	13,4	74	4,0	1,6	3,7	1,5	2,7
25	2,0	11,2	9,8	16,9	10,0	75	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
26	1,8	13,5	11,9	6,8	8,5	76	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
27	3,6	19,5	20,1	16,8	15,0	77	1,7	2,5	0,8	0,1	1,3
28	2,1	4,0	1,7	0,1	2,0	78	0,6	2,0	1,2	0,4	1,1
29	19,9	23,0	27,2	22,8	23,2	79	1,3	0,1		0,1	0,5
30	20,3	25,3	26,0	27,5	24,8	80	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
31	8,1	8,9	6,3	6,1	7,4	81	0,1	38,4	1,6	0,1	10,0
32	20,0	25,4	27,6	12,0	21,2	82	0,1	1,6	0,1	0,1	0,5
33	7,1	7,5	7,4	3,5	6,4	83	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
34	11,6	14,8	11,9	5,3	10,9	84	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
35	12,7	14,1	15,5	8,6	12,7	85	0,1	1,1	0,1	0,1	0,3
36	0,1	14,1	11,7	7,4	8,3	86	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
37	12,5	12,2	14,6	4,2	10,9	87			0,1	0,1	0,1
38	3,7	4,9	3,2	1,6	3,4	88	1,3	3,0	2,5	1,1	2,0
39	2,9	5,9	5,9	3,0	4,4	89	0,1	0,8	2,9	0,0	1,0
40	21,9	16,4	15,9	10,8	16,3	90	0,1	0,6	0,0	0,1	0,2
41	7,4	11,9	11,6	8,6	9,9	91	1,3	2,1	0,1	0,4	1,0
42	11,8	10,6		13,7	12,0	92	2,5	3,5	2,5	3,1	2,9
43	2,5	2,7	2,0	2,3	2,4	93	7,4	7,6	7,3	7,2	7,4
44	4,5	5,9	4,4	5,6	5,1	94	9,5	10,4	3,6		7,9
45	0,5	5,7	7,5	5,9	4,9	95	7,8	7,5	9,2	0,4	6,2
46	9,0	7,4	7,0	6,6	7,5	96	8,7	10,3	9,7	9,4	9,5
47	3,2	3,0	8,2	1,2	3,9	97	0,1	9,4	8,0	7,1	6,1
48	1,4	3,1	1,6	1,0	1,8	98	18,8	19,7	26,0	24,3	22,2
49	8,9	9,7	9,3	5,3	8,3	99	7,1	8,4	8,2	8,6	8,1
50	12,7	12,9	10,2	8,7	11,1	100	10,1	11,2	12,7	11,6	11,4

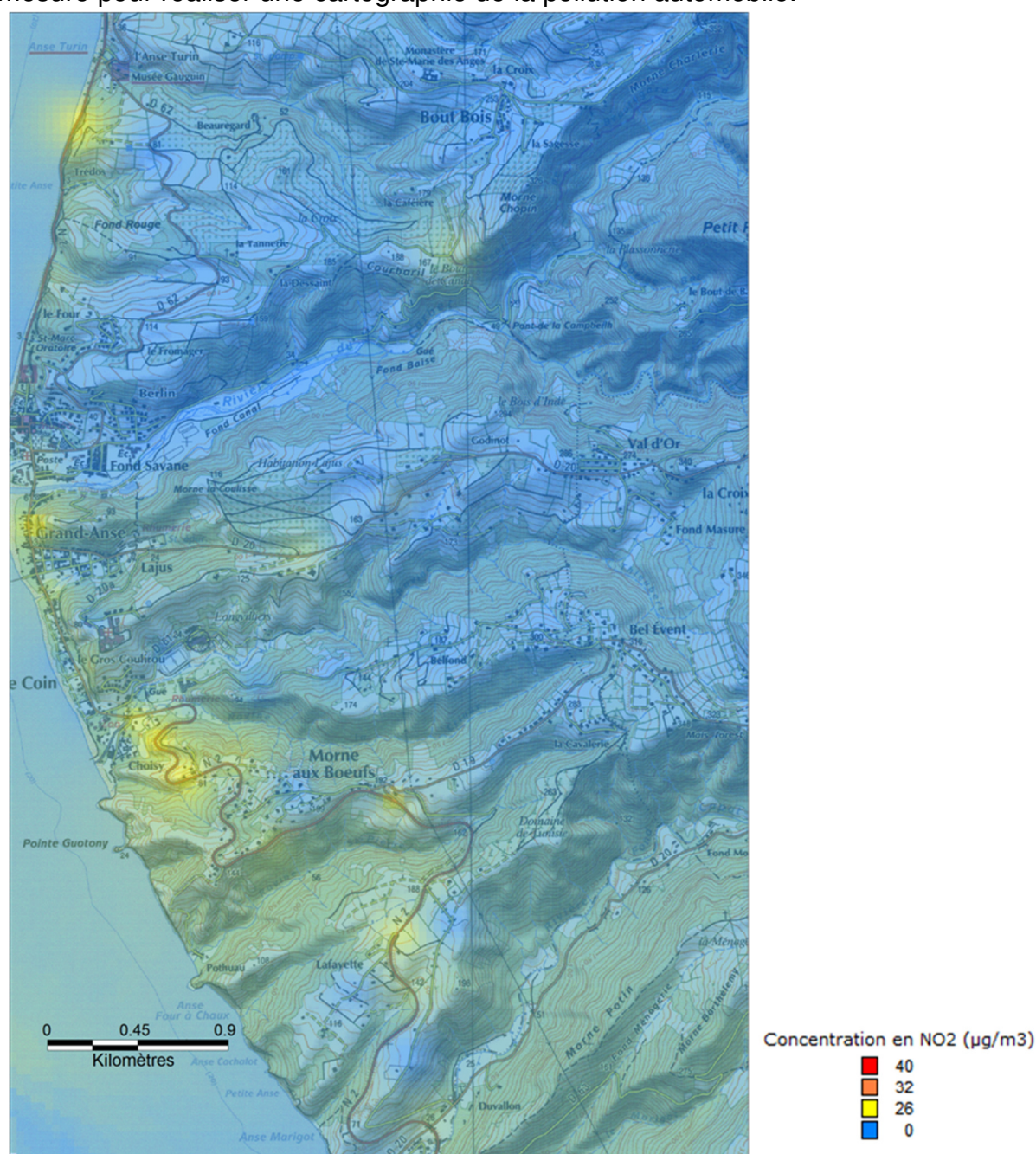
IV.2 Concentrations en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) mesurées aux différents points de prélèvement du 11/04/2012 au 07/06/2012

## EVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR DANS LA COMMUNE DU CARBET

Le tableau ci-dessus représente les concentrations en NO<sub>2</sub> mesurées lors 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 de comparer ces données aux normes environnementales en vigueur.

Les concentrations les plus faibles ont été mesurées durant la campagne 1. En effet, lors de cette campagne, nous étions en période de vacances scolaire, à l'origine d'une diminution de trafic automobile.

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



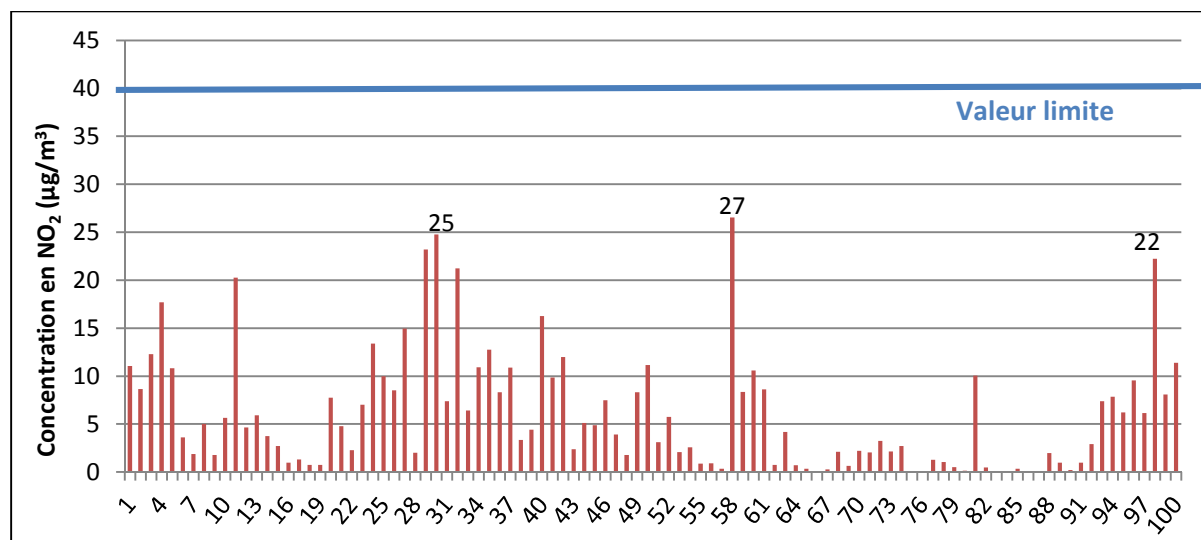
IV.3 Spatialisation de la pollution automobile sur la commune du Carbet, moyennée sur les 4 campagnes de mesure.

## EVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR DANS LA COMMUNE DU CARBET

Les concentrations les plus élevées sont observées :

- Aux abords des plages
- A l'entrée du bourg du Carbet, marquée par la présence de ralentisseurs.
- Dans la montée de Morne aux Bœufs

La RN2 est la principale route de la côte Caraïbe, elle est empruntée par les riverains pour joindre la RN1 mais aussi par les poids lourds en provenance des carrières de Saint Pierre. Cette affluence de véhicules et la forte déclivité de la route créent des ralentissements provoquant ainsi une augmentation des émissions en polluants.



IV.4 Concentrations en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) aux différents points de mesure.

Toutefois, ces valeurs restent inférieures à la valeur limite pour la protection de la santé de 40 µg/m<sup>3</sup>.

### V. Conclusion

La mise en place du camion laboratoire dans la commune du Carbet a été réalisée en 2011 sur un site du bourg, permettant ainsi de mesurer le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), les poussières fines (PM10) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). L'objectif a été de compléter cette étude par une nouvelle étude qui consiste à la mise en place de tubes passifs pour la mesure du NO<sub>2</sub> sur l'ensemble de la commune, permettant d'observer la spatialisation des concentrations en NO<sub>2</sub> et ainsi, de définir les zones les plus impactées par la pollution automobile.

Durant ces 4 campagnes, les concentrations les plus élevées en NO<sub>2</sub> sont mesurées sur la route nationale 2, axe principal de la côte Caraïbe. Cette route possède beaucoup de pentes, ce qui engendre une augmentation des émissions en polluants.

Toutefois, les concentrations mesurées lors de cette période de mesure respectent la valeur limite annuelle pour la protection de la santé.

Il est à constater les nombreux jours de pluies durant la période de mesure, ce qui provoque un lessivage des polluants dans l'air.

Le dépassement de cette valeur sur la commune du Carbet est probable dans les prochaines années. Le renouvellement d'une étude sera à prévoir pour observer l'évolution des concentrations en polluants automobiles.