



ÉTUDE DE LA QUALITÉ DE L'AIR

- PAR TUBES PASSIFS -

COMMUNE DE SAINT-PIERRE

Janvier à Mars 2013



Parution : Juin 2013
Rédacteur : K. Ramassamy

Ref : 06/13/STPIERRE2013

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



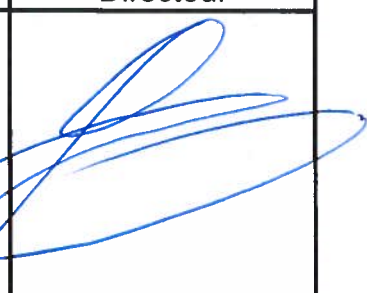
Commune de Saint-Pierre

2013

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	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
IV.4 Comparaison avec les années précédentes.....	12
V. Conclusion.....	13

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 SO₂, les oxydes d'azote NO_x, l'ozone O₃, les particules PM10 (inférieures à 10 microns), les particules fines PM2,5 (inférieures à 2,5 microns) et le benzène.

Pour une meilleure représentativité des résultats, les mesures fixes en continu sont complétées par des études de spatialisation du dioxyde d'azote, NO₂, pris comme traceur de la pollution automobile.

Madininair a réalisé une nouvelle étude en 2013 sur la commune de Saint Pierre dans le but de renouveler les données de 2008, nous permettant d'évaluer l'évolution éventuelle 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, le Plan de Protection de l'Atmosphère mais également de fournir une aide éventuelle à la Ville de Saint Pierre sur des projets concernant l'urbanisme, les transports ou l'environnement en général...

Le but de cette étude est donc d'évaluer la quantité dans l'air de dioxyde d'azote NO₂, traceur de la pollution automobile, présente sur différents sites de Saint-Pierre. Les concentrations mesurées seront ainsi confrontées aux normes environnementales en vigueur. Cette étude nous permettra alors d'établir une cartographie du NO₂, sur cette zone, issu du trafic automobile, comparable à celle réalisée en 2008.

II. Contexte de l'étude

II.1 Polluant étudié : Le dioxyde d'azote

a. Origine et sources

Le dioxyde d'azote (NO₂) 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 NO₂ augmentent en règle générale dans les villes aux heures de pointe.

Les concentrations de dioxyde d'azote (NO₂) 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 ³)
Horaire (santé)	Valeur Limite horaire (décret 2010-1250 du 21/10/10)	200 (18 dépassements autorisés)
	Seuil d'information et de recommandation (AP051784 du 14/06/05) Seuil d'alerte (AP 051784 du 14/06/05)	200
		400
Année (santé)	Valeur Limite annuelle (décret 2010-1250 du 21/10/10)	40
Année (écosystème) Valeurs en NOX	Valeur Limite annuelle (décret 2010-1250 du 21/10/10)	30
Seuil d'évaluation NO2 Santé (horaire)	Seuil supérieur	140 (18 dépassements autorisés)
	Seuil inférieur	100 (18 dépassements autorisés)
Seuil d'évaluation NO2 Santé (annuel)	Seuil supérieur	32
	Seuil inférieur	26
Seuil d'évaluation NOX Végétation (annuel)	Seuil supérieur	24
	Seuil inférieur	19,5

Tableau II.1 Normes du dioxyde d'azote

c. Effets sur la santé

Le NO₂ 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 NO₂ est également un précurseur de l'ozone (O₃) 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 spatialisation en NO₂ sur la commune de Saint Pierre, une étude a été faite durant les mois de Janvier à Mars 2013.

Plus de soixante-dix sites ont fait l'objet de mesure, chaque prélèvement durant en moyenne 15 jours.

- Campagne 1 : du 14 Janvier au 29 Janvier
- Campagne 2 : du 29 Janvier au 19 Février
- Campagne 3 : du 19 Février au 27 Février
- Campagne 4 : du 27 Février au 13 Mars

Remarque : Période de vacance du 10 au 24 Février (Vacances de Carnaval).

III. Méthodes et matériels utilisés

III.1 Sur site



La méthode de prélèvement du 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 NO_2 qui diffuse naturellement dans le tube.

Pendant la durée d'exposition du tube dans l'atmosphère, le gaz NO_2 est piégé dans le tube sous forme de nitrite 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 NO_2^- captée. La masse de nitrite 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. L'analyse se fait par spectrophotométrie. Dans chaque tube l'ajout d'une solution, qui réagit avec le NO_2^- , donne une coloration plus ou moins rose en fonction de la concentration en 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 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.

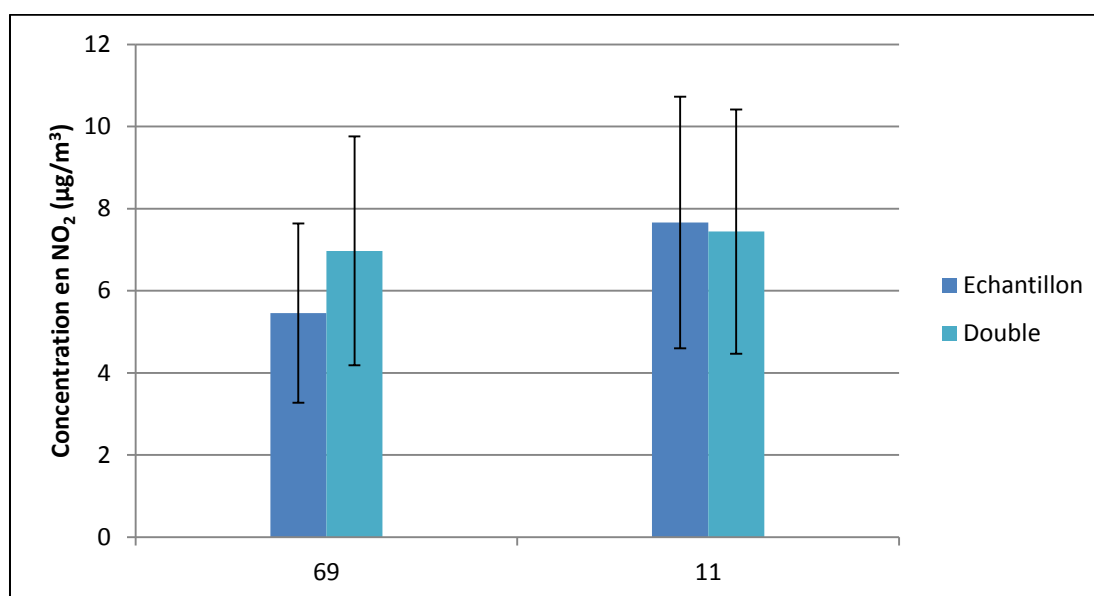
IV. Résultats

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.

Tous les tubes « blancs » ont obtenus une valeur inférieure à la limite de détection.

Des tubes « double » ont été implantés sur deux sites 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 associé à chaque point de mesure. L'écart est satisfaisant pour conclure à une bonne répétabilité des analyses.

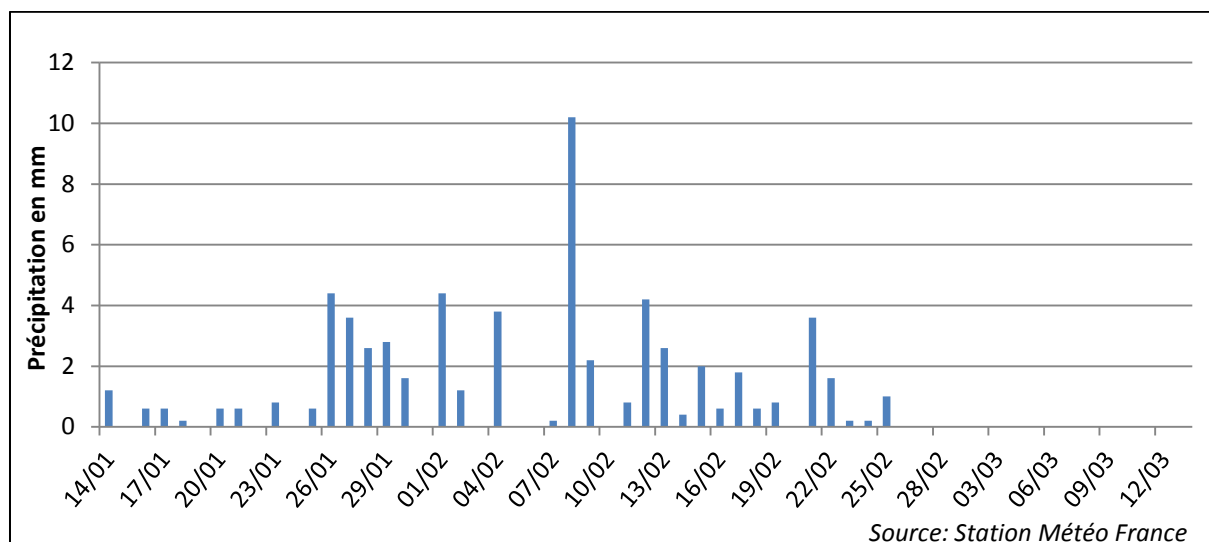


IV-1 Ecarts des concentrations entre le doublet durant les campagnes de mesure

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-2 Précipitations (en mm) à Saint Pierre

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 NO₂ les jours de pluies. Le temps est variable durant les campagnes 3 et 4 et généralement beau le reste de la période de mesure.

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

- La vitesse du vent est modérée sur la période, moyennée aux alentours de 25 km/h avec des pointes horaires maximales variant de 36 à 40 km/h selon les périodes.
- La direction des vents est généralement de secteur Est dans la commune de Saint Pierre.

Remarque : Les données météorologiques sont issues de la station Météo France de «CDST ».

IV.3 Résultats des campagnes

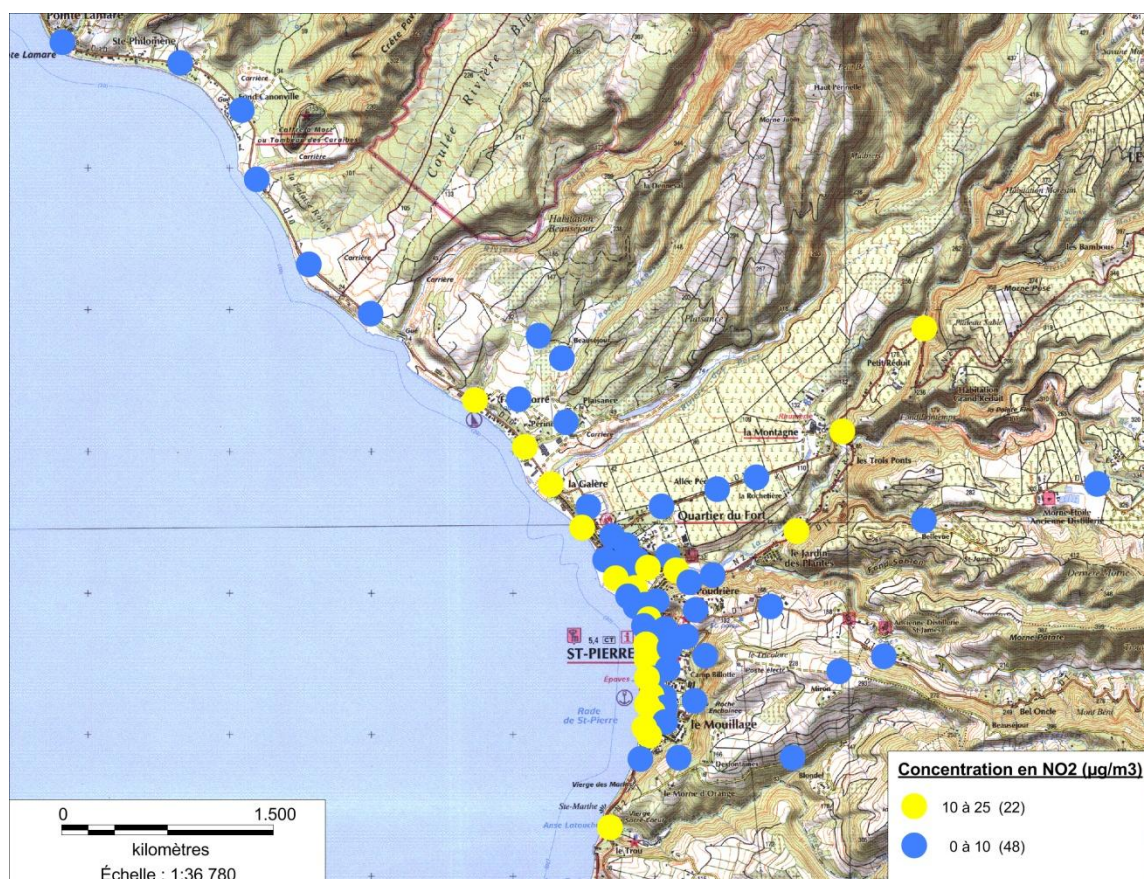
SAINT PIERRE			
Tubes	Concentrations moyennes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tubes	Concentrations moyennes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	1	36	5
2	4	37	21
3	5	38	20
4	4	39	11
5	8	40	15
6	8	41	1
7	1	42	9
8	13	43	8
9	4	44	9
10	2	45	4
11	7	46	19
12	15	47	7
13	10	48	3
14	18	49	3
15	19	50	1
16	3	51	1
17	1	52	4
18	5	53	22
19	13	54	22
20	2	55	4
21	1	56	19
22	1	57	2
23	0	58	10
24	16	59	16
25	2	60	5
26	4	61	15
27	5	62	6
28	7	63	8
29	16	64	12
30	4	65	16
31	5	66	3
32	2	67	17
33	2	68	13
34	1	69	5
35	12	70	0

IV-3 Concentrations en NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées aux différents points de prélèvement du 14/02/13 au 13/03/13.

EVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR DANS LA COMMUNE DE SAINT PIERRE

Le tableau ci-dessus représente les concentrations en NO₂ 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.

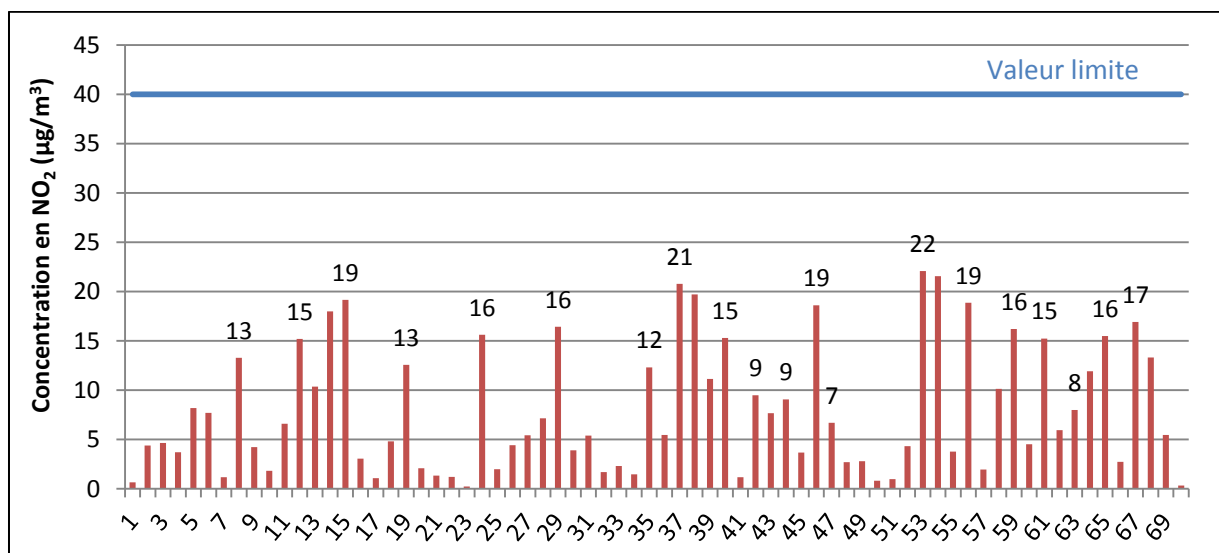
On se base sur les concentrations moyennées des 4 campagnes en chaque point de mesure pour réaliser une cartographie de la pollution automobile.



IV-4 Spatialisation de la pollution automobile sur la commune de Saint Pierre, moyennée sur les 4 campagnes de mesure.

Cette carte, ci-dessus, permet de visualiser les zones impactées par la pollution automobile. Les concentrations en NO₂ sont plus élevées le long des principaux axes, la RN2 et la D10. Dès que l'on s'éloigne de ces axes, les concentrations décroissent progressivement.

EVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR DANS LA COMMUNE DE SAINT PIERRE



IV-5 Concentrations moyennes en NO₂ aux différents points de mesure sur la commune de Saint Pierre.

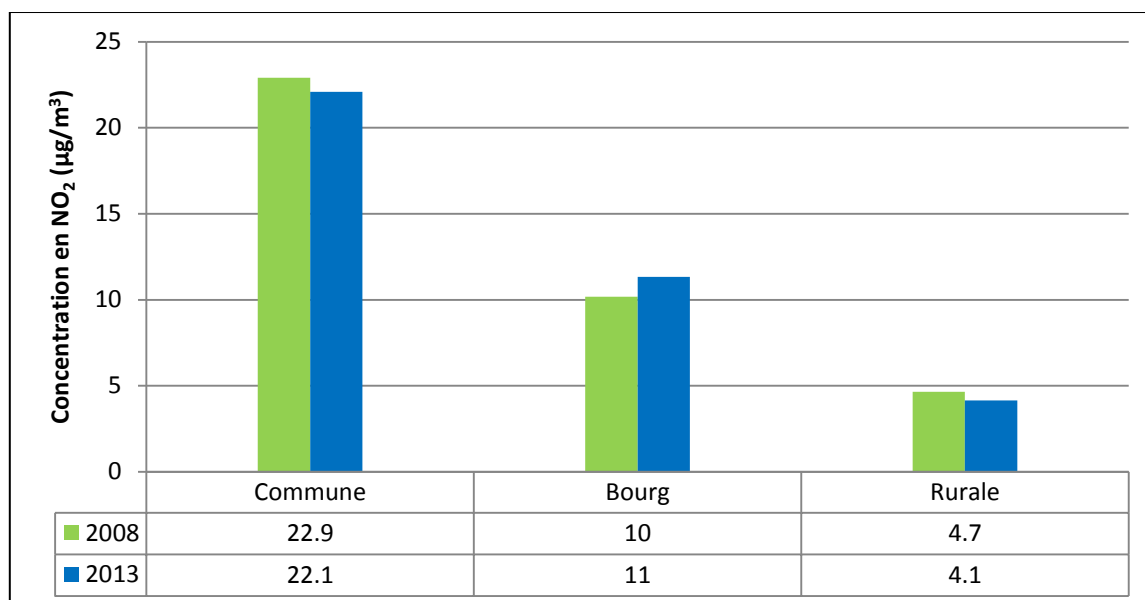
Le graphique IV-4 présente les concentrations moyennes en NO₂ sur les différents sites de la commune de Saint Pierre.

Les concentrations les plus élevées sont enregistrées sur la D10 et la RN2 dans le bourg de Saint Pierre, sur les sites 53 et 54 (22 µg/m³).

Les concentrations mesurées lors de cette période respectent la valeur limite annuelle pour la protection de la santé.

IV.4 Comparaison avec les années précédentes

Remarque : La période de mesure (Janvier) ainsi que le nombre et le lieu des sites de mesure sont les mêmes. Seules l'année et les conditions météorologiques varient.



IV-5 Concentrations moyennes des différentes zones de la commune de Saint Pierre en 2008 et 2013

La moyenne des concentrations en NO₂ mesurée en 2008 est quasiment égale à celle mesurée en 2013.

V. Conclusion

L'étude qui a été menée dans la commune de Saint Pierre a permis d'évaluer la quantité de dioxyde d'azote NO₂ dans l'air, par la mise en place de tubes passifs, sur différents sites, permettant ainsi d'observer la spatialisation des concentrations en NO₂ et de définir les zones les plus impactées par la pollution automobile.

Cette étude s'est déroulée durant 4 campagnes de 2 semaines représentant 14% du temps de l'année permettant d'estimer une moyenne annuelle. Cette concentration moyenne annuelle en NO₂ peut ainsi être comparée à la valeur limite annuelle pour la protection de la santé de 40 µg/m³.

Les concentrations les plus élevées sont mesurées sur la RN2 et la D10, plus précisément sur les portions de route traversant le bourg de Saint Pierre. La RN2 est la principale route de la côte Caraïbe, elle est empruntée par les riverains du Nord Caraïbes mais aussi par les poids lourds, souhaitant rejoindre les communes du centre de l'île.

Les concentrations mesurées lors de cette période respectent la valeur limite annuelle pour la protection de la santé.

Le renouvellement d'une étude sera à prévoir pour observer l'évolution des concentrations en polluants automobile. En effet, le nombre de véhicules ne cesse d'augmenter en Martinique.