



# ÉTUDE DE LA QUALITÉ DE L'AIR

- PAR CAMION LABORATOIRE ET TUBES PASSIFS -

## Commune de Sainte-Luce

- MAI À OCTOBRE 2010 -





<b>I. PRESENTATION DE L'ETUDE .....</b>	<b>4</b>
<b>II. CONTEXTE DE D'ETUDE.....</b>	<b>5</b>
II.1. LES POLLUANTS MESURES .....	5
II.1.1 Le dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ).....	5
II.1.2 Le dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ) .....	6
II.1.3 Les poussières (PM <sub>10</sub> ).....	8
II.2. CAMPAGNES DE MESURE.....	9
II.2.1 Mesure en continu sur les sites .....	9
II.2.1 Mesure discontinu par tubes passifs .....	10
II.2.2 Les stations fixes.....	10
<b>III. MATERIELS ET METHODE.....</b>	<b>11</b>
III.1. PRELEVEMENT .....	11
III.1.1 Prélèvement actif.....	11
III.1.2 Prélèvement par tubes passifs .....	12
III.2. ANALYSE .....	13
III.2.1 Analyseurs en continu .....	13
III.2.2 Analyse des tubes passifs.....	13
<b>IV. DONNEES METEOROLOGIQUES .....</b>	<b>14</b>
<b>V. RESULTATS DU CAMION LABORATOIRE .....</b>	<b>15</b>
V.1. LE DIOXYDE DE SOUFRE, SO <sub>2</sub> .....	15
V.1.1 Evolution horaire .....	15
V.1.2 Evolution journalière .....	15
V.1.3 Tableau des moyennes.....	16
V.1.4 Profil journalier .....	16
V.2. LE DIOXYDE D'AZOTE, NO <sub>2</sub> .....	17
V.2.1 Evolution horaire .....	17
V.2.2 Evolution journalière .....	17
V.2.3 Tableau des normes.....	18
V.2.4 Profil journalier .....	19
V.3. LES POUSSIERES, PM <sub>10</sub> .....	20
V.3.1 Evolution horaire .....	20
V.3.2 Evolution journalière .....	20
V.3.3 Tableau des moyennes.....	21
V.3.4 Profil journalier .....	22
<b>VI. RESULTATS DES TUBES PASSIFS .....</b>	<b>23</b>
VI.1. FIABILITE DE LA METHODE.....	23
VI.2. RESULTATS ET INTERPRETATION .....	24
<b>VII. CONCLUSION.....</b>	<b>27</b>
<b>VIII. ANNEXES .....</b>	<b>28</b>



## I. Présentation de l'étude

L'Association Régionale de surveillance de la qualité de l'air en Martinique MADININAIR dispose actuellement de 8 stations de mesure dispersées stratégiquement sur l'agglomération de Fort de France / Lamentin / Schœlcher, objectif premier de couverture du département en tant que zone de plus de 100 000 habitants. Ces stations mesurent en continu divers polluants : le dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>, les oxydes d'azote NO<sub>x</sub>, le monoxyde de carbone CO, 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.

Mais les missions de l'association sont également de pouvoir répondre à des demandes plus spécifiques et ponctuelles concernant l'étude de la qualité de l'air sur différentes zones où aucune mesure en continu n'est réalisée.

Depuis quelques années, la commune de Sainte-Luce est une commune de passage d'un trafic automobile important (plus de 15 000 véhicules par jour). En effet, les habitants du Sud de la Martinique empruntent généralement la RN5, principal axe routier traversant la commune et permettant de rejoindre le centre de la Martinique.

**Le but de cette étude, en collaboration avec le service environnement de la commune de Sainte-Luce, est donc d'évaluer l'évolution horaire et journalière des concentrations en NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> et PM10, polluants réglementaires. Pour cela, le camion laboratoire est implanté dans le bourg de Sainte-Luce pour une mesure en continu et en temps réel des fluctuations horaires et journalières des polluants sur les sites urbains.**

**Le deuxième objectif de cette étude est d'évaluer la quantité de dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> présente sur différents sites de Sainte-Luce. Cette étude nous permettra alors d'établir une cartographie de la dispersion, sur cette zone, du NO<sub>2</sub>, issu du trafic automobile. Les concentrations relevées sont alors confrontées aux normes environnementales en vigueur.**



## II. Contexte de d'étude

### II.1. Les polluants mesurés

#### II.1.1 Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

##### Origine et sources



Le dioxyde de soufre provient principalement de la combustion des combustibles fossiles (charbons, fiouls, gazole, ...), au cours de laquelle les impuretés soufrées contenues dans les combustibles sont oxydées par l'oxygène de l'air en dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>.

Les principales sources émettrices de SO<sub>2</sub> sont les centrales thermiques et les grosses installations industrielles de combustion de produits pétroliers.

Depuis 15 ans, d'une manière générale en France, les émissions en SO<sub>2</sub> sont en diminution, du fait des mesures techniques et réglementaires qui ont été prises, de la baisse de la consommation des fiouls et charbons soufrés et de l'importance prise par l'énergie nucléaire.

##### Réglementation et Norme

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur de la norme (µg/m <sup>3</sup> )
Horaire (santé)	Valeur Limite horaire	<b>350</b> (24 dépassements autorisés)
	Seuil d'information et de recommandation (AP 051784 du 14/06/05)	<b>300</b>
	Seuil d'alerte (AP 051784 du 14/06/05)	<b>500</b> (3 h consécutives)
Journalier (santé)	Valeur Limite journalière	<b>125</b> (3 dépassements autorisés)
Année (santé)	Valeur Limite annuelle	<b>50</b>
Année (écosystème)	Niveau critique pour la protection de la végétation	<b>20</b> (moyenne hivernale du 01/10 au 31/03)
Seuil d'évaluation Santé (journalier)	Seuil supérieur	<b>75</b> (3 dépassements autorisés)
	Seuil inférieur	<b>50</b> (3 dépassements autorisés)
Seuil d'évaluation de la végétation (annuel)	Seuil supérieur	<b>12</b>
	Seuil inférieur	<b>8</b>

Tableau II.1 : Normes du dioxyde de soufre

(Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010, transposant la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008).



## **Effet sur la santé**

Le dioxyde de soufre est un gaz irritant qui agit souvent en synergie avec d'autres substances, notamment avec les fines particules. Il provoque une altération de la fonction respiratoire chez les personnes sensibles (asthmatiques, enfants, personnes âgées, ...) et une exacerbation des symptômes respiratoires aigus chez l'adulte (toux, gêne respiratoire, ...).

De plus, des études épidémiologiques récentes ont montré qu'une augmentation de la concentration en  $\text{SO}_2$  s'accompagne d'une hausse du taux de mortalité cardio-vasculaire.

Comme tous les polluants, ces effets sont amplifiés par le tabagisme.

## **Effet sur l'environnement**

Dans l'atmosphère, le dioxyde de soufre se transforme principalement en acide sulfurique, qui se dépose au sol et sur la végétation. Cet acide contribue, en association avec d'autres polluants, à l'acidification et à l'appauvrissement des milieux naturels. Il participe aussi à la détérioration des matériaux utilisés dans la construction des bâtiments (pierre, métaux).

### **II.1.2 Le dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ )**

#### **Origine et sources**



Les oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ) sont émis lors des phénomènes de combustion. Le monoxyde d'azote ( $\text{NO}$ ) est issu de la réaction de l'azote et de l'oxygène de l'air qui a lieu à haute température dans les moteurs et les installations de combustion. Le dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ ) est immédiatement formé lorsque le  $\text{NO}$  entre au contact de l'air.

Les sources principales sont les véhicules et les installations de combustion (centrale thermique, incinérateur, raffinerie, ...).

Le pot catalytique a permis, depuis 1993, une diminution des émissions de  $\text{NO}_2$  des véhicules à essence, mais l'effet reste encore peu perceptible compte tenu de l'augmentation forte du trafic et de la durée de renouvellement du parc automobile.



## Réglementation et Norme

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur de la norme (µg/m <sup>3</sup> )
Horaire (santé)	Valeur Limite horaire	200 (18 dépassements autorisés)
	Seuil d'information et de recommandation (AP051784 du 14/06/05)	200
	Seuil d'alerte (AP 051784 du 14/06/05)	400
Année (santé)	Valeur Limite annuelle	40
Année (écosystème) Valeurs en NOX	Valeur Limite annuelle	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.2 : Normes du dioxyde d'azote**

(Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010, transposant la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008).

### Effet 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 au NO<sub>2</sub>, aux niveaux actuellement observés en Europe, peut réduire la fonction pulmonaire et accroître le risque de symptômes respiratoires tels que la bronchite aiguë, la toux et les glaires
- Les personnes asthmatiques et les enfants en général sont considérés comme étant plus vulnérables à l'exposition au NO<sub>2</sub>
- Plusieurs études ont démontré que l'exposition au NO<sub>2</sub> augmente les réactions allergiques aux pollens inhalés

### Effet 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. Le NO<sub>2</sub> participe ainsi aux phénomènes de pluies acides.

- 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.
- 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.1.3 Les poussières (PM10)

#### Origine et sources



Ce sont les poussières dont le diamètre est inférieur à 10  $\mu\text{m}$  et qui restent en suspension dans l'air. Les particules ou poussières en suspension liées à l'activité humaine proviennent majoritairement **de la combustion des combustibles fossiles, du transport automobile (gaz d'échappement, usure, frottements...)** et **d'activités industrielles très diverses (sidérurgie, incinération, cimenteries...)**. Leur taille et leur composition sont très variables.

A cette part, il convient de rajouter les particules provenant de sources naturelles, telles que celles issues **des brumes de sable sahariennes**. Il est à noter que la Martinique est particulièrement concernée par ces brumes de sable, plus présentes lors de la saison sèche (Mars à Juillet) mais possible parfois sur d'autres périodes de l'année.

#### Réglementation et Norme

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur de la norme ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Journalier (santé)	Valeur Limite journalière	50 (35 dépassements autorisés)
	Seuil d'information et de recommandation (AP 051784 du 14/06/05)	80 (moyenne glissante)
	Seuil d'alerte (AP 051784 du 14/06/05)	125 (moyenne glissante)
Année (santé)	Valeur Limite annuelle	40
	Objectif de qualité annuel	30
Seuil d'évaluation Santé (journalier)	Seuil supérieur	35 (35 dépassements autorisés)
	Seuil inférieur	25 (35 dépassements autorisés)
Seuil d'évaluation Santé (annuel)	Seuil supérieur	28
	Seuil inférieur	20

Tableau II.3 : Normes des poussières dont le diamètre est inférieur à 10  $\mu\text{m}$  (Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010, transposant la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008).

#### Effet sur la santé

Les plus grosses particules sont retenues par les voies respiratoires supérieures. Elles sont donc moins nocives pour la santé que **les particules plus fines** (2,5  $\mu\text{m}$  de diamètre) qui pénètrent plus profondément dans l'organisme ; elles irritent alors les voies respiratoires inférieures et **altèrent la fonction respiratoire** dans l'ensemble. Certaines, selon leur nature, ont également des **propriétés mutagènes et cancérigènes**.





## Effet sur l'environnement

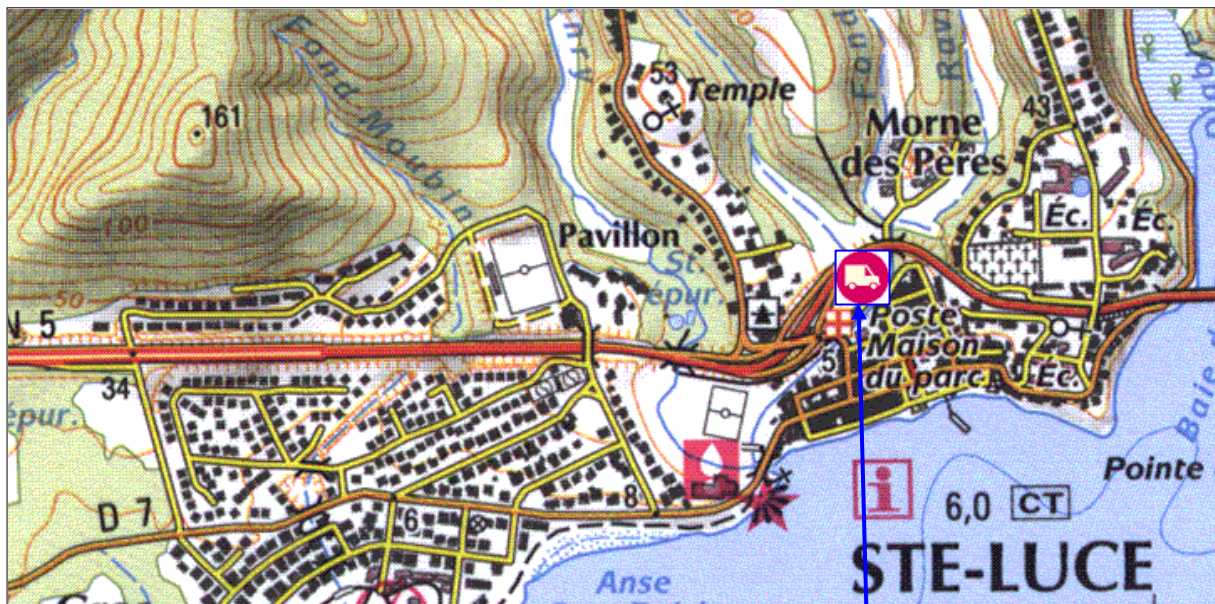
Les poussières présentes dans l'atmosphère vont absorber les rayons du soleil. Ces rayonnements lumineux ne pourront donc pas atteindre le sol, responsable d'une diminution de la température de la terre.

Les effets des poussières sur l'environnement sont très divers et très complexes, à l'origine de nombreuses études à l'heure actuelle.

## **II.2. Campagnes de mesure**

### **II.2.1 Mesure en continu sur les sites**

Dans le but d'évaluer l'évolution horaire et journalière des concentrations en polluants (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> et PM<sub>10</sub>), une étude par camion laboratoire a été réalisée sur la commune de Sainte-Luce durant la période du 28/09/2010 au 12/10/2010 sur site le long de la RN5.



## II.2.1 Mesure en discontinu par tubes passifs

Dans le but de fournir une cartographie de la dispersion en  $\text{NO}_2$ , principal polluant automobile, sur la commune de Sainte-Luce, une étude a été mise en place sur la période de mai à juillet 2010.

Plusieurs séries de mesures sur les 65 sites choisis ont été réalisées (Annexe VI.0), chaque prélèvement durant en moyenne 2 semaines (Tableau II.4).

Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4
Du 25/05/2010 au 09/06/2010	Du 09/06/2010 au 22/06/2010	Du 22/06/2010 au 06/07/2010	Du 06/07/2010 au 20/07/2010

Tableau II.4 : Période des différentes campagnes de mesure.

## II.2.2 Les stations fixes

Dans le but de comparer les données obtenues aux mesures en poste fixe de MADININAIR, les données de 8 stations peuvent être utilisées :

- Stations urbaines : Musée d'Histoire ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{O}_3$ ), Bishop ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{PM}_{10}$ ), Lamentin et Schoelcher ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{PM}_{10}$ )
- Station Trafic de Concorde ( $\text{NO}_x$ ) et Renéville ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{CO}$ )
- Station périurbaine de Lycée ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{O}_3$ )
- Station d'Etang Z'abricot ( $\text{SO}_2$ )



STATION URBAINE LAMENTIN



STATION URBAINE BISHOP



STATION PERIURBAINE

Figure II.1 : Exemples de quelques stations fixes de MADININAIR.



### III. Matériels et méthode

#### III.1. Prélèvement

##### III.1.1 Prélèvement actif

- Tête de prélèvement des NO<sub>x</sub> et SO<sub>2</sub> :



La méthode de prélèvement utilisée au niveau des stations et du camion laboratoire est la méthode par voie active. L'air est aspiré à l'aide d'une pompe à travers une tête de prélèvement puis analysé en continu par l'appareil de mesure d'un polluant spécifique.

Le dispositif de prélèvement est formé d'une canne de prélèvement et d'un tube reliant celle-ci à l'analyseur. La tête de prélèvement située à l'extrémité de la canne est en forme de cône criblé à sa base. Seul l'air pompé passe à travers les cribles, les grosses particules sont stoppées par le diamètre trop étroit des trous, permettant ainsi d'éviter l'occlusion du tube de prélèvement.

- Tête de prélèvement des PM<sub>10</sub> :



La tête de prélèvement PM<sub>10</sub> permet un échantillonnage représentatif des fractions de poussières pouvant pénétrer dans le système respiratoire des bronches supérieures. Elle sépare les poussières selon leur granulométrie et ne sélectionne que les particules de diamètre inférieures à 10µm (PM<sub>10</sub>).



### III.1.2 Prélèvement par tubes passifs



Le tube sera laissé ouvert pendant une période de 15 jours, puis remplacé par un autre. On notera toutes les indications pouvant être utiles (fissures du tube, présence de toiles d'araignées dans le tube, vol du tube ...).

La méthode de prélèvement du NO<sub>2</sub> est celle des tubes passifs. Cette méthode a été proposée par Palmes et coll. en 1976 et est utilisée depuis vingt ans pour des campagnes de mesure de ce type après avoir été mise au point par le centre technique d'ISPRA

(Italie), un organisme travaillant sur les normes européennes de mesure.



La méthode consiste à utiliser des petits tubes en polypropylène de 7,5 centimètres de long qui seront placés à 2,5 ou 3 mètres de haut sur les sites choisis, cette hauteur limitant le vandalisme mais restant représentative de l'air respirable. L'installation des tubes se fait de manière simple, en les fixant sur des supports de bois qui permettent que le tube ne soit pas collé à la surface de son support.

Ces tubes sont préparés selon une méthode spécifique. Des petites grilles d'acier imprégnées d'un réactif chimique fixant le dioxyde d'azote : le triéthanolamine (TEA) sont placées au fond des tubes. La grille est ensuite fixée à l'extrémité du tube à l'aide d'un bouchon plastique étanche. Le même type de bouchon sera utilisé pour fermer l'autre extrémité et sera retiré au moment du prélèvement.

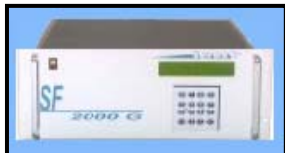
Le tube sera laissé ouvert pendant une période de 15 jours, puis remplacé par un autre. On notera toutes les indications pouvant être utiles (fissures du tube, présence de toiles d'araignées dans le tube, vol du tube ...).



## III.2. Analyse

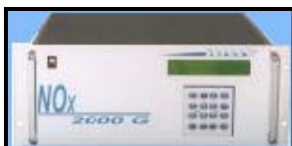
### III.2.1 Analyseurs en continu

- L'analyseur  $SO_2$  :



Le prélèvement s'effectue par une tête de prélèvement qui récupère l'air extérieur. Celui-ci arrive ensuite dans un analyseur de Fluorescence U.V. permettant l'analyse du  $SO_2$  en temps réel.

- L'analyseur  $NO_x$  :



L'analyse est réalisée à l'aide d'un appareil de mesure en continu, par chimioluminescence. Il nous fournit ainsi une concentration en temps réel en dioxyde d'azote ( $NO_2$ ), monoxyde d'azote (NO) et en oxyde d'azote ( $NO_x$ ).

- L'analyseur  $PM_{10}$  :



L'analyseur  $PM_{10}$  mesure à température ambiante, la masse de particules dont le diamètre est inférieur à 10 microns.

Dans le cœur de l'appareil, la technique utilisée est une microbalance à élément oscillant (TEOM), qui permet une mesure directe et en temps réel de la masse de particules collectées sur un filtre.

### III.2.2 Analyse des tubes passifs

L'analyse permettra de déterminer la concentration de  $NO_2$  adsorbée durant la période d'exposition.

Le dioxyde d'azote est mesuré par spectrophotométrie selon la méthode de Griess et Saltzman modifiée par Atkins (1986). Il s'agit de rajouter dans les tubes possédant encore la grille un réactif de coloration avec lequel le  $NO_2$  réagira pour former un colorant rose -pourpre stable. Après un développement de la coloration pendant environ 30 minutes en chambre froide, on mesurera l'absorbance des solutions obtenues que l'on comparera avec une courbe d'étalonnage obtenue à partir d'une solution étalon.

La concentration en  $NO_2$  en  $\mu g/m^3$  est calculée en tenant compte du temps d'exposition du tube en heure et du débit de diffusion à l'intérieur du tube.



## IV. Données météorologiques

Le camion laboratoire est équipé d'un thermomètre et d'une girouette permettant la mesure de la température, de la direction et de la vitesse du vent.

Paramètres	Température moyenne (°C)	Présence de pluie	Vitesse moyenne du vent (m/s)	Présence de brume de sable	Episodes particuliers
<b>Site Sainte-Luce</b> 28/09/2010 au 12/10/2010	28	Temps mitigé Pluies le 03-04- 05/10/2010	0,8 Pointe max 2,2	NON	

Tableau IV.1 : Conditions météorologiques durant la campagne par camion laboratoire.

- **La température** ne jouera pas un rôle important sur la variation des concentrations en polluant puisqu'elle reste relativement constante durant les quatre campagnes.
- **Les brumes de sable** joueront un rôle sur la quantité de poussières (PM10) mesurée dans l'air.
- **La pluie**, par contre, jouera un rôle de lixiviation de l'atmosphère. On pourra donc s'attendre à des concentrations plus faibles en polluants les jours de pluies.
- **Le vent** est le principal acteur de la dispersion des polluants :
  - **La vitesse du vent** est faible, moins de 1 m/s sur la période.
  - **La direction des vents** sur ce site est très variable. Les vents dominants sont orientés d'est et du sud-ouest. Le camion laboratoire n'est donc pas situé dans l'axe des vents dominants de la RN5.
  -

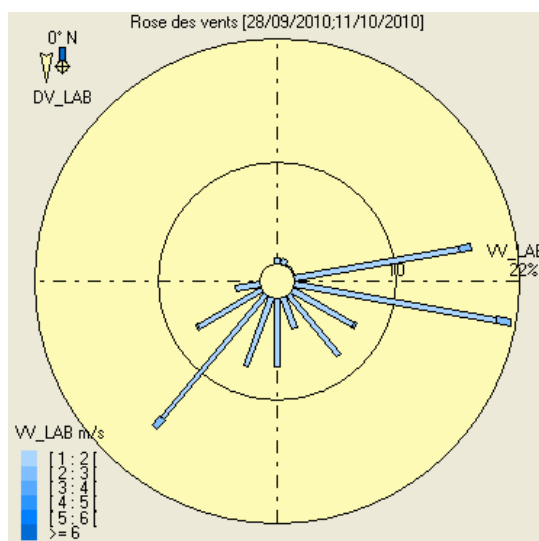


Figure IV.1 : Rose des vents sur les deux sites de mesure dans la commune de Sainte-Luce.

## V. Résultats du camion laboratoire

### V.1. Le dioxyde de soufre, SO<sub>2</sub>

#### V.1.1 Evolution horaire

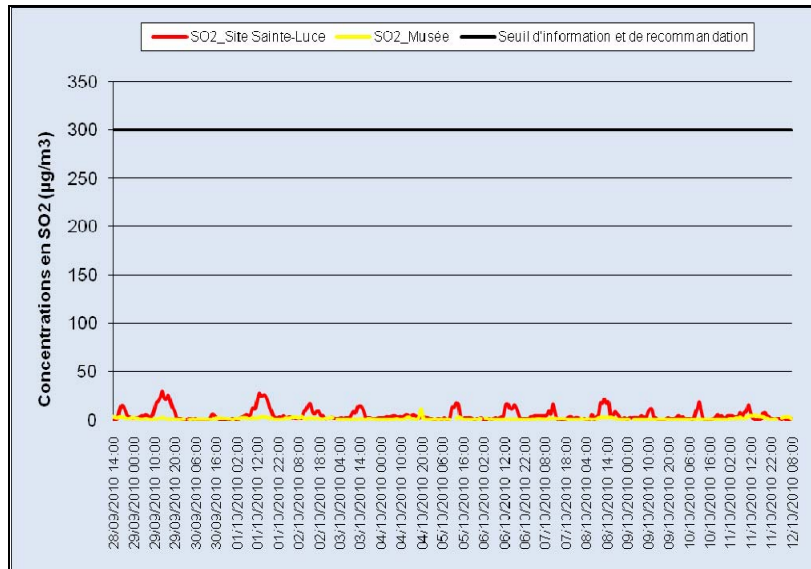


Figure V.1 : Evolution horaire des concentrations (µg/m<sup>3</sup>) en SO<sub>2</sub> sur la station urbaine « Musée » et le site de Sainte-Luce.

La Figure V.1 représente l'évolution horaire des concentrations en SO<sub>2</sub> sur le site de mesure, le long de la RN5. Plusieurs pics sont observés durant la période de mesure, toutefois, les concentrations sont faibles.

#### V.1.2 Evolution journalière

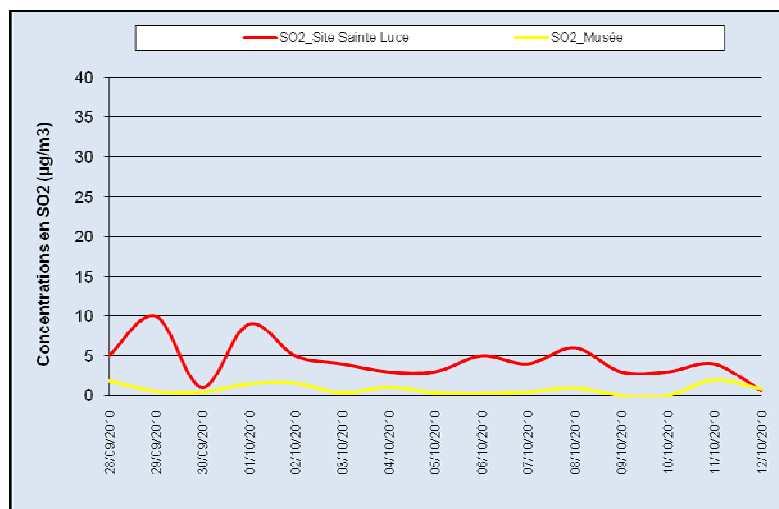


Figure V.2 : Evolution journalière des concentrations (µg/m<sup>3</sup>) en SO<sub>2</sub> sur la station urbaine « Musée » et le site de Sainte-Luce.



La Figure V.2 représente l'évolution journalière des concentrations en SO<sub>2</sub> sur la période de mesure. Des pics sont observés le 29/09 et le 01/10, cependant, les concentrations mesurées restent faibles.

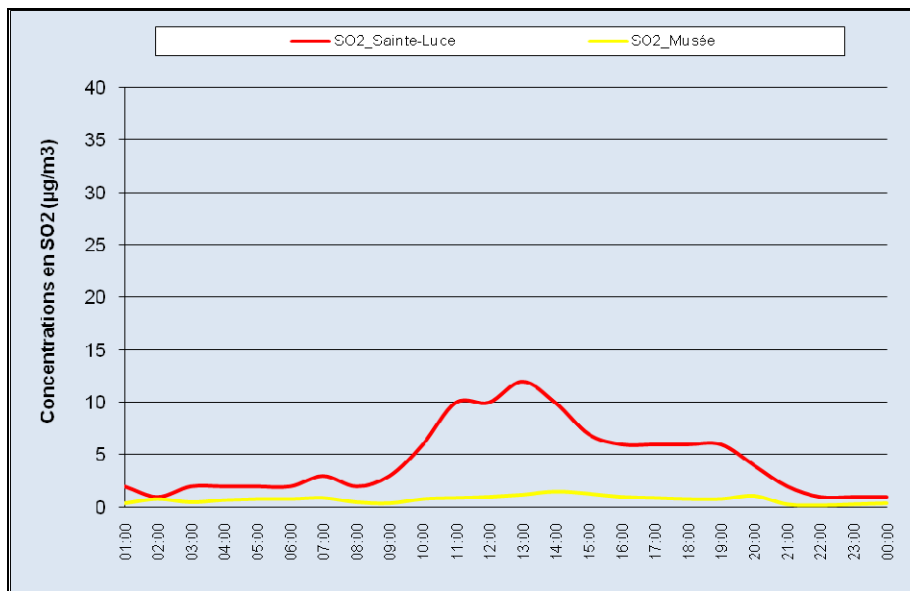
### V.1.3 Tableau des moyennes

Sites de mesure	Concentration moyenne (µg/m <sup>3</sup> )	Maximum horaire (µg/m <sup>3</sup> )	Maximum journalier (µg/m <sup>3</sup> )
Musée Station urbaine	0,8	12 Le 04/10/10 à 20h00	2 Le 11/10/2010
Site Sainte-Luce	4,5	29 Le 29/09/10 à 14h00	10 Le 29/09/2010

**Tableau V.1 : Concentration moyenne, concentration maximale horaire et journalière (µg/m<sup>3</sup>) en SO<sub>2</sub> sur la station Musée et le site de Sainte-Luce.**

La moyenne en SO<sub>2</sub> sur le site sur la période de mesure est de 4,5µg/m<sup>3</sup>, concentration moyenne légèrement plus élevée que sur le site urbain de Fort-de-France, à la même période. Cependant, cette concentration est bien inférieure à la valeur limite annuelle de 50µg/m<sup>3</sup>.

### V.1.4 Profil journalier



**Figure V.3 : Profil journalière des concentrations (µg/m<sup>3</sup>) en SO<sub>2</sub> sur la station urbaine de Musée et le site de Sainte-Luce.**

La Figure V.3 représente le profil journalier du SO<sub>2</sub> sur la période. Les concentrations augmentent durant la journée, à partir de 9h00, puis diminuent progressivement de 15h00 à 21h00.





## V.2. Le dioxyde d'azote, NO<sub>2</sub>

### V.2.1 Evolution horaire

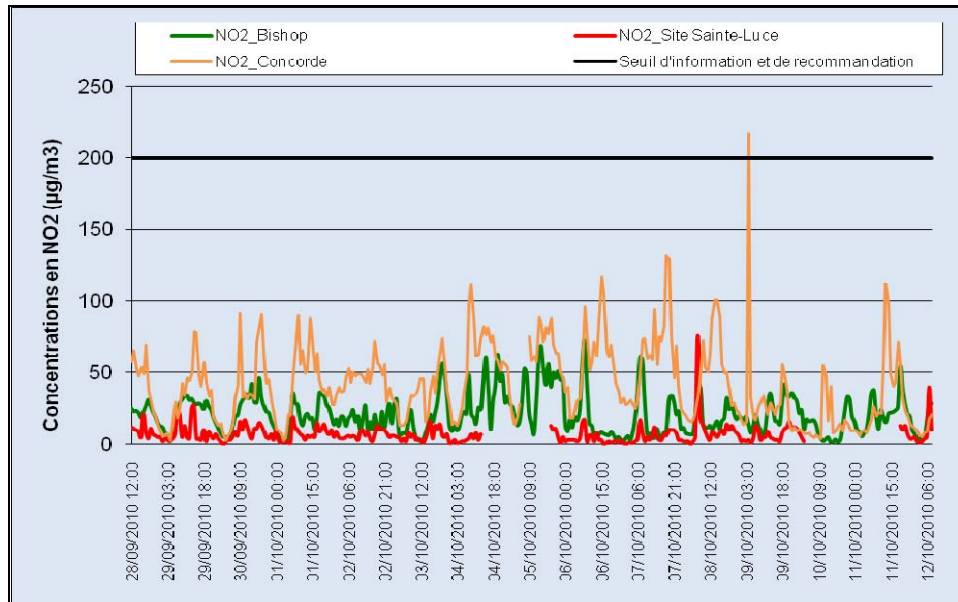


Figure V.4 : Evolution horaire des concentrations ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en NO<sub>2</sub> sur la station trafic « Concorde », la station urbaine « Bishop », la station périurbaine « Lycée » et le site de Sainte-Luce.

La Figure V.4 représente l'évolution horaire des concentrations en NO<sub>2</sub>, sur le site de Sainte-Luce et les stations fixes de MADININAIR. Un pic horaire est observé le 08/10/10 à 7h00. Cependant, cette concentration maximale horaire est bien en dessous du seuil d'information et de recommandation de 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### V.2.2 Evolution journalière

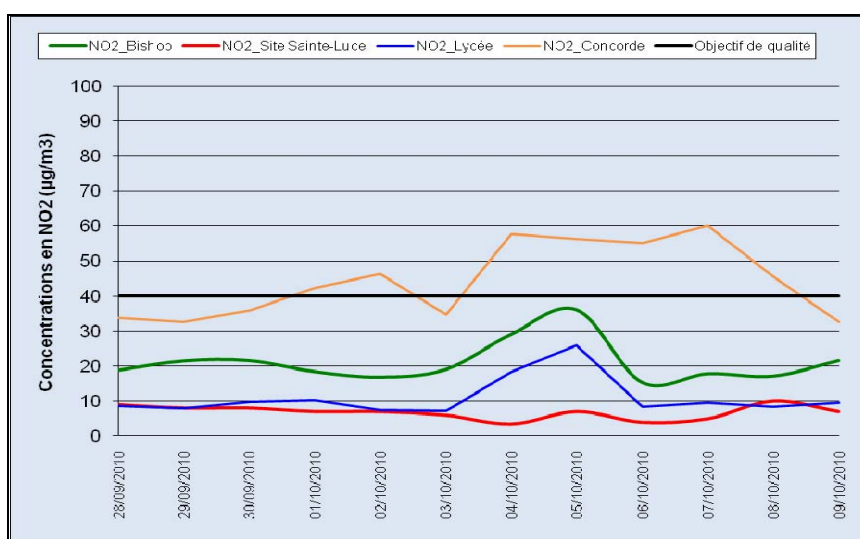


Figure V.5 : Evolution journalière des concentrations ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en NO<sub>2</sub> sur la station trafic « Concorde », la station urbaine « Bishop », la station périurbaine « Lycée » et le site de Sainte-Luce.



La Figure V.5 représente l'évolution journalière des concentrations en NO<sub>2</sub> sur le site de Sainte-Luce et les stations fixes de MADININAIR. Les concentrations mesurées sur ce site sont relativement constantes.

### V.2.3 Tableau des normes

Sites de mesure	NO <sub>2</sub>		
	Concentration moyenne (µg/m <sup>3</sup> )	Maximum horaire (µg/m <sup>3</sup> )	Maximum journalier (µg/m <sup>3</sup> )
Concorde Station trafic	41	217	60
Renéville Station trafic	13	43	20
Lycée Station périurbaine	10	48	26
Bishop Station urbaine	20	72	36
Musée Station urbaine	10	40	21
Schœlcher Station urbaine	8	36	17
Lamentin Station urbaine	17	53	28
Site Sainte- Luce	7	76	10

**Tableau V.2 : Concentration moyenne, concentration maximale horaire et journalière (µg/m<sup>3</sup>) en NO<sub>2</sub> sur les stations fixes de MADININAIR et le site de Sainte-Luce, le long de la RN5.**

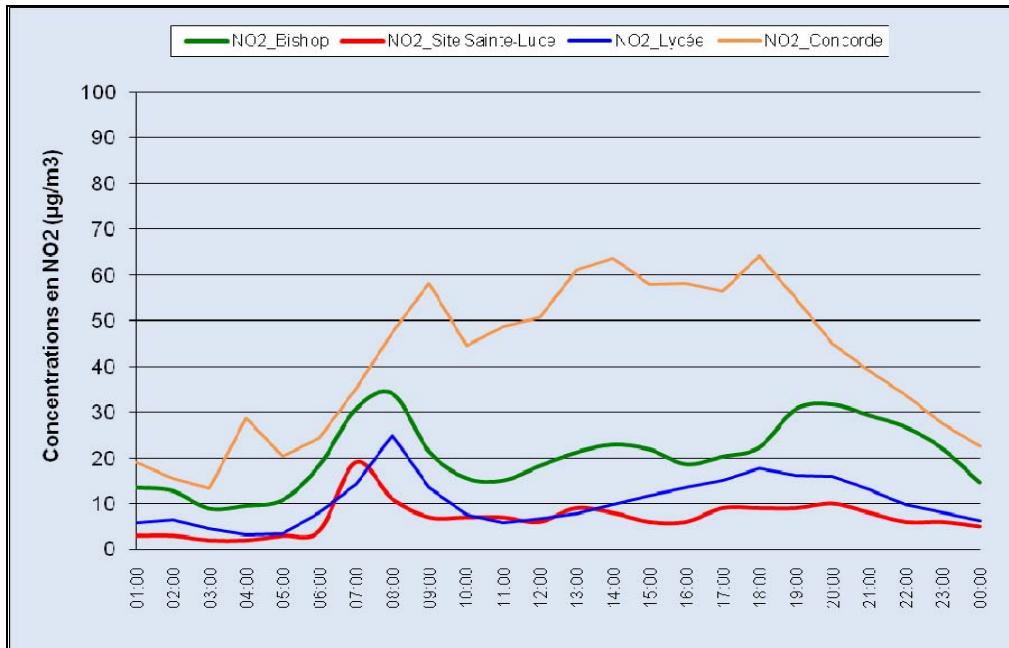
La concentration moyenne sur le site de Sainte-Luce et le maximum horaire équivalent aux concentrations moyennes mesurées sur les stations urbaines (Tableau V.2) sur cette période. L'objectif de qualité de 40µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub> est respecté.

La concentration maximum horaire en NO<sub>2</sub> de 76µg/m<sup>3</sup> a été mesuré le 08 octobre 2010 à 7h00 et n'atteint pas le seuil d'information et de recommandation de 200µg/m<sup>3</sup>.

De plus, la concentration moyenne sur la période pour les oxydes d'azote, NO<sub>x</sub>, est de 7µg/m<sup>3</sup>, inférieure à la valeur limite annuelle de 30µg/m<sup>3</sup> pour la végétation.



## V.2.4 Profil journalier



**Figure V.6 : Profil journalière des concentrations ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en  $\text{NO}_2$  sur la station trafic « Concorde », la station urbaine « Bishop », la station périurbaine « Lycée » et le site de Sainte-Luce.**

Le profil journalier des concentrations en  $\text{NO}_2$  (Figure V.6) équivaut aux stations fixes de MADININAIR. En effet, un pic commun est observé en matinée et des pics plus légers à 13h00 et de 17h00 à 21h00. Ces pics illustrent l'activité automobile de la zone.



### V.3. Les poussières, PM10

#### V.3.1 Evolution horaire

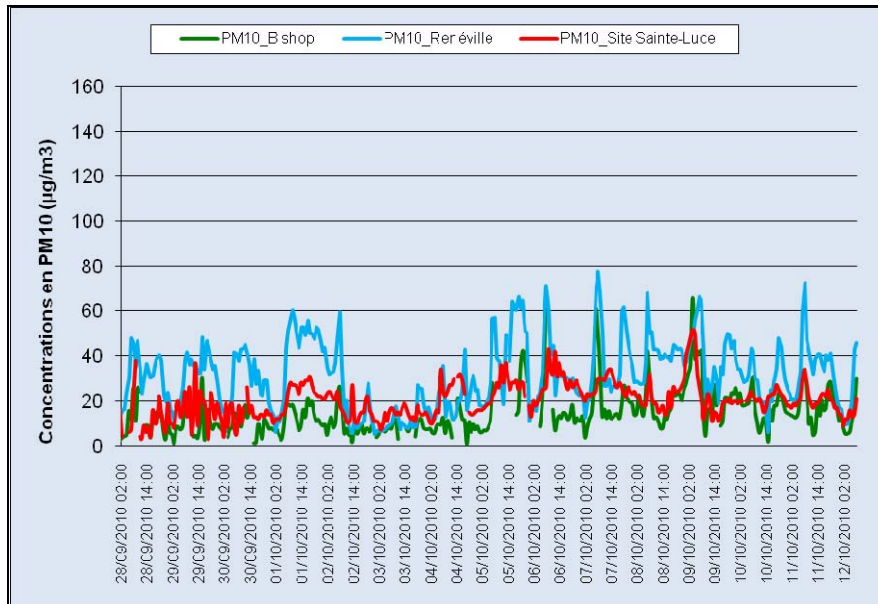


Figure V.7 : Evolution horaire des concentrations en PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sur la station trafic « Renéville », la station urbaine « Bishop » et le site de Sainte-Luce.

La Figure V.7 représente l'évolution horaire des concentrations en PM10 sur le site de mesure. L'évolution des concentrations en PM10 suivent l'évolution des concentrations mesurées par les stations fixes.

#### V.3.2 Evolution journalière

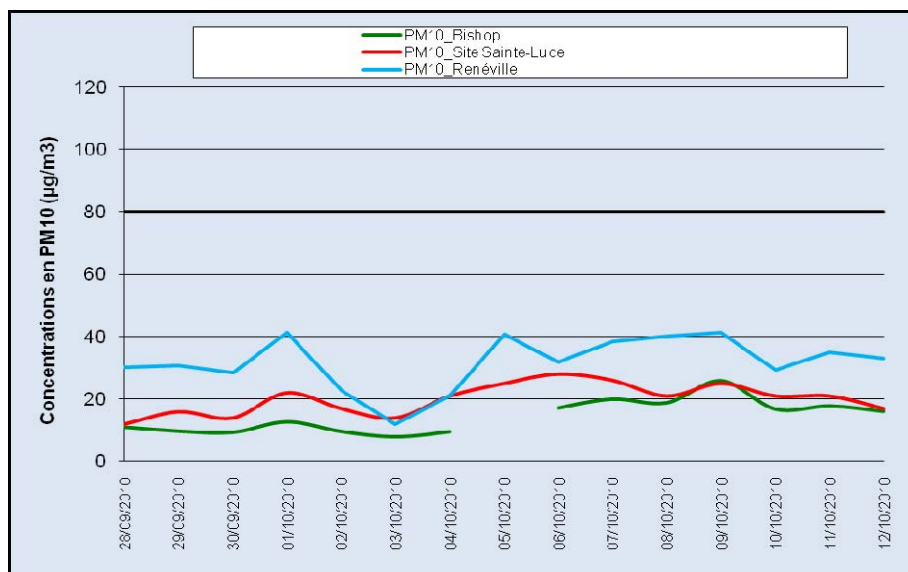


Figure V.8 : Evolution journalière des concentrations en PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sur la station trafic « Renéville », la station urbaine « Bishop » et le site de Sainte-Luce.



La Figure V.8 représente l'évolution journalière des concentrations en PM10 sur le site de mesure. Les concentrations en PM10 sont constantes tout au long de la période de mesure. Le seuil d'information et de recommandation n'est pas dépassé sur la période.

### V.3.3 Tableau des moyennes

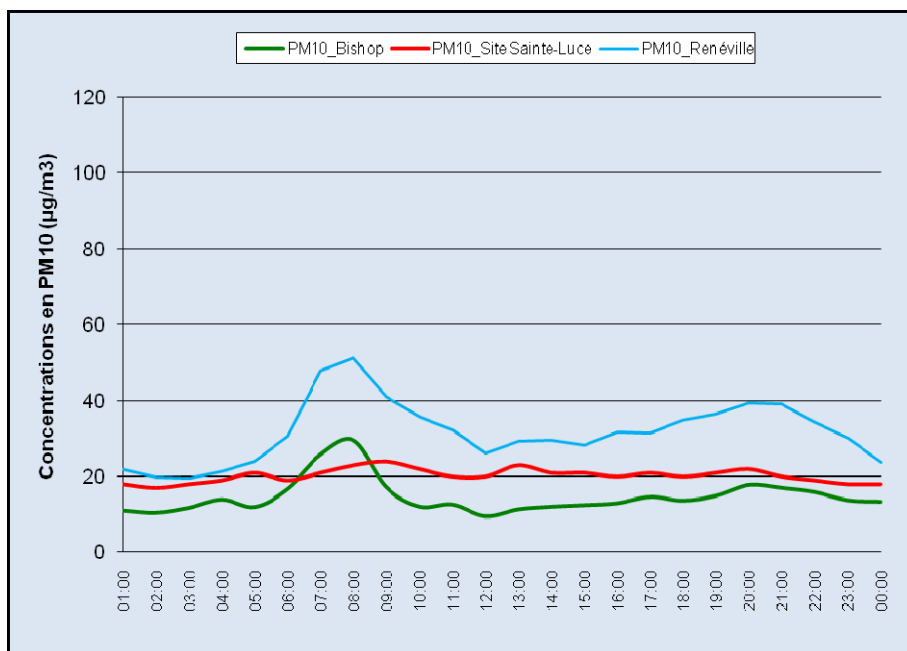
	Moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Maximum horaire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Maximum journalier ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Station trafic Renéville	31	77 Le 07/10/2010 à 08:00	41 Le 01/10/2010
Station urbaine Bishop	14	66 Le 06/10/2010 à 08:00	26 Le 09/10/2010
Station urbaine Musée	21	115 Le 15/10/2010 à 21:00	28 Le 06/10/2010
Station urbaine Schœlcher	22	68 Le 06/10/2010 à 10:00	35 Le 06/10/2010
Site Sainte-Luce	20	52 Le 09/10/2010 à 04:00	28 Le 06/10/2010

**Tableau V.3 : Comparaison des concentrations en PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) mesurées sur le site de Sainte-Luce et les stations fixes de Fort-de-France.**

La concentration moyenne en PM10 et les maxima horaire et journalier équivalent à la concentration moyenne et aux maxima mesurés sur les stations du type urbain « Musée » et « Schoelcher ». La valeur limite pour la protection de la santé de  $40\mu\text{g}/\text{m}^3$  est respectée sur la période.



### V.3.4 Profil journalier



**Figure V.9 : Profil journalier des concentrations en PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sur la station trafic « Renéville », la station urbaine « Bishop » et le site de Sainte-Luce.**

La Figure V.9 représente le profil journalier des concentrations en PM10 sur le site de mesure. Les concentrations en PM10 sont constantes tout au long de la journée.



## VI. Résultats des tubes passifs

### VI.1. Fiabilité de la méthode

- **Des tubes « blancs »** ont été placés sur le site de mesure. Les valeurs obtenues sont comprises entre  $0,6\mu\text{g}/\text{m}^3$  et inférieures à la limite de détection de  $0,4\mu\text{g}/\text{m}^3$ . 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 deux sites de mesure (le site 27 et le site 67) permettant une répétabilité des résultats. Ces tubes sont donc censés donner des résultats identiques. On calcule donc les écarts (Ec) (Figure VI.1) entre ces doublets, ainsi que l'incertitude associée à chaque point de mesure. L'écart est satisfaisant pour conclure à une bonne répétabilité des analyses.

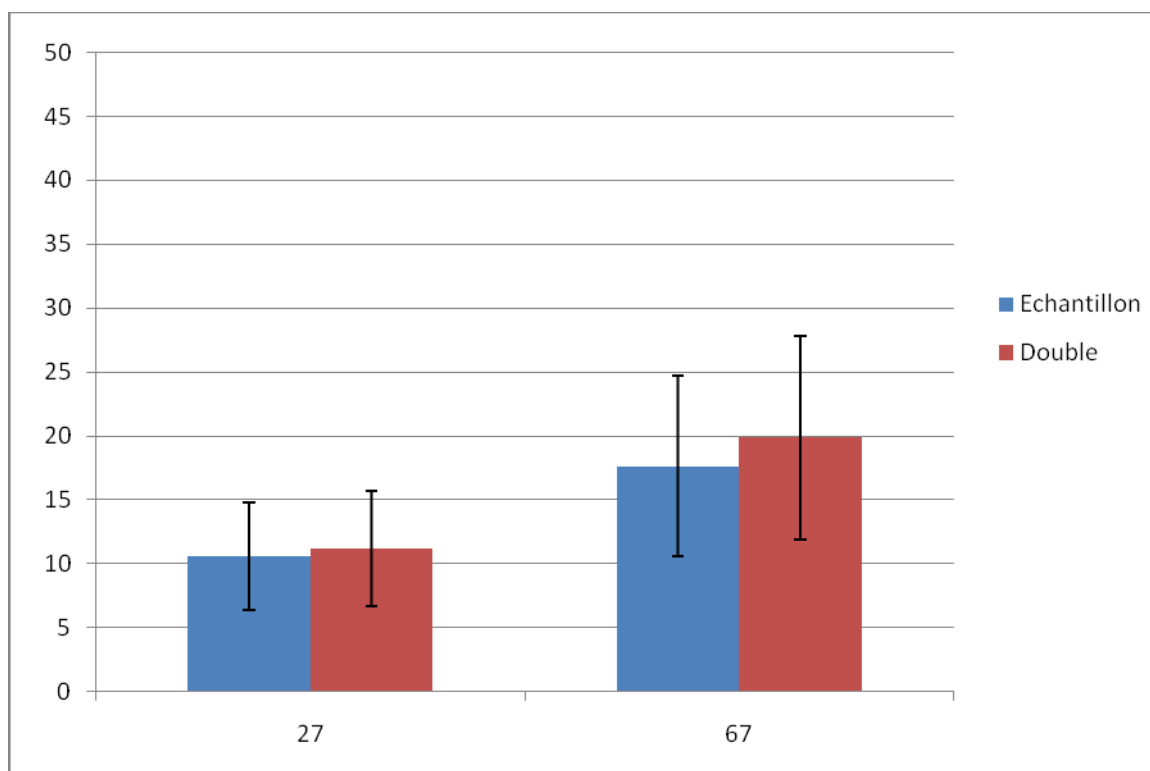


Figure VI.1 : Ecarts des concentrations ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) entre le doublet durant les campagnes de mesure.

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

**VI.2.Résultats et Interprétation**

<b>Tubes</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Tubes</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>Moyenne</b>
<b>1</b>		11.1	10.7		<b>11</b>	<b>34</b>	1.5	2.7	2.3	2.7	<b>2</b>
<b>2</b>	6.9	6.8	6.4	6.9	<b>7</b>	<b>35</b>	2.3	3.4		6.9	<b>4</b>
<b>3</b>	5.3	4.3	4.2	4.6	<b>5</b>	<b>36</b>	3.0	4.3	2.5	5.1	<b>4</b>
<b>4</b>	15.2	14.5	14.4	16.8	<b>15</b>	<b>37</b>	5.9	4.5	8.5	8.8	<b>7</b>
<b>5</b>		4.0	3.9	4.1	<b>4</b>	<b>38</b>	3.6	3.7	4.4	5.9	<b>4</b>
<b>6</b>	27.2	34.2	33.8	36.8	<b>33</b>	<b>39</b>	5.6	7.7	8.4	8.7	<b>8</b>
<b>7</b>	19.5	19.7	17.3	19.7	<b>19</b>	<b>40</b>	2.4	2.1	3.0	4.3	<b>3</b>
<b>8</b>	12.3	10.1	10.7		<b>11</b>	<b>41</b>	2.4	2.3	2.6	2.9	<b>3</b>
<b>9</b>	6.9	4.6	7.2	8.7	<b>7</b>	<b>42</b>	2.9	3.7	3.2	20.4	<b>8</b>
<b>10</b>	18.4	18.1	19.8	22.7	<b>20</b>	<b>43</b>	7.9	8.9	6.9	6.4	<b>8</b>
<b>11</b>	7.3	8.9	8.7	9.2	<b>9</b>	<b>44</b>	8.2	4.5			<b>6</b>
<b>12</b>	3.8	5.4	6.2	6.0	<b>5</b>	<b>45</b>	2.6	2.1	1.0	1.3	<b>2</b>
<b>13</b>	6.2	8.9	7.9	7.3	<b>8</b>	<b>46</b>	0.8	2.9	1.5	2.4	<b>2</b>
<b>14</b>	0.1	4.2	3.9	6.1	<b>4</b>	<b>47</b>	13.1	11.6	10.1	8.6	<b>11</b>
<b>15</b>	1.8	1.6	1.9	2.3	<b>2</b>	<b>48</b>	19.7	17.3	18.7	0.7	<b>14</b>
<b>16</b>	2.9	3.2	4.4	3.8	<b>4</b>	<b>49</b>	5.3	2.1	2.6	0.8	<b>3</b>
<b>17</b>	3.5	3.5	3.9	3.9	<b>4</b>	<b>50</b>	3.9	2.9	3.6	3.9	<b>4</b>
<b>18</b>	1.1	0.7	1.2	0.9	<b>1</b>	<b>51</b>	1.1	0.5	1.1	1.2	<b>1</b>
<b>19</b>	3.9	0.2	3.2	4.3	<b>3</b>	<b>52</b>	0.1	0.5	1.2	0.9	<b>1</b>
<b>20</b>	4.0	5.8	5.0	5.3	<b>5</b>	<b>53</b>	0.2	0.2	0.9	0.5	<b>0</b>
<b>21</b>	0.1	0.1	0.1	0.7	<b>0</b>	<b>54</b>	0.5	0.2	0.8	1.2	<b>1</b>
<b>22</b>	5.5	3.6	4.4	3.7	<b>4</b>	<b>55</b>	2.6	0.1	2.2	3.1	<b>2</b>
<b>23</b>	2.3	2.6	3.4	3.2	<b>3</b>	<b>56</b>	0.8	0.5	1.1	0.8	<b>1</b>
<b>24</b>	2.9	2.3	3.1	3.4	<b>3</b>	<b>57</b>	1.8	1.3	2.0	1.9	<b>2</b>
<b>25</b>	11.2	11.7	10.9	13.7	<b>12</b>	<b>58</b>	1.0	1.3	1.9	1.5	<b>1</b>
<b>26</b>	4.9	5.5	5.1	5.8	<b>5</b>	<b>59</b>	0.2	3.0	0.4	1.1	<b>1</b>
<b>27</b>	11.1	10.4	9.3	11.5	<b>11</b>	<b>60</b>	7.4	2.1	2.1	2.2	<b>3</b>
<b>28</b>	16.2	21.0	18.1	15.1	<b>18</b>	<b>61</b>	4.3	2.3	2.1	2.7	<b>3</b>
<b>29</b>	16.7	18.0	15.9	21.4	<b>18</b>	<b>62</b>	0.4	0.4	0.5	0.9	<b>1</b>
<b>30</b>	14.2	20.9	18.1	24.6	<b>19</b>	<b>63</b>	1.9	1.7	1.9	3.6	<b>2</b>
<b>31</b>	24.3	30.8	23.6	4.6	<b>21</b>	<b>64</b>	3.0	3.5	3.6	3.6	<b>3</b>
<b>32</b>	22.1	32.8	29.2	34.2	<b>30</b>	<b>65</b>	0.1	0.1	0.5	2.6	<b>1</b>
<b>33</b>	8.7	10.8	10.6	11.9	<b>10</b>						

**Tableau VI.1 : Concentrations moyennes ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en  $\text{NO}_2$  mesurées aux différents points de prélèvement.**

Les concentrations (Tableau VI.1) sont relativement équivalentes d'une campagne à l'autre.



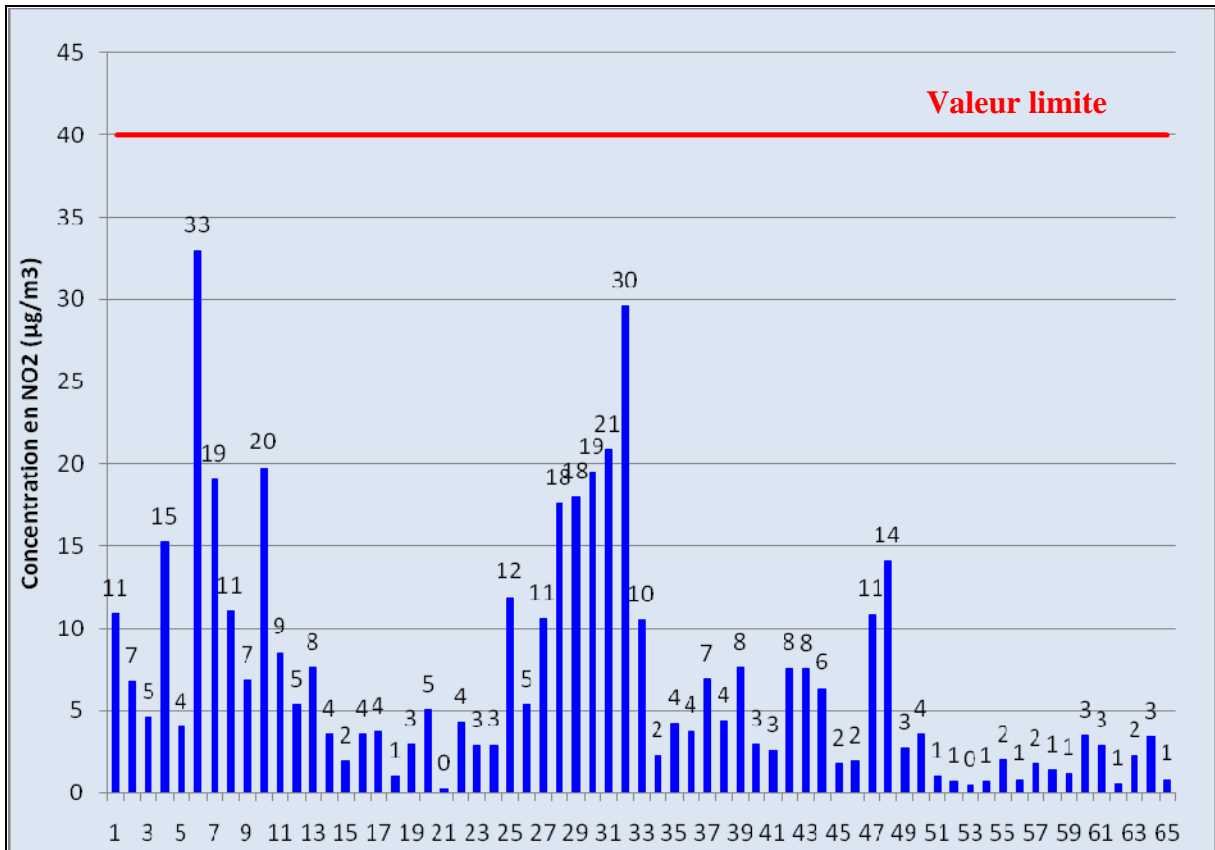


Figure VI.2 : Concentrations moyennes ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en  $\text{NO}_2$  mesurées aux différents points de prélèvement.

Le Tableau VI.1 et la Figure VI.2 représentent les concentrations en  $\text{NO}_2$  moyennées sur les 4 campagnes de mesure. Ces 4 campagnes de 2 semaines représentent 14% du temps de l'année permettant d'estimer une moyenne annuelle. Cette concentration moyenne annuelle en  $\text{NO}_2$  peut ainsi être comparée à la valeur limite annuelle pour la protection de la santé de  $40\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2010.

Cette valeur limite n'est dépassée sur aucun point de mesure. En effet, la concentration moyenne maximale de  $33\mu\text{g}/\text{m}^3$  est mesurée au point 6, le long de la RN5 en aval de la sortie du Diamant.

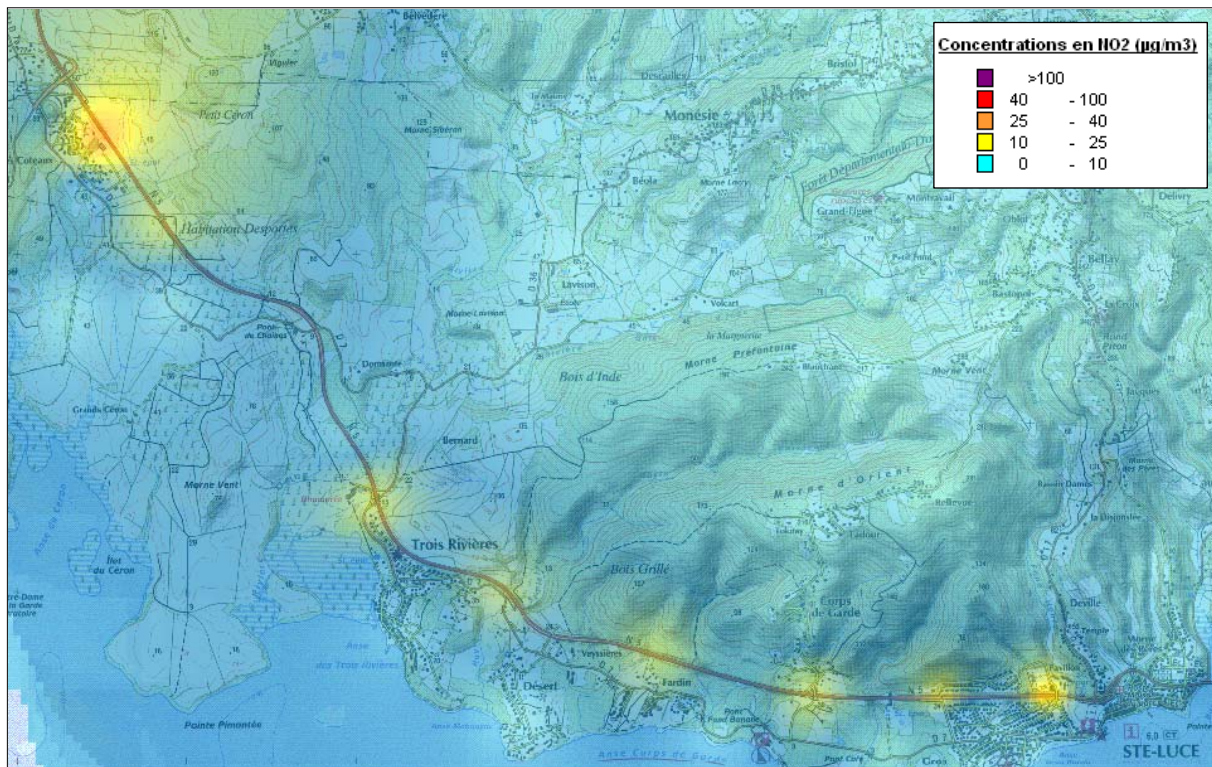


Figure VI.3 : Dispersion de la pollution automobile sur la commune de Marin de mai à juillet 2010.

La carte, ci-dessus (Figure VI.3), révèle que les concentrations les plus élevées sont mesurées le long de la RN5. 36% de ces points sont supérieures à la valeur de  $20\mu\text{g}/\text{m}^3$  (points jaunes sur la carte). Parmi ces points, 2 points sont supérieures au seuil d'évaluation inférieur (SEI) de  $26\mu\text{g}/\text{m}^3$  et en un point, la concentration est supérieure au seuil d'évaluation supérieur (SES) de  $32\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ces points sont situés sur la RN5. Le point qui enregistre la concentration la plus élevée a été disposé à la sortie du Diamant en direction du Sud et le deuxième point est situé sur la RN5 entre le rond-point de Gros Raisin et le pont menant au bourg de Sainte-Luce.

Cependant, dès que l'on s'éloigne de cette route nationale, les concentrations diminuent rapidement et restent bien inférieures à la valeur limite pour la protection de la santé et aux seuils d'évaluation.



## VII. Conclusion

La mise en place du camion laboratoire dans la commune de Sainte-Luce a été réalisée sur un site du bourg et à proximité de la RN5 du 28/09/10 au 12/10/10.

Celle-ci a permis d'établir une représentation temporelle de l'évolution horaire et journalière des concentrations en NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> et PM<sub>10</sub>. Cette étude a été complétée par une évaluation spatiale de la pollution automobile sur la commune de Sainte-Luce de mai à juillet 2010.

Lors de la première étude, par camion laboratoire, la concentration moyenne en SO<sub>2</sub> est en dessous des normes environnementales.

La concentration moyenne en NO<sub>2</sub> et les maxima horaires et journaliers sont du même ordre de grandeur que les stations fixes urbaines. Ces concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> respectent les normes environnementales.

La concentration moyenne et les maxima en PM<sub>10</sub> respectent la valeur limite pour la protection de la santé annuelle et journalière.

Il est toutefois notable de constater que sur ce site de mesure, les vents dominants proviennent du Sud, c'est-à-dire de la mer. Le camion laboratoire n'est donc pas situé sous les vents dominants de la RN5. En ce plaçant de l'autre côté de la RN5, les concentrations pourraient donc être plus élevées.

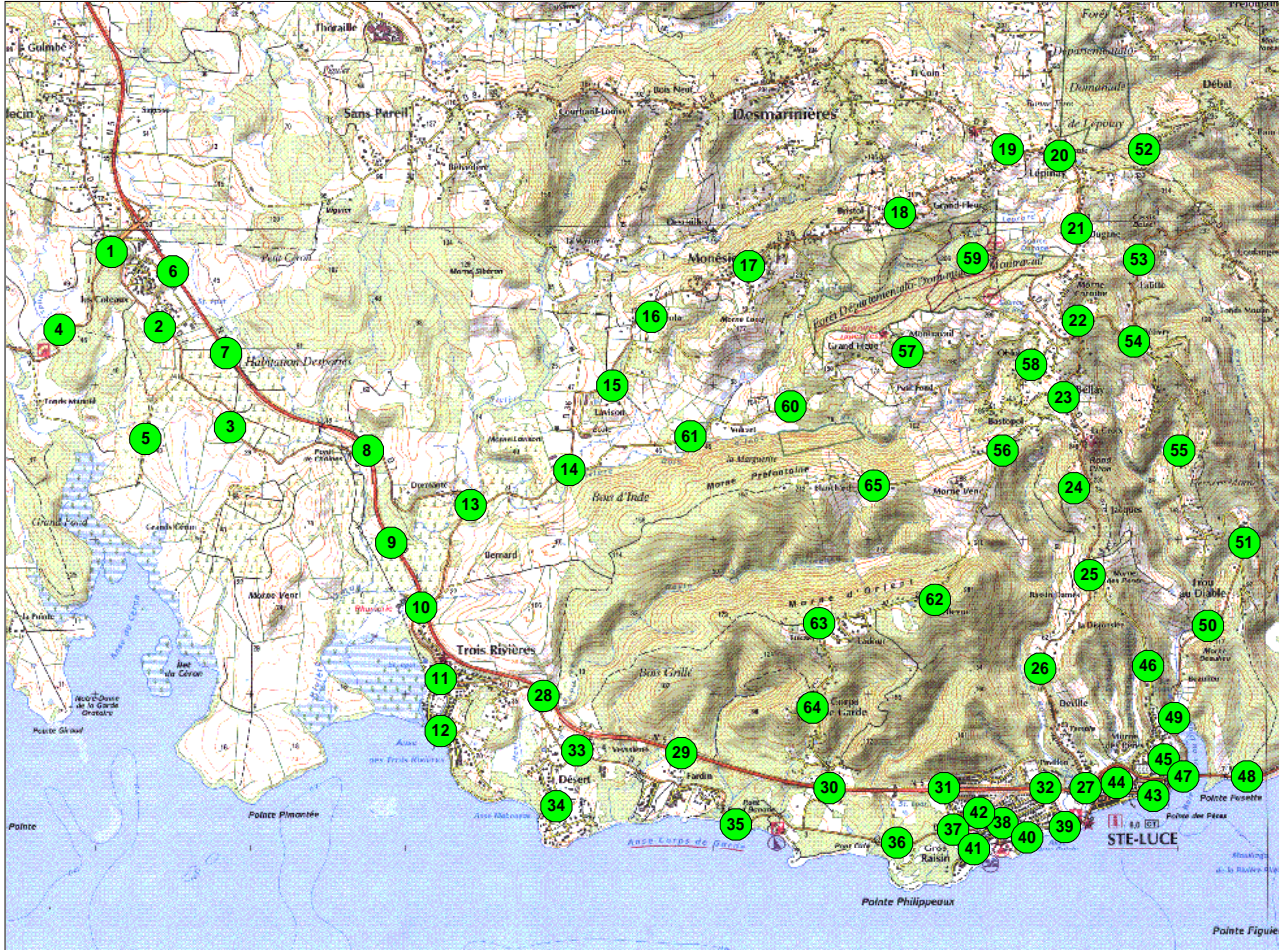
En effet, l'étude de dispersion de la pollution automobile par tubes passifs NO<sub>2</sub> montre que les concentrations les plus élevées sont mesurées sur la RN5, axe principal qui relie les communes du sud à Fort-de-France. La valeur limite pour la protection de la santé est respectée sur tous les points de mesure.

Toutefois, dès que l'on s'éloigne de cet axe, les concentrations diminuent rapidement.

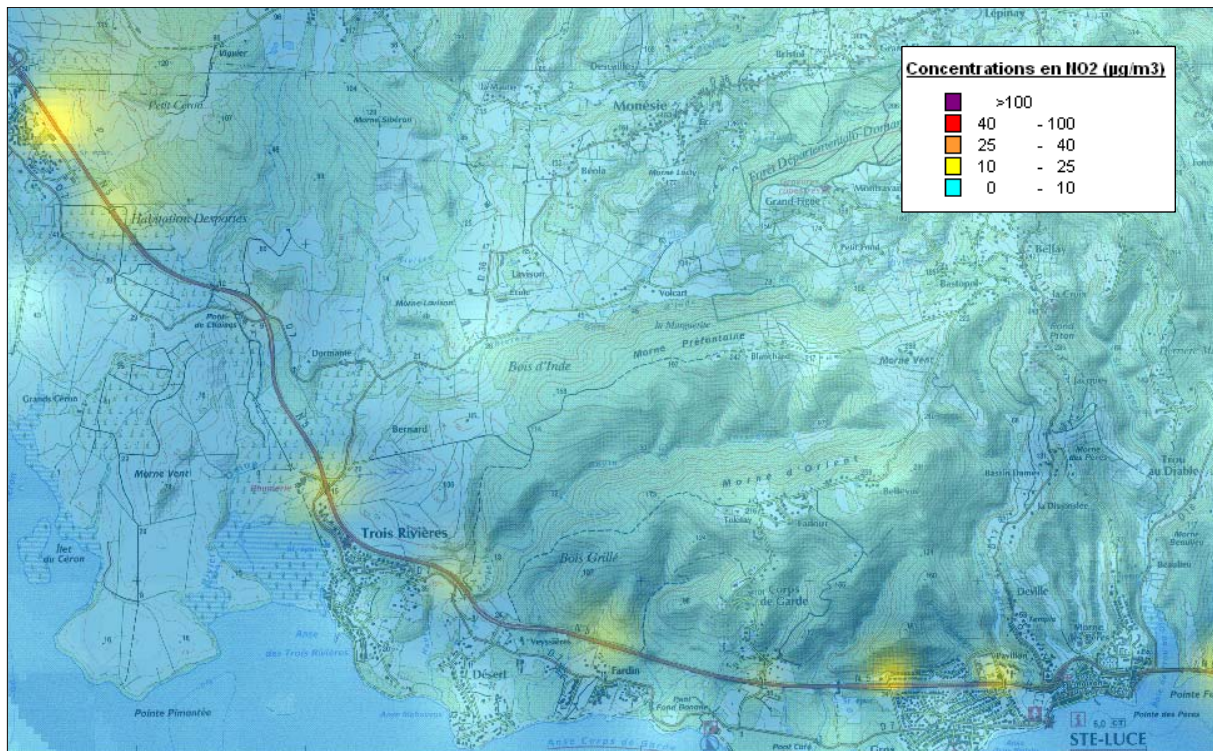
Le renouvellement d'une étude sera à prévoir pour observer l'évolution des concentrations en polluants automobiles. En effet, le nombre de véhicules ne cesse d'augmenter en Martinique depuis quelques années.



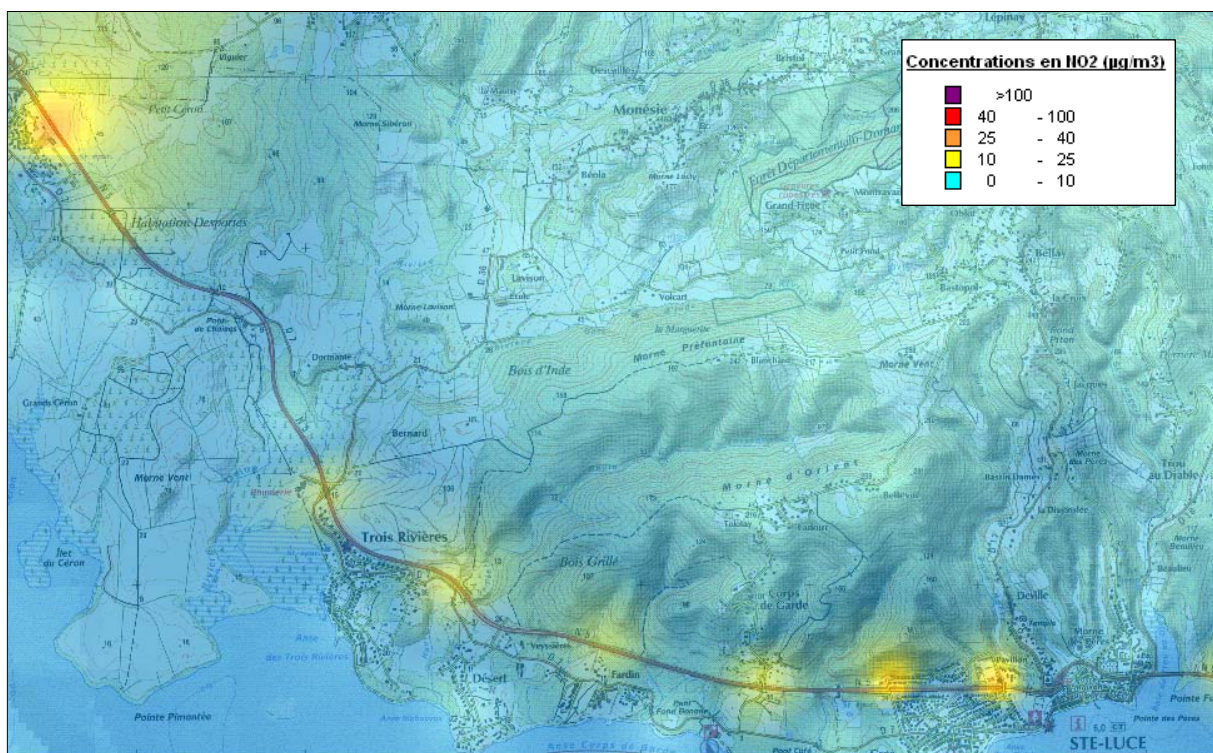
## VIII. Annexes



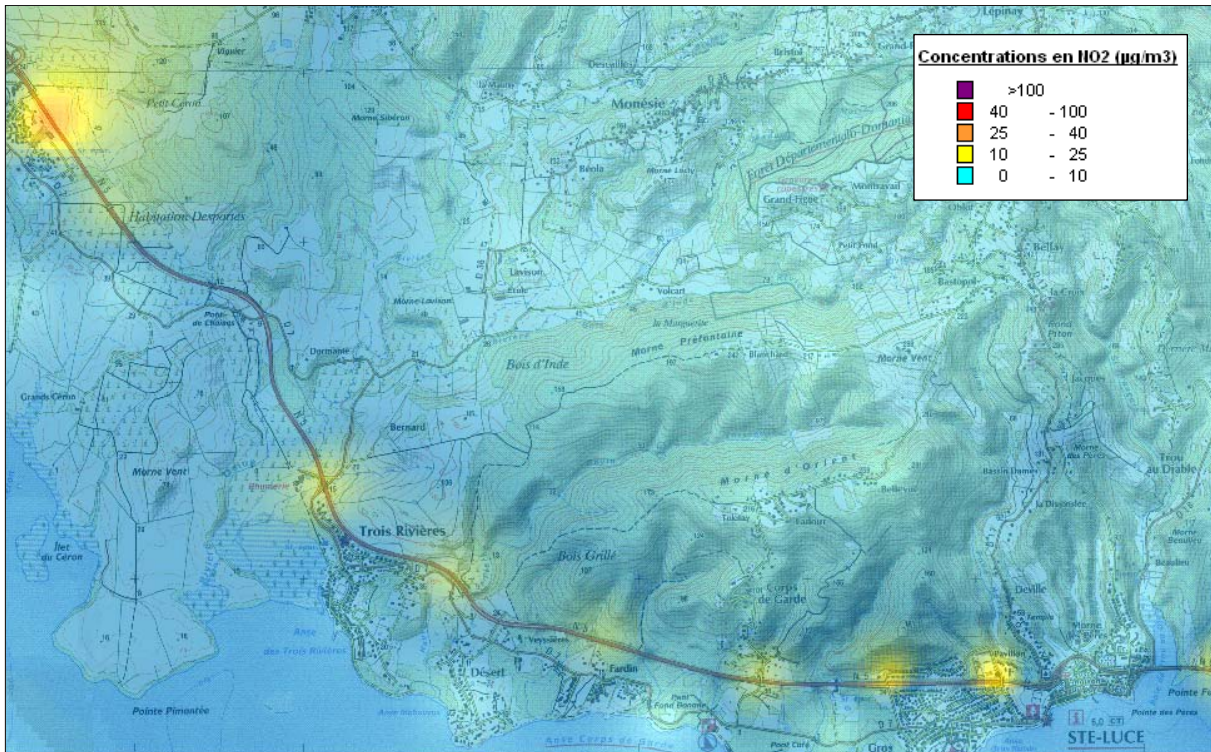
Annexe VIII.0 : Implantation des points de mesure sur la commune de Sainte-Luce.



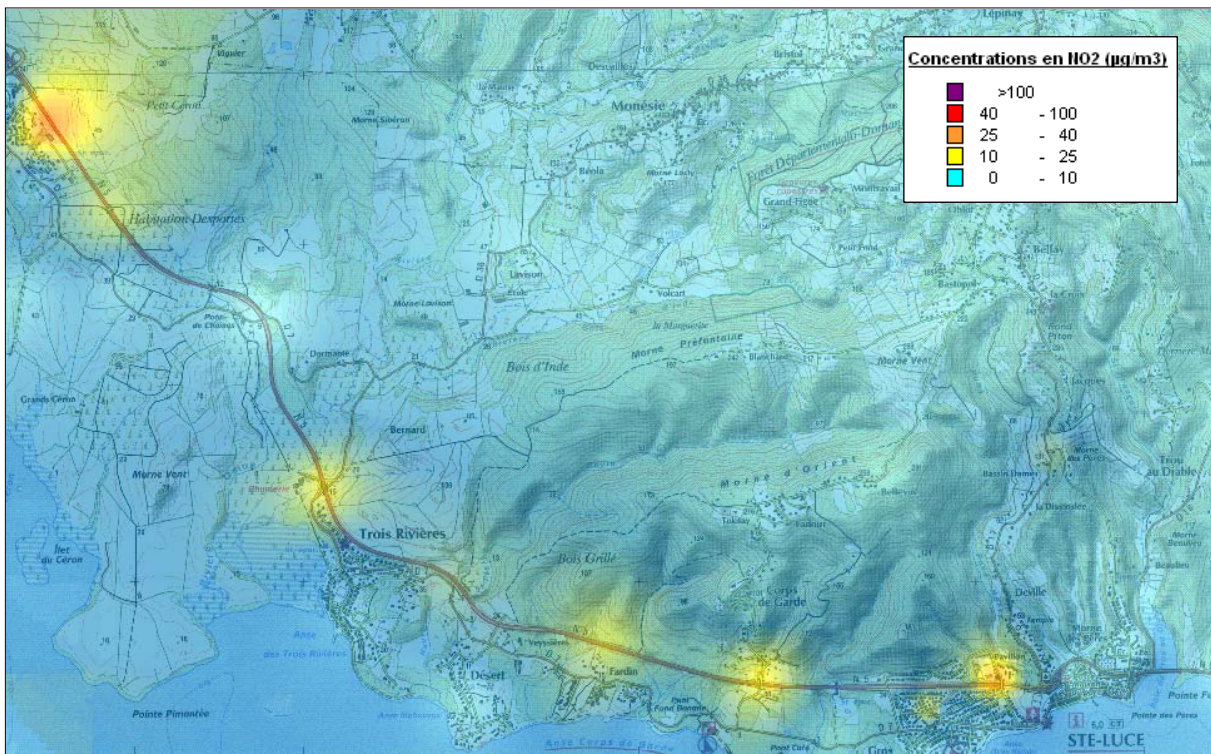
Annexe VIII.1 : Dispersion de la concentration en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) durant la Campagne 1 : du 25/05/10 au 09/06/10



Annexe VIII.2 : Dispersion de la concentration en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) durant la Campagne 2 : du 09/06/10 au 22/06/10



Annexe VIII.3 : Dispersion de la concentration en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) durant la Campagne 3 : du 22/06/10 au 06/07/10



Annexe VIII.4 : Dispersion de la concentration en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) durant la Campagne 4 : du 06/07/10 au 20/07/10