



**ÉTUDE DE LA QUALITÉ DE L'AIR**  
**- PAR CAMION LABORATOIRE ET TUBES PASSIFS -**  
**Commune de Case-Pilote**  
**- ANNEE 2010 -**

Ref : 08/11/CAPIL2010

Parution : août 2011  
Rédacteur : C. Boullanger





<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 <i>Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)</i> .....	5
II.1.2 <i>Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)</i> .....	6
II.1.3 <i>Les poussières (PM<sub>10</sub>)</i> .....	8
II.2. CAMPAGNES DE MESURE.....	9
II.2.1 <i>Mesure en continu sur site</i> .....	9
II.2.1 <i>Mesure discontinu par tubes passifs</i> .....	9
II.2.2 <i>Les stations fixes</i> .....	10
<b>III. MATERIELS ET METHODE.....</b>	<b>11</b>
III.1. PRELEVEMENT .....	11
III.1.1 <i>Prélèvement actif</i> .....	11
III.1.2 <i>Prélèvement par tubes passifs</i> .....	12
III.2. ANALYSE .....	13
III.2.1 <i>Analyseurs en continu</i> .....	13
III.2.2 <i>Analyse des tubes passifs</i> .....	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 <i>Evolution horaire</i> .....	15
V.1.2 <i>Evolution journalière</i> .....	15
V.1.3 <i>Profil journalier</i> .....	16
V.1.4 <i>Conclusion</i> .....	16
V.2. LE DIOXYDE D'AZOTE (NO <sub>2</sub> ).....	17
V.2.1 <i>Evolution horaire</i> .....	17
V.2.2 <i>Evolution journalière</i> .....	17
V.2.3 <i>Profil journalier</i> .....	18
V.2.4 <i>Conclusion</i> .....	19
V.3. LES POUSSIERES (PM <sub>10</sub> ) .....	20
V.3.1 <i>Evolution horaire</i> .....	20
V.3.2 <i>Evolution journalière</i> .....	20
V.3.3 <i>Profil journalier</i> .....	21
<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 PM<sub>10</sub> (inférieures à 10 microns), les particules fines PM<sub>2,5</sub> (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 Case-Pilote subit un développement important, aussi bien dans l'aménagement de ses infrastructures, que dans l'accroissement de ses constructions immobilières. C'est également une commune de passage d'un trafic automobile important. En effet, les habitants du Nord Caraïbes de la Martinique empruntent la RN2, 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 Case-Pilote, est donc d'évaluer l'évolution horaire et journalière des concentrations en NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> et PM<sub>10</sub>, polluants réglementaires. Pour cela, le camion laboratoire est implanté dans le bourg de Case-Pilote pour une mesure en continu et en temps réel des fluctuations horaires et journalières des polluants sur ce site urbain.**

**Le deuxième objectif de cette étude est d'évaluer la quantité de dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> présente sur différents sites de Case-Pilote. Cette étude nous permettra alors d'établir une cartographie de la dispersion, sur cette zone, du NO<sub>2</sub>, issu principalement du trafic automobile. Les concentrations relevées sont alors comparées aux mesures des stations fixes présentes sur le territoire, et 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 (décret 2010-1250 du 21/10/10)	350 (24 dépassements autorisés)
	Seuil d'information et de recommandation (AP 051784 du 14/06/05)	300
	Seuil d'alerte (AP 051784 du 14/06/05)	500 (3 h consécutives)
	Valeur OMS 2005	500 (sur 10 minutes)
Journalier (santé)	Valeur Limite journalière (décret 2010-1250 du 21/10/10)	125 (3 dépassements autorisés)
Année (santé)	Valeur Limite annuelle (décret 2010-1250 du 21/10/10)	50
Année (écosystème)	Niveau critique pour la protection de la végétation (décret 2010-1250 du 21/10/10)	20 (moyenne hivernale du 01/10 au 31/03)
Seuil d'évaluation Santé (journalier)	Seuil supérieur	75 (3 dépassements autorisés)
	Seuil inférieur	50 (3 dépassements autorisés)
Seuil d'évaluation de la végétation (annuel)	Seuil supérieur	12
	Seuil inférieur	8

Tableau II.1 : Normes du dioxyde de soufre



## **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.

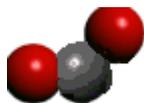
Comme tous les polluants, ces effets sont amplifiés par le tabagisme.

## **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 (décret 2010-1250 du 21/10/10)	<b>Valeurs 2010 :</b> <b>200</b> (18 dépassements autorisés)
	Seuil d'information et de recommandation (AP051784 du 14/06/05)	<b>200</b>
	Seuil d'alerte (AP 051784 du 14/06/05)	<b>400</b>
Année (santé)	Valeur Limite annuelle (décret 2010-1250 du 21/10/10)	<b>40</b>
Année (écosystème) Valeurs en NOX	Valeur Limite annuelle (décret 2010-1250 du 21/10/10)	<b>30</b>
Seuil d'évaluation NO <sub>2</sub> Santé (horaire)	Seuil supérieur	<b>140</b> (18 dépassements autorisés)
	Seuil inférieur	<b>100</b> (18 dépassements autorisés)
Seuil d'évaluation NO <sub>2</sub> Santé (annuel)	Seuil supérieur	<b>32</b>
	Seuil inférieur	<b>26</b>
Seuil d'évaluation NOX Végétation (annuel)	Seuil supérieur	<b>24</b>
	Seuil inférieur	<b>19,5</b>

Tableau II.2 : Normes du dioxyde d'azote

### 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)	<b>Valeur Limite journalière</b> (décret 2010-1250 du 21/10/10)	<b>50</b> (35 dépassements autorisés) (7 dépassements en 2010)
	<b>Seuil d'information et de recommandation</b> (AP 051784 du 14/06/05)	<b>80</b> (moyenne glissante)
	<b>Seuil d'alerte</b> (AP 051784 du 14/06/05)	<b>125</b> (moyenne glissante)
Année (santé)	<b>Valeur Limite annuelle</b> (décret 2010-1250 du 21/10/10)	<b>40</b>
	<b>Objectif de qualité annuel</b> (décret 2010-1250 du 21/10/10)	<b>30</b>
	<b>Valeur OMS 2005</b>	<b>20</b>
Seuil d'évaluation Santé (journalier)	<b>Seuil supérieur</b>	<b>35</b> (35 dépassements autorisés)
	<b>Seuil inférieur</b>	<b>25</b> (35 dépassements autorisés)
Seuil d'évaluation Santé (annuel)	<b>Seuil supérieur</b>	<b>28</b>
	<b>Seuil inférieur</b>	<b>20</b>

Tableau II.3 : Normes des poussières dont le diamètre est inférieur à 10  $\mu\text{m}$

### 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 diverses 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 site**

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 Case-Pilote durant les mois de Février à Mars 2010. Celui-ci a été disposé dans le bourg de Case-Pilote, proche du centre ville et de la route nationale RN2, du 16/02/2010 au 18/03/2010.



### **II.2.1 Mesure en discontinu par tubes passifs**

Dans le but de fournir une étendue de la dispersion en NO<sub>2</sub> sur la commune de Case-Pilote, une étude a été mise en place sur la période d'octobre à décembre 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 27/10/2010 au 08/11/2010	Du 08/11/2010 au 22/11/2010	Du 22/11/2010 au 08/12/2010	Du 06/12/2010 au 20/12/2010

**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 (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM10, O<sub>3</sub>), Bishop (NO<sub>x</sub>, PM10), Lamentin et Schoelcher (NO<sub>x</sub>, PM10)
- Station Trafic de Concorde (NO<sub>x</sub>) et Renéville (NO<sub>x</sub>, PM10, CO)
- Station périurbaine de Lycée (NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>)
- Station d'Etang Z'abricot (SO<sub>2</sub>)



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<sub>2</sub> :



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<sub>2</sub> en temps réel.

- L'analyseur NO<sub>x</sub> :



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<sub>2</sub>), monoxyde d'azote (NO) et en oxyde d'azote (NO<sub>x</sub>).

- L'analyseur PM10 :



L'analyseur PM10 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<sub>2</sub> 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<sub>2</sub> 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<sub>2</sub> en µg/m<sup>3</sup> est calculée en tenant compte du temps d'exposition du tube en heure et du débit de diffusion à l'intérieur du tube.



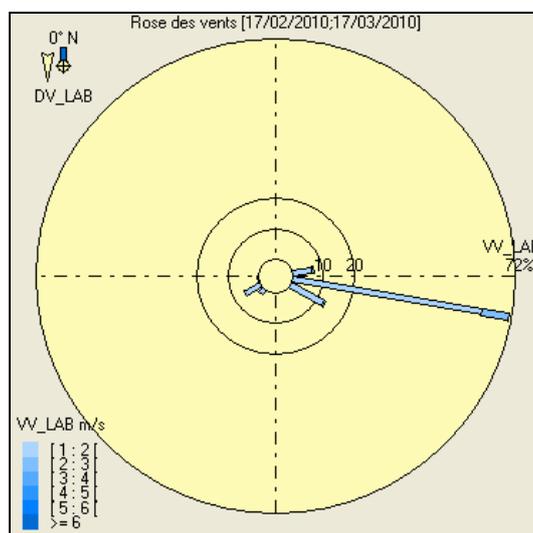
## IV. Données météorologiques

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>Campagne</b> 16/02/2010 au 18/03/2010	28	Temps majoritairement beau	1,0	OUI Durant le mois de mars	Vacances de Carnaval

**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, de 1 m/s sur la période.
  - **La direction des vents** est principalement de secteur EST-SUD-EST dans la commune de Case-Pilote.

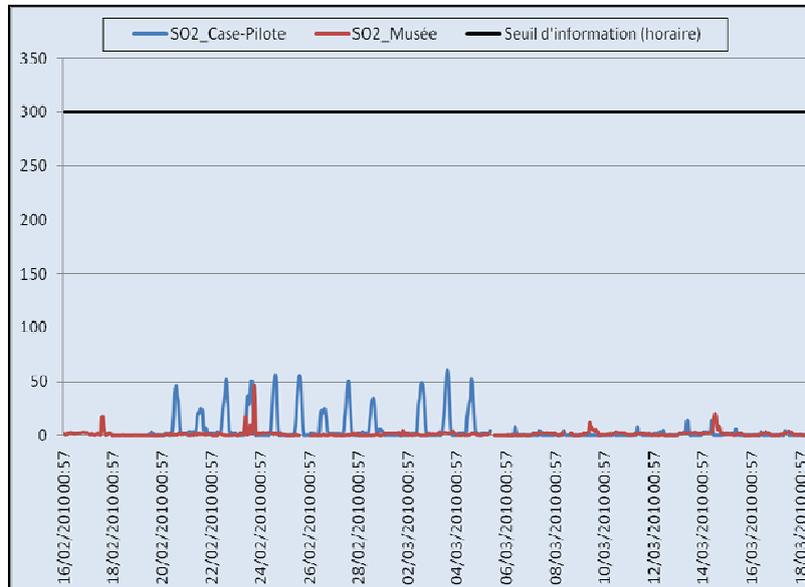


**Figure IV.1 : Rose des vents sur la période de mesure dans le bourg de Case-Pilote, le long de la RN2.**

## V. Résultats du camion laboratoire

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

#### V.1.1 Evolution horaire

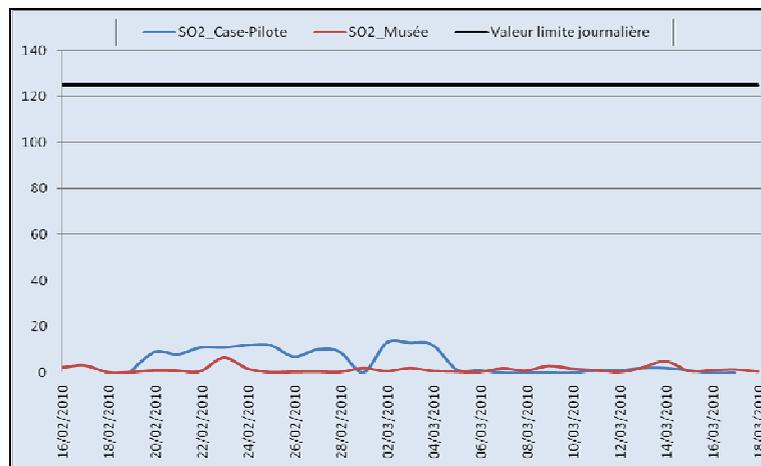


**Figure V.1 : Evolution horaire des concentrations (µg/m<sup>3</sup>) en SO<sub>2</sub> sur la station urbaine « Musée » et le site du bourg de Case-Pilote du 16 février au 18 mars 2010.**

La Figure V.1 représente l'évolution horaire des concentrations sur le site du bourg de Case-Pilote et sur la station fixe de MADININAIR de type urbaine. Les concentrations mesurées sur le site de Case-Pilote semblent être plus élevées que celles mesurées sur le site urbain avec des pics plus fréquents du 20 février au 05 mars 2010.

Cependant, les concentrations mesurées respectent les normes. Le seuil d'information de 300µg/m<sup>3</sup> et le seuil d'alerte de 500µg/m<sup>3</sup> ne sont jamais atteints.

#### V.1.2 Evolution journalière

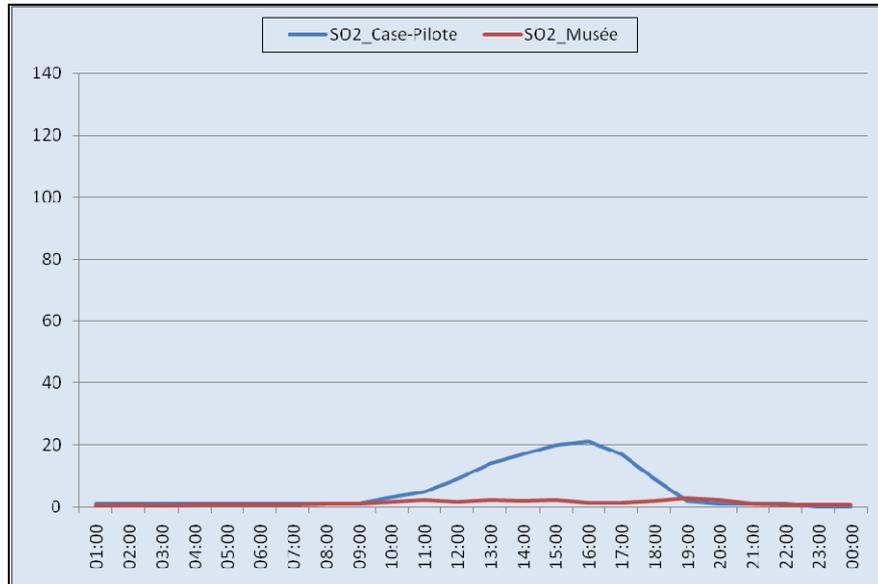


**Figure V.2 : Evolution journalière des concentrations (µg/m<sup>3</sup>) en SO<sub>2</sub> sur la station urbaine « Musée » et le site du bourg de Case-Pilote du 16 février au 18 mars 2010.**



La Figure V.2 représente l'évolution journalière des concentrations en SO<sub>2</sub> sur le site du Bourg de Case-Pilote et la station urbaine de Musée. Les concentrations mesurées sur le site du camion sont bien inférieures à la valeur limite journalière de 125 µg/m<sup>3</sup>.

### V.1.3 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 du bourg de Case-Pilote du 16 février au 18 mars 2010.**

La Figure V.3 est le profil journalier des concentrations mesurées dans la commune de Case-Pilote, c'est-à-dire l'évolution des concentrations en SO<sub>2</sub> tout au long d'une journée type. Un pic est observé de 10:00 à 19:00 avec un maximum à 16:00.

### V.1.4 Conclusion

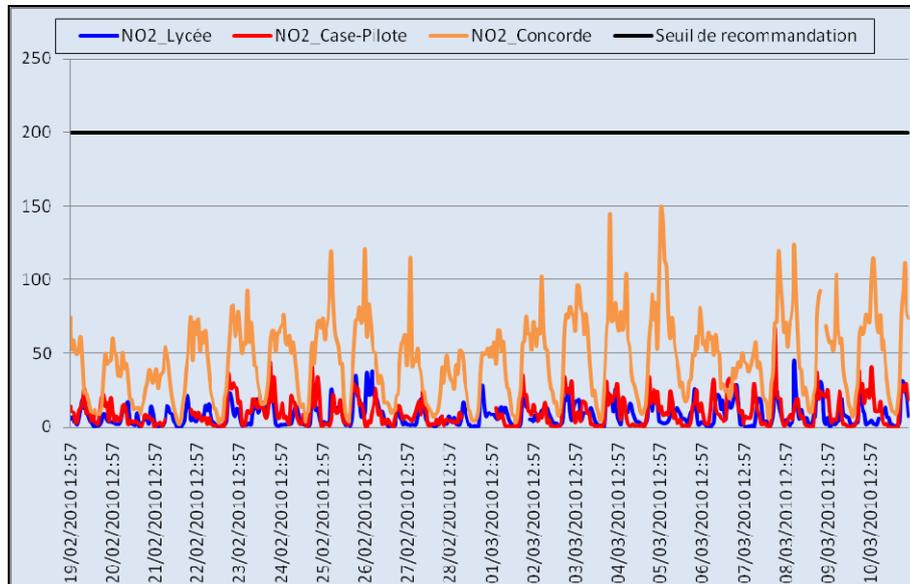
Sites de mesure	Concentration moyenne (µg/m <sup>3</sup> )	Maximum horaire (µg/m <sup>3</sup> )	Maximum journalier (µg/m <sup>3</sup> )
<b>Musée</b> Station urbaine	1,3	46 Le 23/02/10 à 19h00	7 Le 23/02/2010
<b>Site</b> Bourg de Case-Pilote	5,3	61 Le 03/03/10 à 16h00	13 Le 02-03/03/2010

**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 Case-Pilote du 16 février au 18 mars 2010.**

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

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

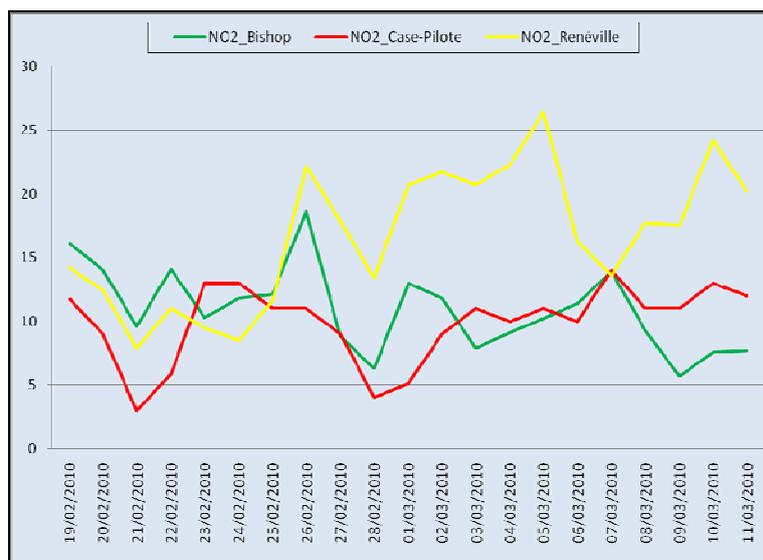
### V.2.1 Evolution horaire



**Figure V.4 : Evolution horaire des concentrations (µg/m<sup>3</sup>) en NO<sub>2</sub> sur la station trafic « Concorde », la station périurbaine « Lycée » et le site de Case-Pilote du 16 février au 11 mars 2010.**

La Figure V.4 représente l'évolution horaire des concentrations en NO<sub>2</sub>, sur le site du bourg de Case-Pilote et les stations fixes de MADININAIR. Les concentrations en NO<sub>2</sub> sur le site de mesure suivent une évolution relativement similaire aux stations fixes avec des pics durant la journée et des concentrations plus faibles la nuit.

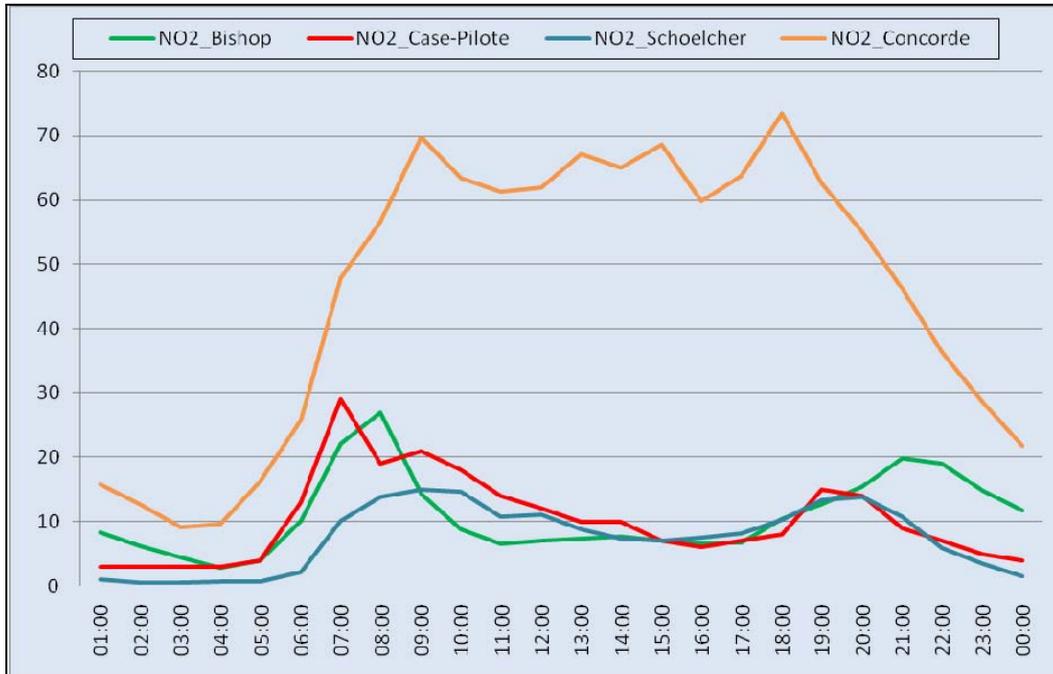
### V.2.2 Evolution journalière



**Figure V.5 : Evolution journalière des concentrations (µg/m<sup>3</sup>) en NO<sub>2</sub> sur la station trafic « Renévillle », la station urbaine « Bishop » et le site de Case-Pilote du 16 février au 11 mars 2010.**

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

### V.2.3 Profil journalier



**Figure V.6 : Profil journalière des concentrations ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en NO<sub>2</sub> sur la station trafic « Concorde », les stations urbaines « Bishop », « Schœlcher » et le site de Case-Pilote du 16 février au 11 mars 2010.**

Le profil journalier des concentrations en NO<sub>2</sub> (Figure V.6) montre deux pics principaux, de même que les stations fixes, avec un pic le matin de 6h00 à 8h00 et un pic le soir à partir de 18h00, illustrant les pointes du trafic sur la RN2, axe principal qui traverse le bourg de Case-Pilote.



## V.2.4 Conclusion

Sites de mesure	NO2		
	Concentration moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Maximum horaire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Maximum journalier ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>Concorde</b> Station trafic	46	194	65
<b>Renéville</b> Station trafic	17	50	27
<b>Lycée</b> Station périurbaine	9	45	15
<b>Bishop</b> Station urbaine	11	53	19
<b>Musée</b> Station urbaine	8	36	15
<b>Schœlcher</b> Station urbaine	8	33	11
<b>Lamentin</b> Station urbaine	12	41	16
<b>Site</b> Bourg de Case-Pilote	10	67	14

**Tableau V.2 : Concentration moyenne, concentration maximale horaire et journalière ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en NO2 sur les stations fixes de MADININAIR et le site de Case-Pilote du 16 février au 11 mars 2010.**

La concentration moyenne sur le site de Case-Pilote correspond aux concentrations moyennes mesurées sur les stations urbaines (Tableau V.2). L'objectif de qualité de  $40\mu\text{g}/\text{m}^3$  de NO2 est respecté.

La concentration maximum horaire en NO2 de  $67\mu\text{g}/\text{m}^3$  a été mesuré le 08 mars 2010 à 7:00 et n'atteint pas le seuil d'information et de recommandation de  $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

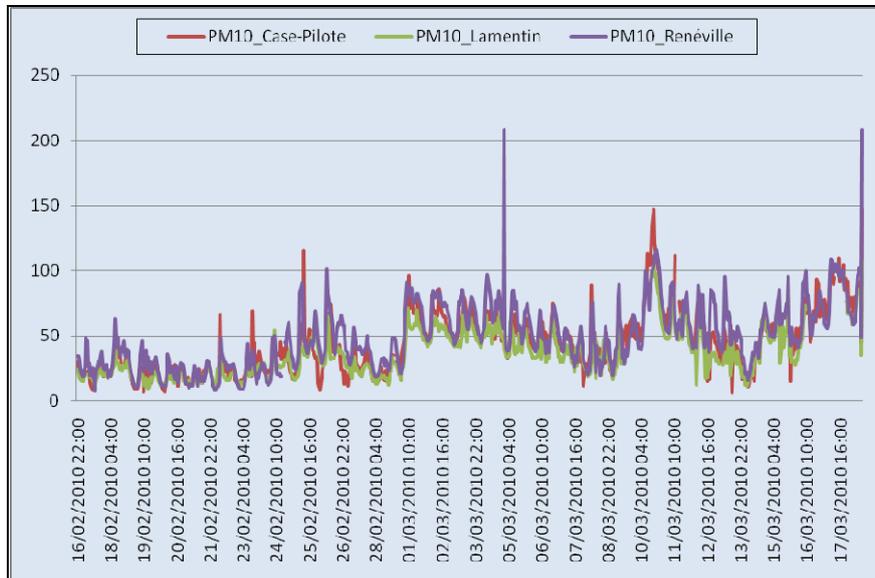
De plus, la concentration moyenne sur la période pour les oxydes d'azote, NOx, est de  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ , inférieure à la valeur limite annuelle de  $30\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour la végétation.

Il est, cependant, remarquable que ce point de mesure subit des concentrations moyennes semblables à des sites implantés dans des centres urbains plus importants, ce qui démontre bien que la problématique du trafic automobile touche toutes les communes environnant la capitale. Ceci est notable pour les maxima horaires qui sont mêmes supérieurs à certaines stations du centre ville de Fort-de-France.



### V.3. Les poussières (PM10)

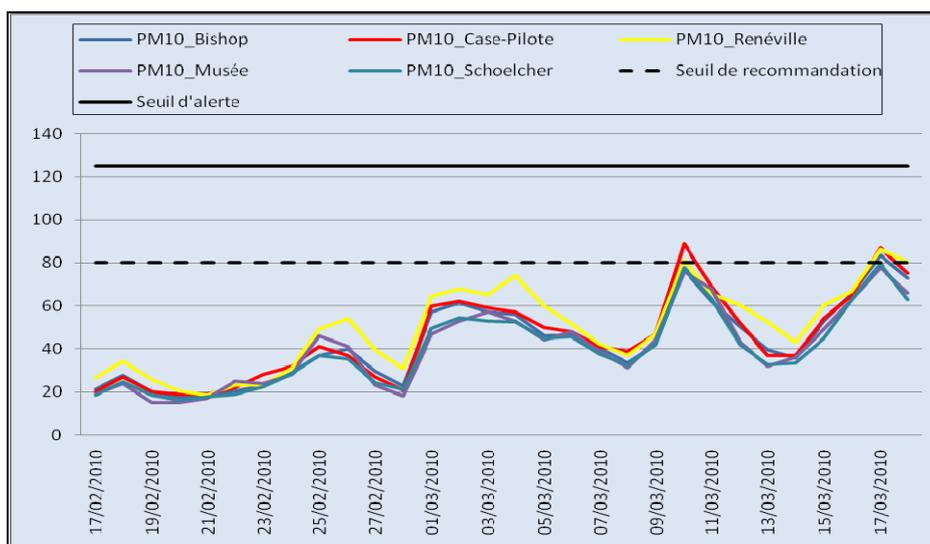
#### V.3.1 Evolution horaire



**Figure V.7 : Evolution horaire des concentrations ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en PM10 sur la station trafic « Renéviller », la station urbaine « Bishop » et « Lamentin » et le site de Case-Pilote du 16 février au 18 mars 2010.**

La Figure V.7 représente l'évolution horaire des concentrations en PM10 sur le site de Case-Pilote ainsi que sur une station fixe de MADININAIR. Une évolution similaire est observée entre les différents sites avec des pics communs le 01/03/2010 à 8:00 et le 10/03/2010 à 16:00.

#### V.3.2 Evolution journalière



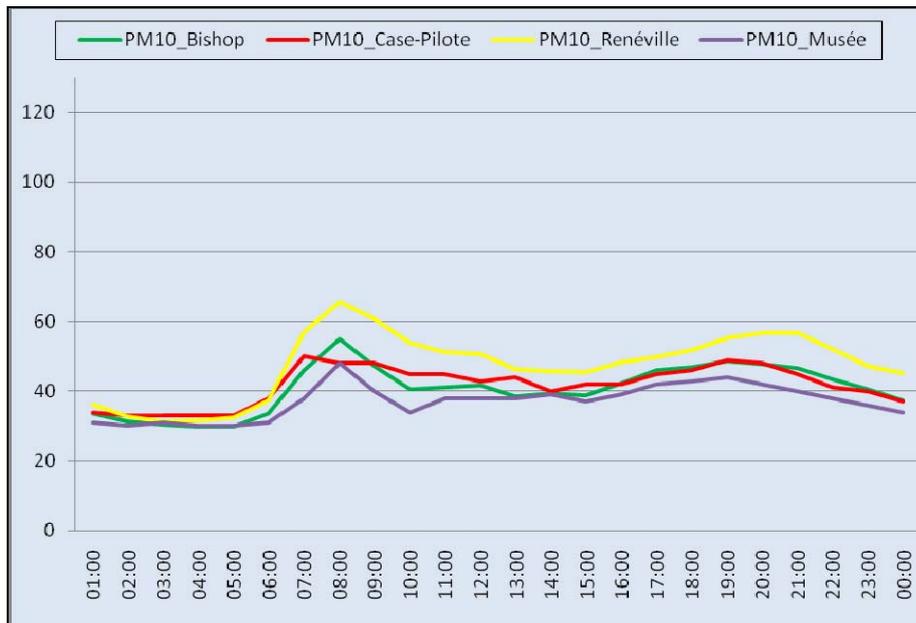
**Figure V.8 : Evolution journalière des concentrations ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en PM10 sur les stations urbaines « Bishop », « Musée », « Schœlcher », la station trafic « Renéviller » et le site de Case-Pilote du 16 février au 18 mars 2010.**



La Figure V.8 illustre l'évolution journalière des concentrations en PM10 sur le site de Case-Pilote et sur les stations fixes. Les concentrations en PM10 mesurées sur ce site suivent l'évolution de celles des stations fixes. Deux dépassements du seuil d'information et de recommandation de  $80\mu\text{g}/\text{m}^3$  sont observés tout comme sur la station trafic de Fort-de-France. Ces dépassements semblent donc être causés par deux sources principales :

- Une source naturelle : un épisode de brume de sable venant du Sahara
- Une source anthropique : principalement la pollution issue du trafic automobile

### V.3.3 Profil journalier



**Figure V.9 : Profil journalière des concentrations ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en PM10 sur les stations urbaines « Bishop », « Musée », la station trafic « Renéville » et le site de Case-Pilote du 16 février au 18 mars 2010.**

La Figure V.9 représente le profil journalier des concentrations en PM10 sur le site de Case-Pilote et les stations fixes de MADININAIR. Un pic est observé en début de matinée puis une diminution progressive jusqu'à 16:00, suivie d'une augmentation pour atteindre un pic maximum à 19:00. Ce profil ressemble au profil du NO<sub>2</sub> et est spécifique d'une source majoritairement automobile des PM10.



## Conclusion

Sites de mesure	Concentration moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Maximum horaire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Maximum journalier ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>Renéville</b> Station trafic	49	208	86
<b>Bishop</b> Station urbaine	43	116	84
<b>Musée</b> Station urbaine	41	198	78
<b>Lamentin</b> Station urbaine	35	108	66
<b>Schœlcher</b> Station urbaine	40	141	80
<b>Site</b> Bourg de Case-Pilote	45	147	89

**Tableau V.3 : Concentration moyenne, concentration maximale horaire et journalière ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en PM10 sur les stations fixes de MADININAIR et le site de Case-Pilote du 16 février au 18 mars 2010.**

La concentration moyenne mesurée sur le site de Case-Pilote est équivalente aux concentrations des stations fixes de l'agglomération. L'objectif de qualité de  $30\mu\text{g}/\text{m}^3$  n'est respecté ni sur le site de Case-Pilote, ni sur les stations fixes de MADININAIR. Le seuil d'information et de recommandation de  $80\mu\text{g}/\text{m}^3$  est atteint sur le site de mesure mais également sur 3 autres stations fixes. Deux sources sont responsables de ce dépassement de ce seuil : le trafic automobile de la RN2 et un épisode de brume de sable saharien.

Là encore, il est notable de constater que la moyenne atteinte en PM10 mesurée aux abords de la RN2 dépasse la concentration moyenne de certains sites urbains de Fort-de-France, ce qui est également le cas des maxima horaire et journalier.



## 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 de l'ordre de 1,3 à inférieur 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.
- **Des tubes « double »** ont été implantés sur deux sites de mesure (le site 27 et le site 29) permettant une répétabilité des résultats. Ces tubes sont donc censés donner des résultats identiques. On calcule donc les écarts (Ec) (Figure VI.1) 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.

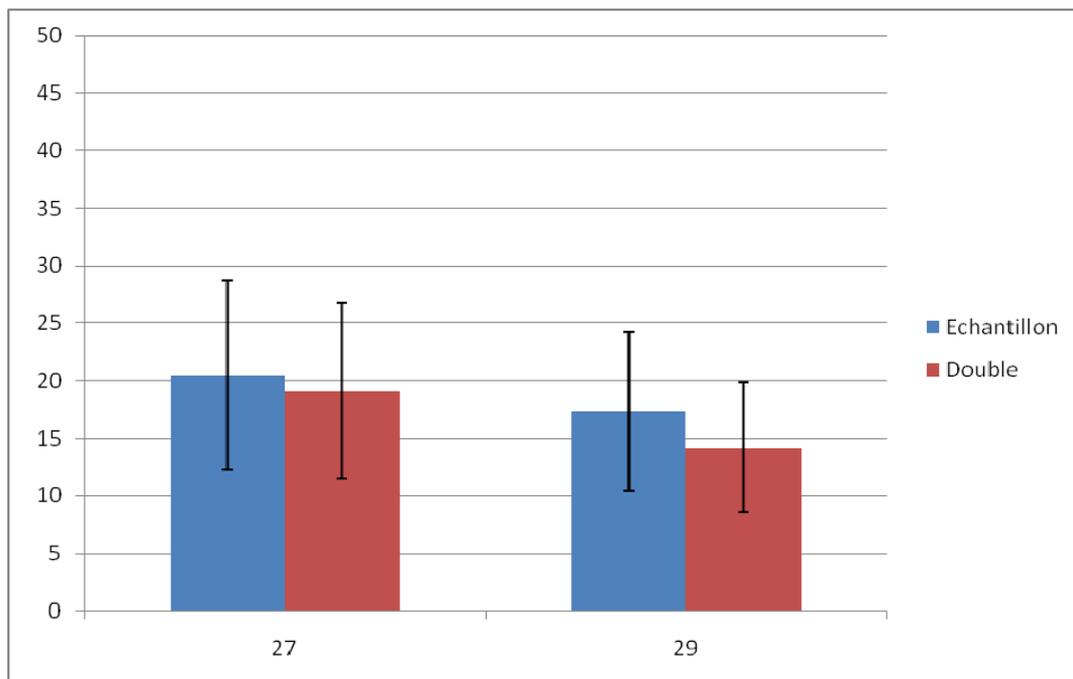


Figure VI.1 : Ecarts des concentrations ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) entre le doublet durant les campagnes de mesure.

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

**VI.2.Résultats et Interprétation**

Tubes	C1	C2	C3	C4	Moyenne	Tubes	C1	C2	C3	C4	Moyenne
1	30.2	26.2	30.2	43.9	33	34	10.3	15.3	19.9	37.0	21
2	9.8	13.0	15.2	14.4	13	35	13.9	12.5	20.9	13.5	15
3	33.2	31.9	40.9	43.2	37	36	16.1	26.8	15.1	30.6	22
4	3.8	3.3	2.6	4.0	3	37	19.3	14.5	27.0	32.9	23
5	3.6	2.8	1.8	2.5	3	38	3.1	2.1	0.4	4.0	2
6	16.8	19.5	17.2	4.2	14	39	2.3	3.4	1.2	3.7	3
7		25.1	7.8	3.8	12	40	0.6	2.0	0.4	1.9	1
8		3.7	0.7	2.3	2	41	2.7	2.0	0.1	2.3	2
9	25.3	33.3	40.9	39.1	35	42	1.6	1.5	0.1	1.8	1
10	12.4	14.9	16.9	17.0	15	43	3.0	2.4	0.7	3.3	2
11	5.1	6.5	2.2	7.0	5	44	3.0	2.2	0.0	2.3	2
12	3.8	3.2	2.5	3.6	3	45	3.1	3.0	0.8	4.4	3
13	3.4	3.0	4.4	5.1	4	46	4.3	5.7	1.6	6.4	5
14	4.0	3.2	5.9	10.1	6	47	4.4	4.4	3.9	5.6	5
15	2.4	1.1	1.1	1.8	2	48	2.4	3.6	0.7	4.3	3
16	2.9	1.5		0.3	2	49	2.7	3.4	2.0	2.7	3
17	2.2	2.0		0.6	2	50	1.6	2.4	0.6	1.7	2
18	2.2	1.5		2.1	2	51	2.7	3.0	1.8	3.4	3
19	5.0	4.2	3.4	4.7	4	52		3.3	1.6	3.7	3
20	7.5	22.7	3.6		11	53	6.9		4.0	10.0	7
21	10.7	15.1	2.5	12.3	10	54		9.2	5.0	10.2	8
22	7.8	9.8	3.9	9.6	8	55	5.0	4.2	3.5	6.7	5
23	4.0	33.0	10.9	34.4	21	56	4.8	9.3	7.0	10.0	8
24		16.4	21.0	46.5	28	57	5.6	5.5	5.3	9.9	7
25	5.9	10.4	5.7	14.1	9	58	3.6	9.7	8.7	10.1	8
26	12.6	9.5	7.5	17.3	12	59	3.6	5.1	3.4	4.7	4
27		9.6	20.4	31.4	20	60		5.7	2.2	3.8	4
28	14.0	16.1	15.5	28.6	19	61	3.2	6.1	2.2	4.7	4
29	14.1	17.5	17.2	20.5	17	62	3.2	4.1	2.5	4.3	3
30	21.2	27.7	27.4	33.9	28	63	3.6	3.0	1.0	3.2	3
31	40.6	37.2	26.2	54.1	40	64	1.1	0.9	0.1	1.0	1
32	27.7	21.5	19.0	46.0	29	65	20.0	29.4	8.6	31.9	22
33	8.4	18.2	10.4	21.7	15						

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

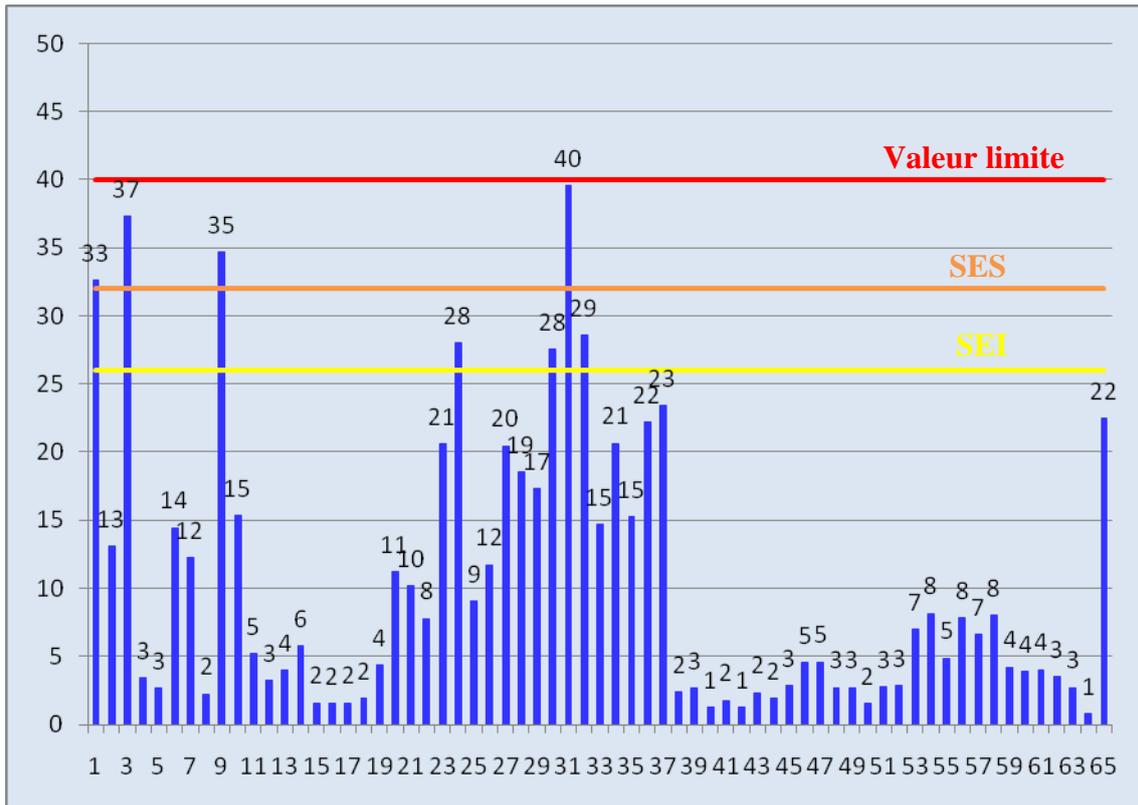


Figure VI.2 : Concentrations moyennes ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en  $\text{NO}_2$  mesurées aux différents points de prélèvement.

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 et aux seuils annuels d'évaluation supérieure de  $32\mu\text{g}/\text{m}^3$  (SES) et inférieure de  $26\mu\text{g}/\text{m}^3$  (SEI).

11 % des sites enregistrent des concentrations supérieures au SEI comprenant 6% des sites dont les concentrations sont supérieures au SES. Ces sites sont situés essentiellement sur la RN2.

La valeur limite est dépassée en un point de mesure, le point 31, situé le long de la RN2, dans la grande montée menant vers Bellefontaine, au niveau de l'intersection avec « les hauts de Maniba ». En effet, cette route nationale est le principal axe menant aux communes du Nord Caraïbes.

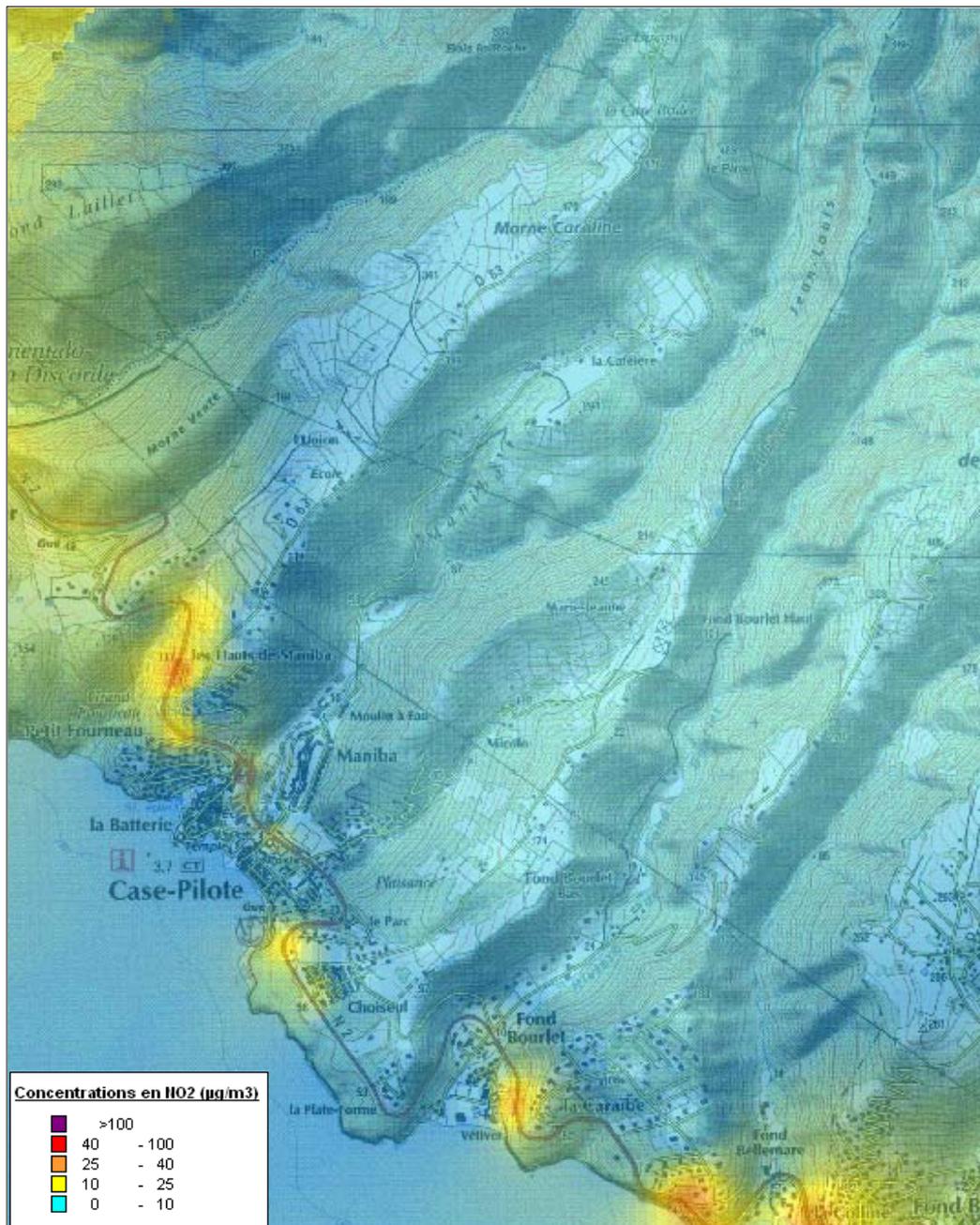


Figure VI.3 : Dispersion de la pollution automobile sur la commune de Case-Pilote d'octobre à décembre 2010.

La carte, ci-dessus (Figure VI.3), révèle que les concentrations les plus élevées sont mesurées le long de la RN2. 24% de ces points sont supérieurs à la valeur de  $26\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ces points sont situés essentiellement au niveau des intersections et dans les montées. En effet, les concentrations les plus élevées sont observées à l'intersection de la RN2 et du lotissement Caraïbes, dans la montée de Fond Bourlet vers Schœlcher, dans la montée à la sortie du bourg de Case-Pilote vers Schoelcher, dans la grande montée à la sortie du bourg de Case-Pilote vers Bellefontaine, notamment à l'intersection de la RN2 avec le quartier « les hauts de Maniba ». En ce dernier point (point rouge sur la carte), les concentrations dépassent la valeur limite pour la protection de la santé.

Cependant, dès que l'on s'éloigne de cet axe, les concentrations diminuent rapidement et sont bien inférieures à la valeur limite pour la protection de la santé.



## VII. Conclusion

La mise en place du camion laboratoire dans le bourg de Case-Pilote, le long de la RN2, 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> sur la période de l'étude de février à mars 2010. Cette étude a été complétée par une évaluation spatiale de la pollution automobile sur la commune de Case-Pilote d'octobre à décembre 2010.

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

L'évolution du NO<sub>2</sub> montre une diminution durant les week-ends du 28/02/2010 et du 14/03/2010 et son profil journalier, un pic en matinée et un en soirée. Ce polluant reflète l'activité du trafic le long de la RN2 durant la semaine avec une augmentation de ce polluant durant les heures de pointes. Le NO<sub>2</sub>, issu de la combustion, peut provenir également de l'animation durant la période du Carnaval à proximité de la mise en place du camion laboratoire. Cependant, même aux périodes où sa concentration est la plus élevée, l'objectif de qualité est respecté et les seuils horaires ne sont pas dépassés.

La concentration moyenne en poussières PM<sub>10</sub> sur la commune de Case-Pilote correspond à celle mesurée dans le centre urbain de Fort-de-France. Ces points de mesure ne respectent pas l'objectif de qualité de 30µg/m<sup>3</sup>. De plus, deux dépassements du seuil d'information et de recommandation de 80µg/m<sup>3</sup> journalier sont observés sur le site de Case-Pilote et sur les autres stations fixes. Ceci est dû à un épisode de brume de sable venant du Sahara durant l'étude.

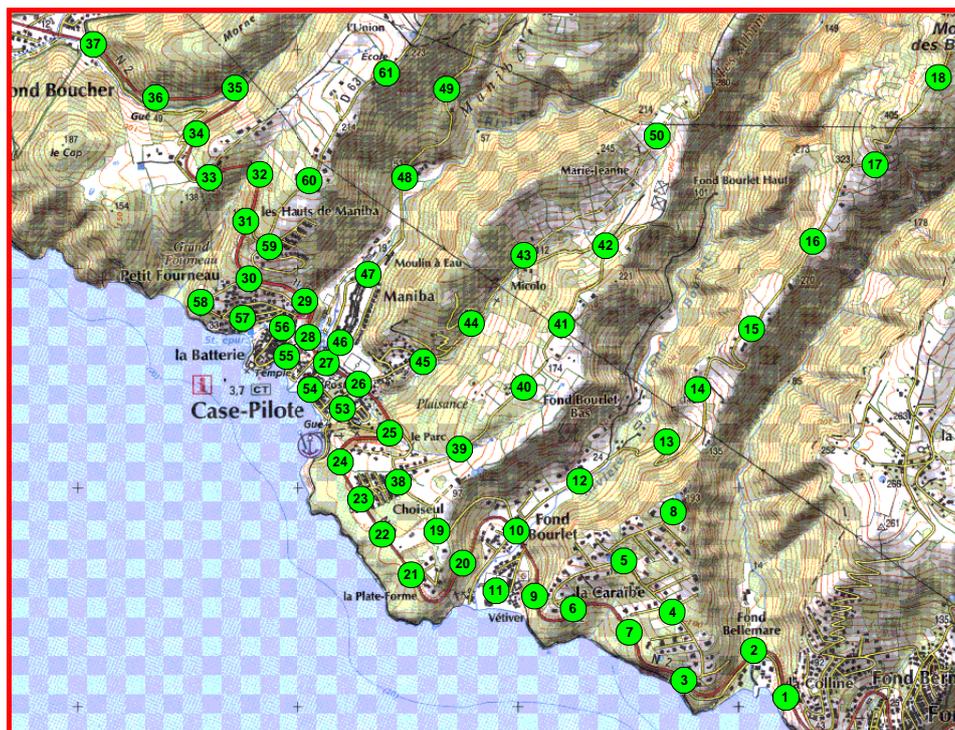
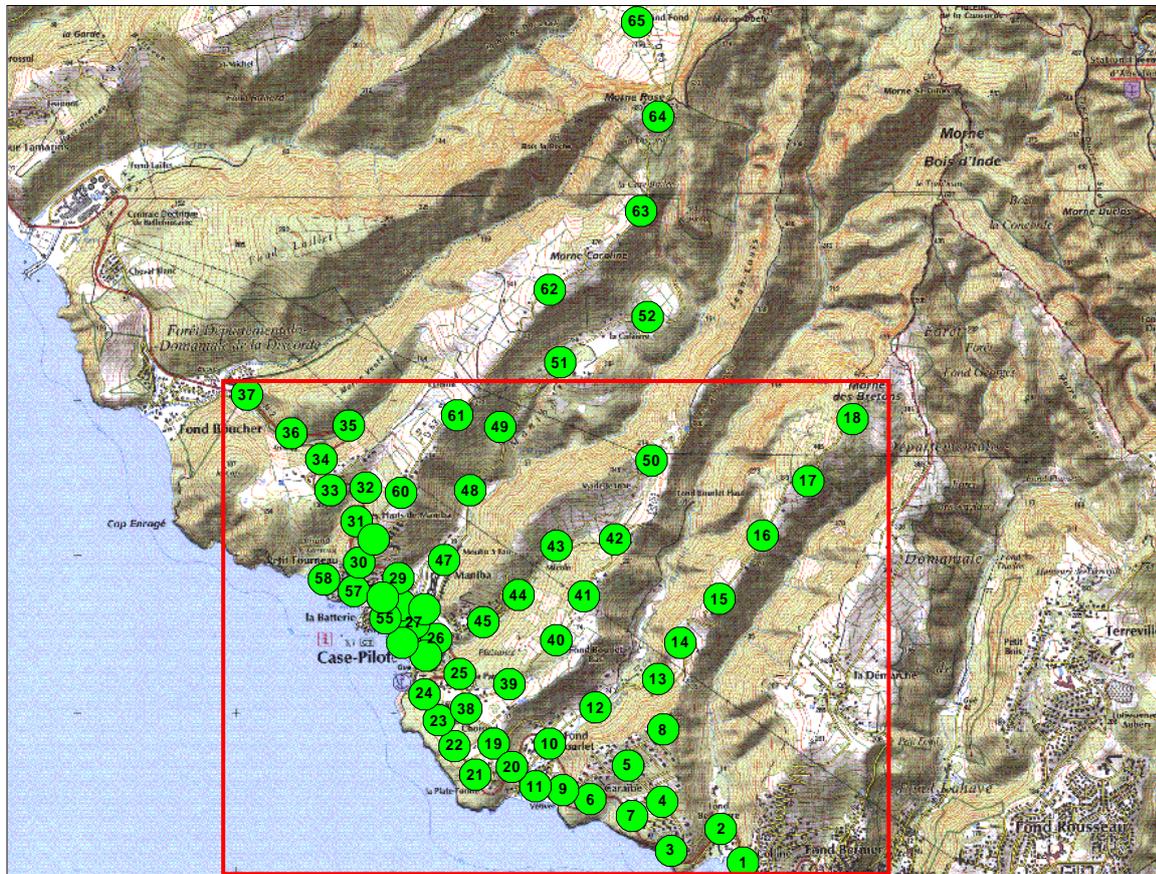
Il est toutefois notable de constater que sur une commune proche de l'agglomération principale de Fort-de-France, les concentrations en NO<sub>2</sub> et PM<sub>10</sub> peuvent atteindre, voire dépasser les concentrations relevées sur des points de mesure implantés en plein milieu urbain. Cela montre que la problématique de la pollution automobile est liée de manière importante aux axes routiers menant à la capitale.

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 RN2, axe principal qui relie les communes du nord Caraïbes à Fort-de-France. En un point situé sur la RN2, au niveau de l'intersection avec le quartier « les hauts de Maniba », la concentration en NO<sub>2</sub> mesurée dépasse la valeur limite pour la protection de la santé de 40µg/m<sup>3</sup>. Cependant, dès que l'on s'éloigne de cet axe, les concentrations diminuent rapidement.

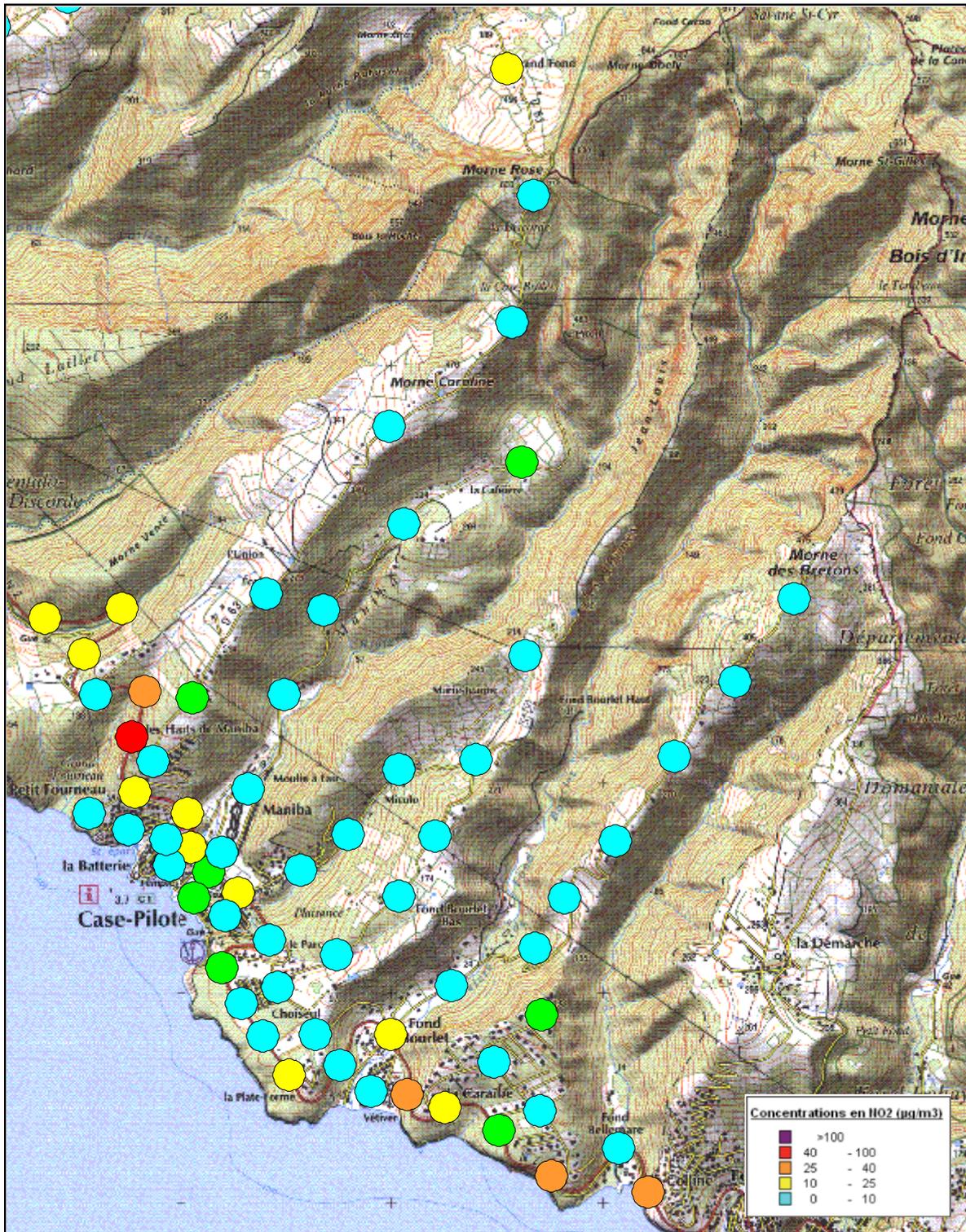
Le renouvellement d'une étude sera à prévoir pour observer l'évolution des concentrations en polluants automobiles. En effet, la commune de Case-Pilote voit sa population s'accroître depuis quelques années, par l'origine d'un développement important de l'aménagement de son territoire.



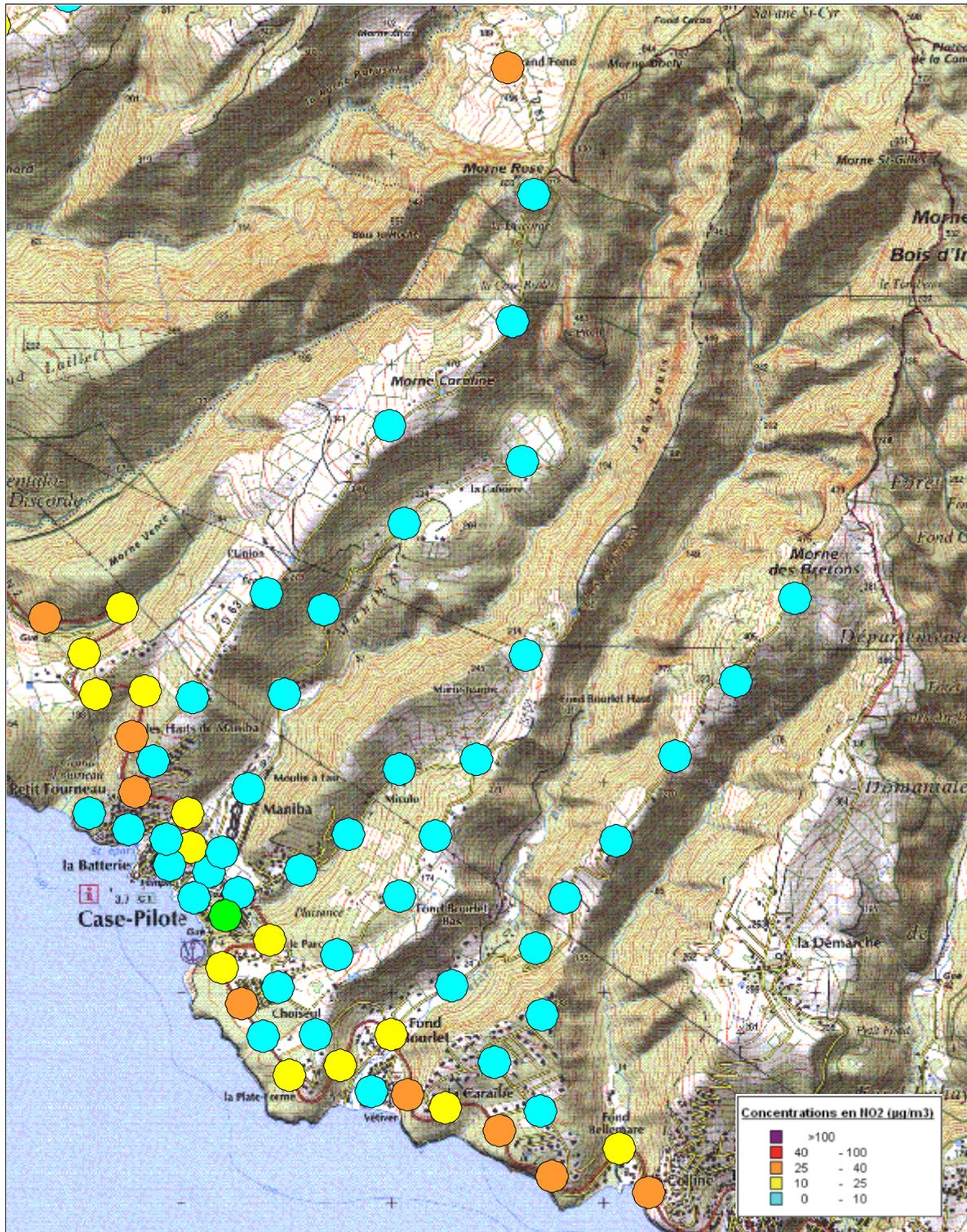
## VIII. Annexes



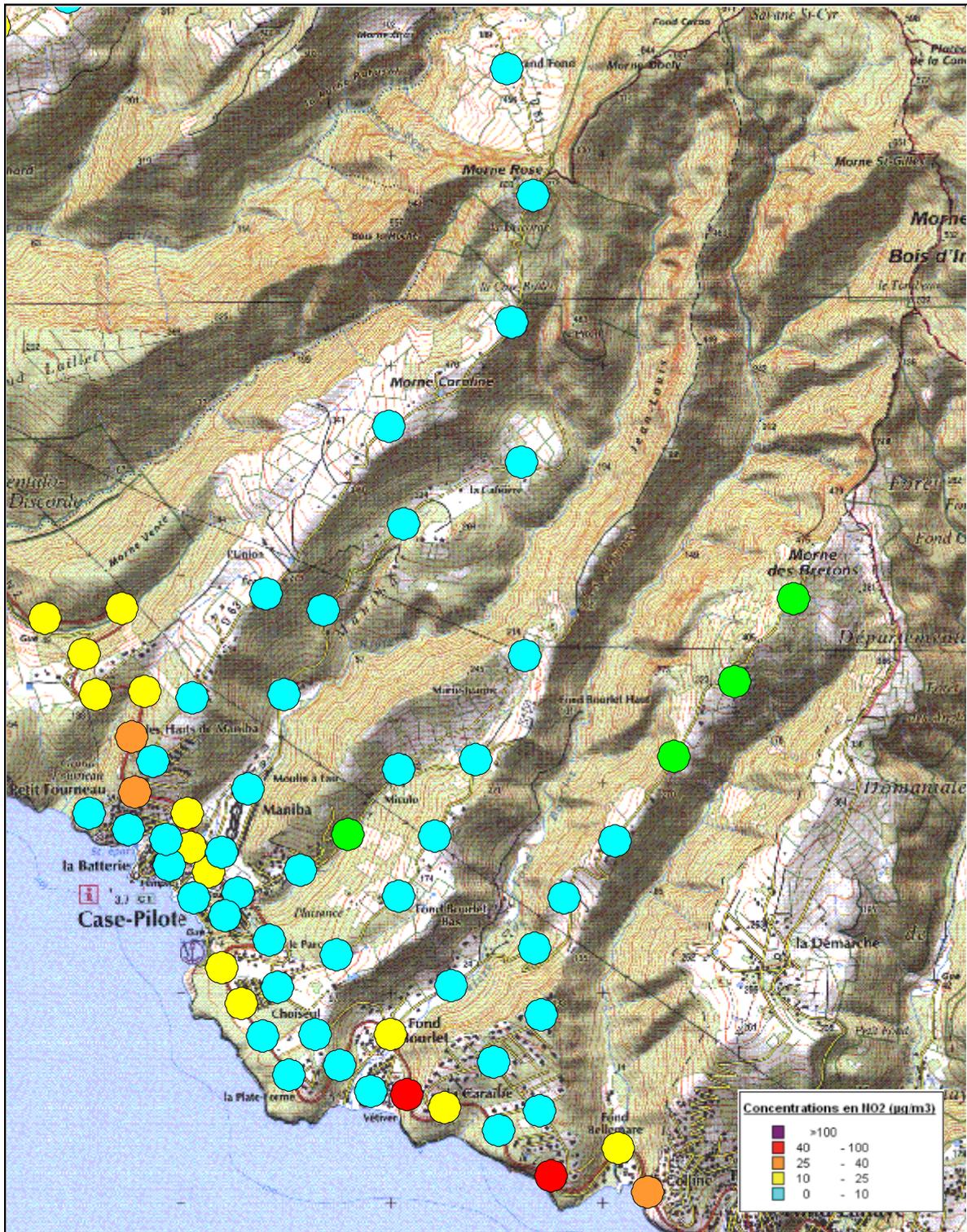
Annexe VIII.0 : Implantation des points de mesure sur la commune de Case-Pilote.



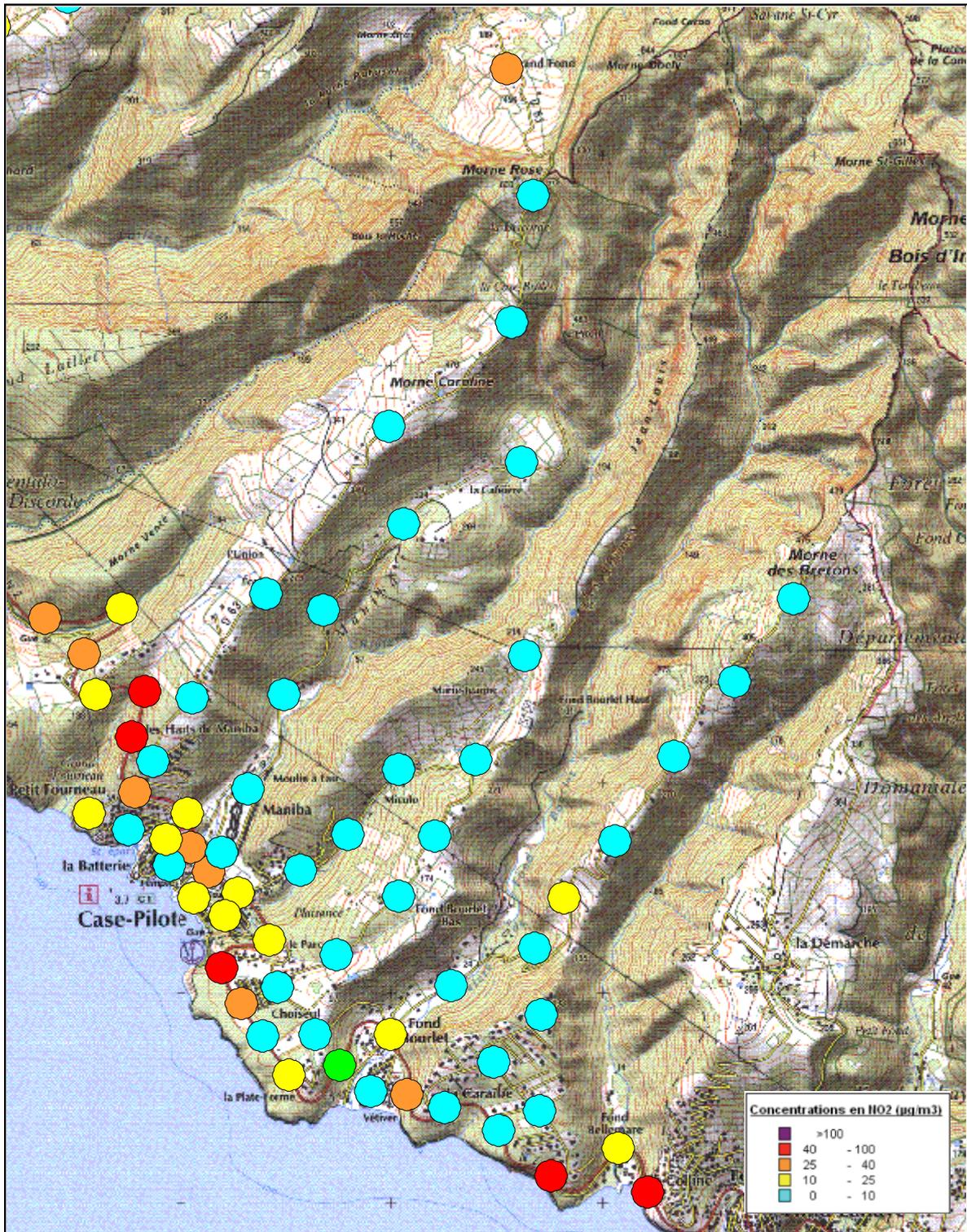
**Annexe VIII.1 : Dispersion de la concentration en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) dans la commune de Case-Pilote lors de la campagne 1 : du 27/10/2010 au 08/11/2010**



**Annexe VIII.2 : Dispersion de la concentration en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) dans la commune de Case-Pilote lors de la campagne 2 : du 08/11/2010 au 22/11/2010**



**Annexe VIII.3 : Dispersion de la concentration en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) dans la commune de Case-Pilote lors de la campagne 3 : du 22/11/2010 au 08/12/2010**



**Annexe VIII.4 : Dispersion de la concentration en NO2 (µg/m3) dans la commune de Case-Pilote lors de la campagne 4 : du 08/12/2010 au 20/12/2010**