



# ÉTUDE DE LA QUALITÉ DE L'AIR

- PAR CAMION LABORATOIRE ET TUBES PASSIFS -

**Commune du François**  
**SEPTEMBRE-NOVEMBRE 2011**

Ref : 02/12/FRANÇOIS2011

Parution : février 2012  
Rédacteur : C. Boullanger

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

<b>I.</b>	<b>PRESENTATION DE L'ETUDE .....</b>	<b>4</b>
<b>II.</b>	<b>CONTEXTE DE D'ETUDE.....</b>	<b>5</b>
II.1.	LES POLLUANTS MESURES .....	5
II.1.1	<i>Le dioxyde d'azote (NO2) .....</i>	5
II.1.2	<i>Les poussières (PM10).....</i>	6
II.2.	CAMPAGNES DE MESURE .....	8
II.2.1	<i>Mesure en continu sur un site.....</i>	8
II.2.2	<i>Mesure en discontinu par tubes passifs.....</i>	8
II.2.3	<i>Les stations fixes .....</i>	9
<b>III.</b>	<b>MATERIELS ET METHODE.....</b>	<b>10</b>
III.1.	PRELEVEMENT .....	10
III.1.1	<i>Prélèvement par camion laboratoire et stations fixes.....</i>	10
III.1.2	<i>Prélèvement par tubes passifs.....</i>	11
III.2.	ANALYSE.....	12
III.2.1	<i>Analyse par camion laboratoire et stations fixes.....</i>	12
III.2.2	<i>Prélèvement par tubes passifs.....</i>	12
<b>IV.</b>	<b>RESULTATS DU CAMION LABORATOIRE .....</b>	<b>13</b>
IV.1.	DONNEES METEOROLOGIQUES.....	13
IV.2.	LE DIOXYDE D'AZOTE, NO2 .....	14
IV.2.1	<i>Evolution horaire.....</i>	14
IV.2.2	<i>Evolution journalière .....</i>	14
IV.2.3	<i>Tableau des normes .....</i>	15
IV.2.4	<i>Profil journalier.....</i>	16
IV.3.	LES POUSSIERES, PM10 .....	17
IV.3.1	<i>Evolution horaire.....</i>	17
IV.3.2	<i>Evolution journalière .....</i>	17
IV.3.3	<i>Tableau des moyennes.....</i>	18
IV.3.4	<i>Profil journalier.....</i>	19
<b>V.</b>	<b>RESULTATS DES TUBES PASSIFS .....</b>	<b>20</b>
V.1.	FIABILITE DE LA METHODE .....	20
V.2.	DONNEES METEOROLOGIQUES .....	21
V.3.	RESULTATS DES CAMPAGNES.....	22
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>27</b>
<b>VII.</b>	<b>ANNEXES .....</b>	<b>29</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>, 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), le benzène, les métaux lourds et les hydrocarbures aromatiques polycycliques.

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.

**Le but de cette étude, en collaboration avec le service environnement de la commune du François, est d'évaluer la qualité de l'air dans la commune du François.**

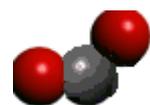
**Dans un premier temps, le camion laboratoire a été placé dans le rond-point, à l'entrée du bourg du François, et mesure l'évolution horaire et journalière des concentrations en NO<sub>2</sub> et PM<sub>10</sub>, polluants réglementaires. Cette mesure est réalisée, tout comme sur les stations de mesure fixes de Madininair, en continu et en temps réel. Ainsi, les fluctuations horaires et journalières des polluants mesurés au François pourront être comparées aux sites urbains et trafics de Fort-de-France, Lamentin, Schœlcher. De plus, les concentrations en polluants dans l'air seront comparées aux normes environnementales en vigueur.**

**Le deuxième objectif de cette étude est d'évaluer la quantité de dioxyde d'azote, NO<sub>2</sub>, présente sur différents sites du François. Cette étude nous permettra alors d'établir une cartographie sur cette zone, des concentrations en NO<sub>2</sub>, principal polluant 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 d'azote (NO<sub>2</sub>)



Les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) sont émis lors des phénomènes de combustion. Le monoxyde d'azote (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 (NO<sub>2</sub>) est immédiatement formé lorsque le 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 NO<sub>2</sub> 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 NO <sub>x</sub>	Valeur Limite annuelle	30
Seuil d'évaluation NO <sub>2</sub> Santé (horaire)	Seuil supérieur	140 (18 dépassements autorisés)
	Seuil inférieur	100 (18 dépassements autorisés)
Seuil d'évaluation NO <sub>2</sub> Santé (annuel)	Seuil supérieur	32
	Seuil inférieur	26
Seuil d'évaluation NO <sub>x</sub> Végétation (annuel)	Seuil supérieur	24
	Seuil inférieur	19,5

Tableau II.1 : 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.1.2 Les poussières (PM10)

### Origine et sources



Ce sont les poussières dont le diamètre est inférieur à 10 µm 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 (µg/m3)
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.2 : Normes des poussières dont le diamètre est inférieur à 10 µm (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 µm 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 un site

Dans le but d'évaluer l'évolution horaire et journalière des concentrations en polluants (NO<sub>2</sub> et PM<sub>10</sub>), une étude par camion laboratoire a été réalisée sur la commune du François durant la période du 30 septembre au 25 octobre 2011, dans le rond-point, à l'entrée du bourg du François.



### II.2.2 Mesure en discontinu par tubes passifs

Dans le but de fournir une cartographie des concentrations en NO<sub>2</sub>, principal polluant automobile sur la commune du François, une étude a été mise en place sur la période d'août à novembre 2011.

Plusieurs séries de mesures sur les 150 sites choisis ont été réalisées (Annexe VII.0), chaque prélèvement durant en moyenne 2 semaines (Tableau II.4).

Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3
Du 31/08/2011 au 14/09/2011	Du 14/09/2011 au 29/09/2011	Du 13/10/2011 au 07/11/2011

Tableau II.3 : Période des différentes campagnes de mesure.

## II.2.3 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>, PM<sub>10</sub>, O<sub>3</sub>), Bishop (NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>), Lamentin et Schoelcher (NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>)
- Station Trafic de Concorde (NO<sub>x</sub>) et Renéville (NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, 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 Fort-de-France de MADININAIR.**

### III. Matériels et méthode

#### III.1. Prélèvement

##### III.1.1 Prélèvement par camion laboratoire et stations fixes

- Tête de prélèvement des NOx :



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 PM10 :



La tête de prélèvement PM10 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 (PM10).

### 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  $\text{NO}_2$  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 Analyse par camion laboratoire et stations fixes

- L'analyseur NOx :



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 Prélèvement par 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. Résultats du camion laboratoire

### IV.1. 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 François</b> 30/09/2011 au 25/10/2011	28	Temps beau à mitigé Pluies du 21 au 25/10/11	1,6 Pointe max 3,4	OUI	Vacances scolaires le 24-25/10/11

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 à modérée et moyennée à 1,6m/s sur la période.
  - **La direction des vents** sur ce site est principalement de secteur est à est sud-est.

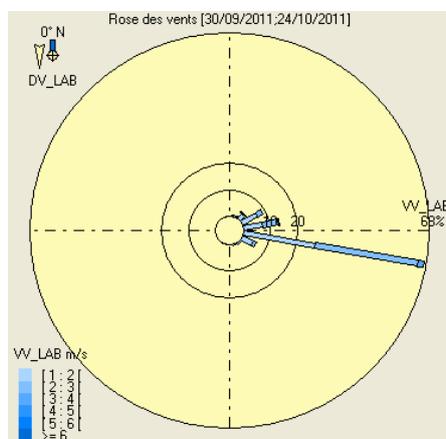


Figure IV.1 : Rose des vents le site de mesure dans la commune du François

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

### IV.2.1 Evolution horaire

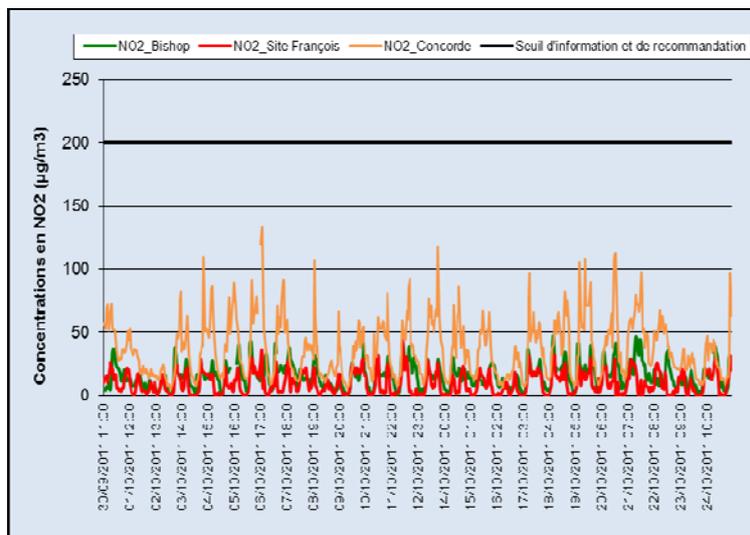


Figure IV.2 : Evolution horaire des concentrations (µg/m<sup>3</sup>) en NO<sub>2</sub> sur la station urbaine « Bishop », la station trafic « Concorde » et le site du François.

La Figure IV.2 représente l'évolution horaire des concentrations en NO<sub>2</sub>, sur le site du François et les stations fixes de Madininair. L'évolution des concentrations en NO<sub>2</sub> sur le site du François est relativement équivalente à celle observée sur le site urbain de Fort-de-France. Les concentrations maximales horaires sont bien en dessous du seuil d'information et de recommandation de 200µg/m<sup>3</sup>.

### IV.2.2 Evolution journalière

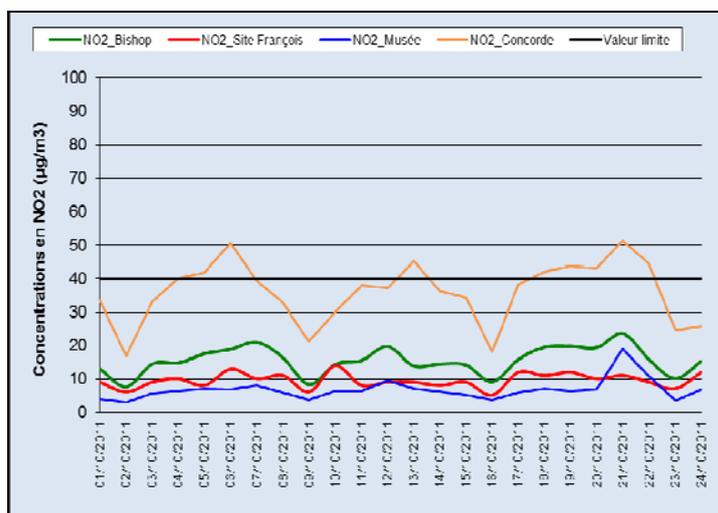


Figure IV.3 : Evolution journalière des concentrations (µg/m<sup>3</sup>) en NO<sub>2</sub> sur la station trafic « Concorde », les stations urbaines « Bishop » et « Musée » et le site du François.

La Figure IV.3 représente l'évolution journalière des concentrations en NO<sub>2</sub> sur le site du François et les stations fixes de Madininair. Les concentrations mesurées sur ce site sont relativement constantes tout au long de la période de mesure.

## IV.2.3 Tableau des moyennes

Sites de mesure	NO2		
	Concentration moyenne (µg/m3)	Maximum horaire (µg/m3)	Maximum journalier (µg/m3)
Concorde Station trafic	36	136	51
Renéville Station trafic	16	45	25
Lycée Station périurbaine	9	63	22
Bishop Station urbaine	15	47	23
Musée Station urbaine	7	51	19
Schœlcher Station urbaine	6	37	10
Lamentin Station urbaine	13	36	16
Site François	<b>10</b>	<b>44</b>	<b>14</b>

Tableau IV.2 : Concentration moyenne, concentration maximale horaire et journalière (µg/m3) en NO<sub>2</sub> sur les stations fixes de Madinair et le site du François.

La concentration moyenne sur le site du François équivaut aux concentrations moyennes mesurées sur les stations urbaines (Tableau IV.1) sur cette période. L'objectif de qualité de 40µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub> est respecté.

La concentration maximale horaire en NO<sub>2</sub> de 44µg/m<sup>3</sup> a été mesurée le 12 octobre 2011 à 8h00 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 19µg/m<sup>3</sup>, inférieure à la valeur limite annuelle de 30µg/m<sup>3</sup> pour la végétation.

#### IV.2.4 Profil journalier

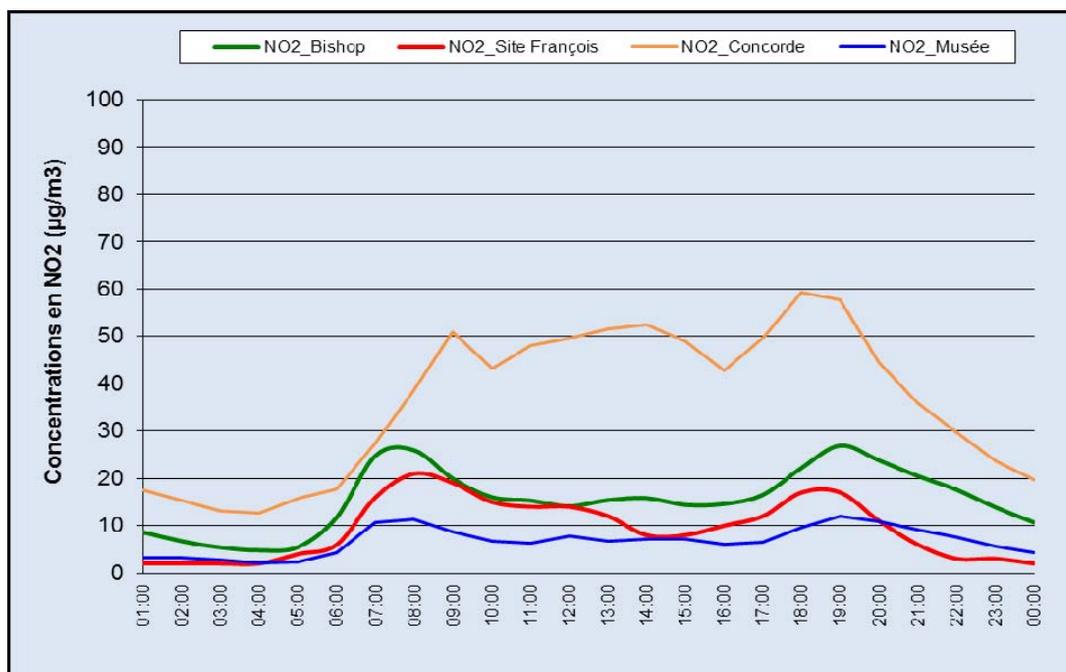


Figure IV.4 : Profil journalière des concentrations (µg/m<sup>3</sup>) en NO<sub>2</sub> sur la station trafic « Concorde », les stations urbaines « Bishop » et « Musée » et le site du François.

Le profil journalier des concentrations en NO<sub>2</sub> (Figure IV.4) est relativement similaire à ceux des stations fixes de Madininair. En effet, les concentrations augmentent à partir de 6h00, pour être maximales à 8h00, puis diminuent progressivement jusqu'à 14h00, pour ré-augmenter en fin de journée avec un maximum à 18h00. Ce profil illustre l'activité automobile durant la journée avec les pics du trafic en matinée et en fin d'après-midi.

### IV.3. Les poussières, PM10

#### IV.3.1 Evolution horaire

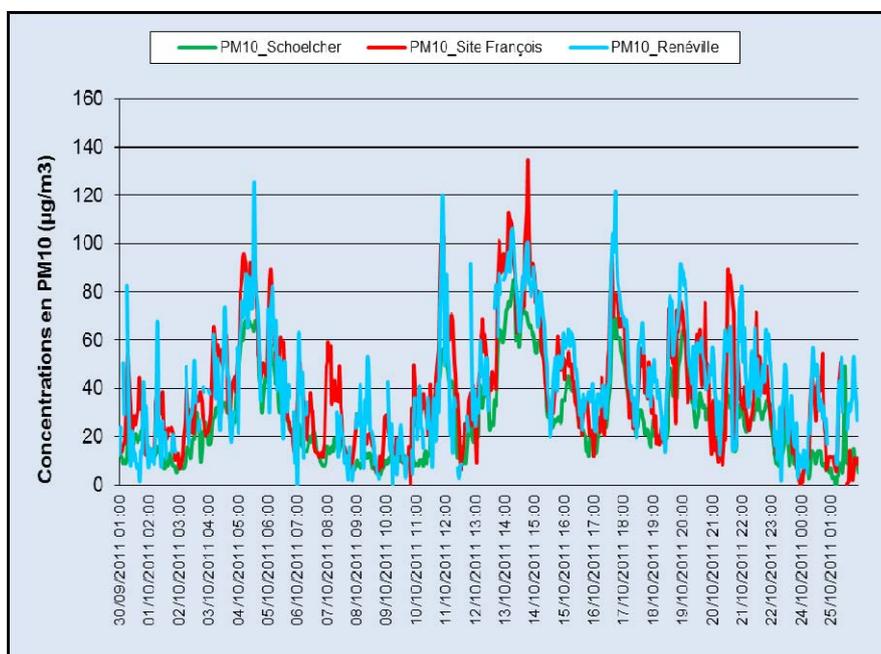


Figure IV.5 : Evolution horaire des concentrations en PM10 (µg/m³) sur la station trafic « Renéville », la station urbaine « Schœlcher » et le site du François.

La Figure IV.5 représente l'évolution horaire des concentrations en PM10 sur le site de mesure. L'évolution des concentrations en PM10, sur le François, suit l'évolution des concentrations mesurées par les stations fixes de Madinair.

#### IV.3.2 Evolution journalière

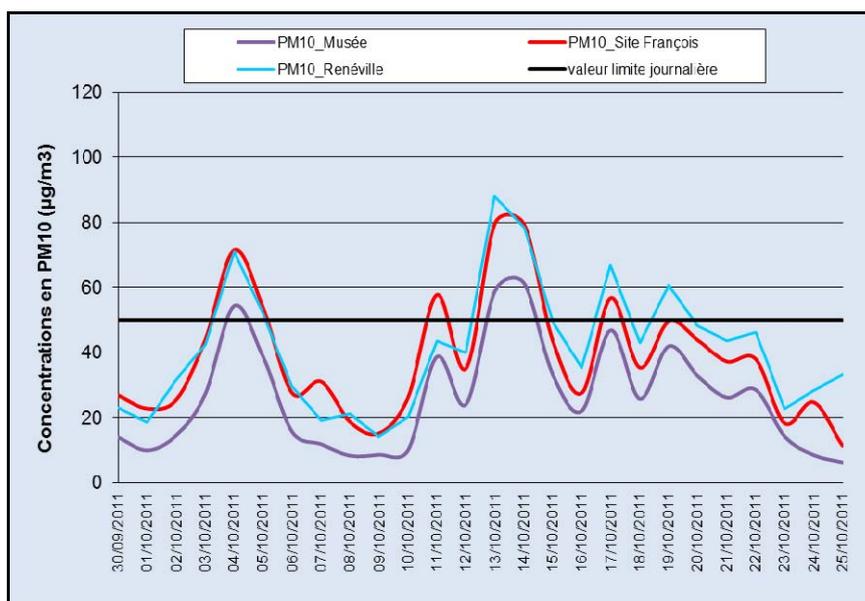


Figure IV.6 : Evolution journalière des concentrations en PM10 (µg/m³) sur la station trafic « Renéville », la station urbaine « Musée », et le site du François.

La Figure IV.6 représente l'évolution journalière des concentrations en PM10 sur le site de mesure. L'évolution des concentrations en PM10 sur le site de mesure est relativement équivalente à celle de la station trafic de Renéville. Les concentrations mesurées sur le site du François sont plus élevées que sur la station de Renéville du 30/09/11 au 15/10/11, et sont plus faibles du 15/10/11 au 25/10/11. Des dépassements de la valeur limite journalière de 50µg/m<sup>3</sup> sont observés sur la période. Cependant, cette période de mesure a été marquée par des épisodes de brumes de sable, à l'origine de l'augmentation des poussières dans l'air.

### IV.3.3 Tableau des moyennes

	Moyenne (µg/m <sup>3</sup> )	Maximum horaire (µg/m <sup>3</sup> )	Maximum journalier (µg/m <sup>3</sup> )
Station trafic Renéville	42	125 Le 04/10/2011 à 18:00	88 Le 13/10/2011
Station urbaine Musée	26	82 Le 13/10/2011 à 17:00	61 Le 14/10/2011
Station urbaine Schœlcher	27	85 Le 13/10/2011 à 21:00	62 Le 14/10/2011
Station urbaine Lamentin	32	88 Le 14/10/2011 à 08:00	64 Le 14/10/2011
Site François	39	135 Le 14/10/2011 à 09:00	80 Le 13-14/10/2011

Tableau IV.3 : Comparaison des concentrations en PM10 (µg/m<sup>3</sup>) mesurées sur le site du François et les stations fixes de Madininair.

La concentration moyenne en PM10 équivaut à la concentration moyenne mesurée sur les stations du type trafic de Fort-de-France (Tableau IV.3). En effet, la valeur limite pour la protection de la santé de 40µg/m<sup>3</sup> n'est pas respectée, sur la période, sur la station trafic de Fort-de-France et est tout juste respectée sur le site de mesure du François. De plus, les maxima horaire et journalier équivalent à ceux mesurés sur la station trafic « Renéville » de Fort-de-France.

	Moyenne sur la période de mesure (µg/m <sup>3</sup> )	Moyenne annuelle du 26/10/10 au 26/10/11 (µg/m <sup>3</sup> )
Station trafic Renéville	42	42
Station urbaine Musée	26	28
Station urbaine Schœlcher	27	29
Station urbaine Lamentin	32	31
Site François	39	

Tableau IV.4 : Comparaison des concentrations moyennes en PM10 (µg/m<sup>3</sup>) mesurées sur une année avec les concentrations moyennées sur la période de mesure.

Les concentrations annuelles en PM10 mesurées sur les stations de Madininair sont équivalentes aux concentrations moyennées sur la période (Tableau IV.4). De ce fait,

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

la période de mesure semble être représentative de la moyenne annuelle. Le risque de dépassement de la valeur limite annuelle de  $40\mu\text{g}/\text{m}^3$  est donc élevé sur le site du François, si la mesure était effectuée toute l'année.

### IV.3.4 Profil journalier

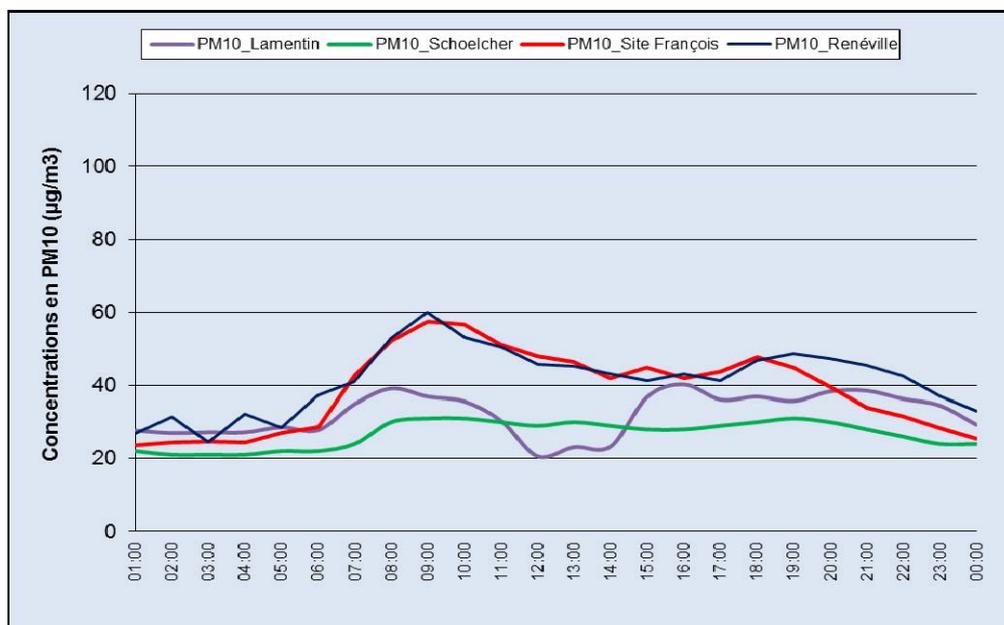


Figure IV.7 : Profil journalier des concentrations en PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sur la station trafic « Renéville », les stations urbaines « Lamentin » et « Schoelcher », et le site du François.

La Figure IV.7 représente le profil journalier des concentrations en PM10 sur le site de mesure. Les concentrations en PM10 augmentent à partir de 6h00, pour atteindre un maximum à 9h00, elles diminuent progressivement jusqu'à 17h00, ré-augmentent à 18h00, puis diminuent lentement durant la nuit. Le profil des concentrations en PM10 est relativement similaire au profil observé sur la station trafic « Renéville » de Fort-de-France.

Les poussières fines proviennent de deux sources principales sur ce site de mesure :

- Des brumes de sable transportées par les vents dominants, d'Est Sud-est. L'influence des brumes de sable semblent être plus importante sur la côte atlantique que sur la côte Caraïbes.
- La circulation automobile au niveau du rond-point, à l'entrée du bourg du François, et notamment le long de la RN6 qui traverse le bourg.

## V. Résultats des tubes passifs

### V.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 3 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 57 et le site 109) permettant une répétabilité des résultats. Ces tubes sont donc censés donner des résultats identiques. On calcule donc les écarts (Ec) (Figure V.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 V.1).

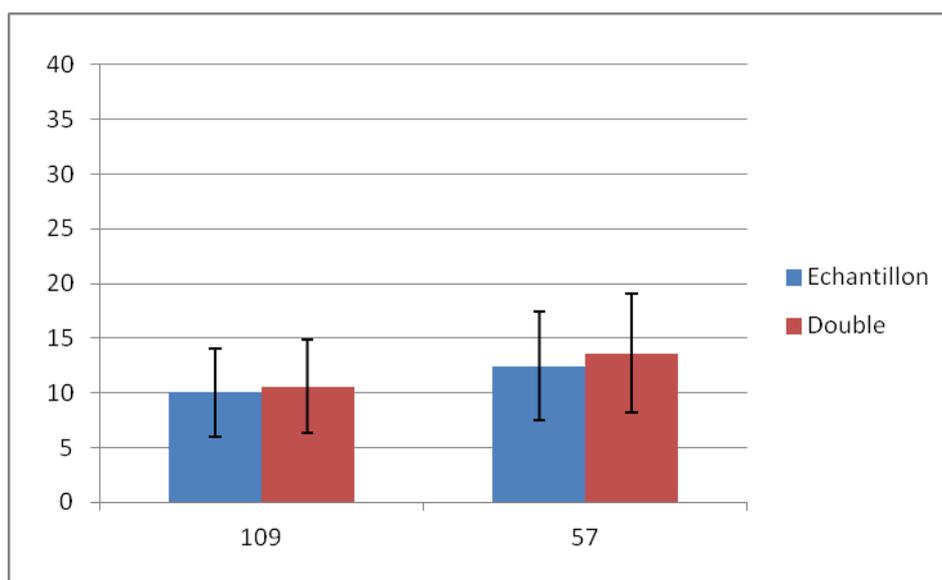


Figure V.1 : Ecart des concentrations ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) entre le doublet durant les campagnes de mesure.

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

## V.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 (Tableau V.1).

Paramètres	Température moyenne (°C)	Présence de pluie	Vitesse moyenne du vent (m/s)	Présence de brume de sable	Episodes particuliers
<b>Campagne 1</b> 31/08/2011 au 14/09/2011	29	Temps beau à mitigé Pluies du 07 au 10/09/11	2,0 Max horaire 6,2	NON	Rentrée scolaire le 05/09/11
<b>Campagne 2</b> 14/09/2011 au 29/09/2011	28	Temps majoritairement mitigé Pluies le 17, 18 et 28/09/11	2,1 Max horaire 4,7	NON	
<b>Campagne 3</b> 13/10/2011 au 07/11/2011	28	Temps beau à mitigé Pluies du 21 au 25/10/11	2,4 Max horaire 6,0	OUI	2 jours fériés

Tableau V.1 : Conditions météorologiques durant les 3 campagnes de mesure.

- **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** n'interviendront pas dans la dispersion du NO<sub>2</sub>.
- **La pluie**, par contre, jouera un rôle de lixiviation de l'atmosphère. On pourra donc s'attendre à des concentrations plus faibles en NO<sub>2</sub> les jours de pluies.
- **Le vent** est le principal acteur de la dispersion des polluants :
  - **La vitesse du vent** est modérée sur la période, moyennée aux alentours de 2,2 m/s avec des points horaires maximales variant de 5 à 6 m/s selon les périodes.
  - **La direction des vents** est généralement de secteur est à est sud-est dans la commune du François.

**Remarque :** Ces données météorologiques sont issues de la station météo de « Lycée Schœlcher » de Fort-de-France et du camion laboratoire mis en place sur la commune du François durant la période.

**V.3. Résultats des campagnes**

Tubes	C1	C2	C3	Moyenne	Tubes	C1	C2	C3	Moyenne
1	12.6	9.8	10.7	11	76	9.5	7.4	10.1	9
2	35.9	21.2	30.9	29	77	13.4	8.7	12.3	11
3	29.7	24.6	32.1	29	78	8.9	6.2	5.1	7
4	25.9	24.2	22.3	24	79	12.5	12.2	16.8	14
5	38.2	24.5	25.7	29	80	11.1	7.3	7.9	9
6	30.5	19.4	25.1	25	81	10.4	5.7		8
7	18.2	16.9	12.6	16	82	3.4	12.9		8
8	13.1	7.1	10.9	10	83	2.3	0.2	1.8	1
9	6.4	1.3	4.0	4	84	2.4	1.5	2.4	2
10	17.1	3.3	18.0	13	85	3.3	1.8	4.0	3
11	0.7	0.1	1.0	0.1	86	4.6		4.3	4
12	12.3	11.1	11.6	12	87	5.5	3.5	5.7	5
13	2.3	0.1	2.8	2	88	4.9	2.5	4.1	4
14	6.2	5.0	14.0	8	89	6.0	3.1	2.9	4
15	19.4	12.5	24.2	19	90	1.2	0.7	0.8	1
16	22.5	21.0	21.1	22	91	3.3	0.8	2.6	2
17		1.6	5.1	3	92	1.0	0.1	1.8	1
18	20.2	14.0	19.6	18	93	6.4	6.2	5.3	6
19	15.2	22.5	14.4	17	94	2.8	1.7	3.3	3
20	29.3	25.5	14.1	23	95	1.3	0.1	1.7	1
21	10.5	8.3	10.3	10	96		3.1	3.5	3
22	5.1	2.9	4.6	4	97	3.3	1.3		2
23	4.8	0.7	2.8	3	98		0.1		0.1
24	7.8	5.8	0.2	5	99	4.8	2.8	4.6	4
25	15.8	10.9	10.7	12	100	4.8			5
26	33.1	16.5	21.9	24	101	9.9	9.0	9.3	9
27	14.1	12.5	11.5	13	102	12.2		12.6	12
28		9.8	6.8	8	103	11.2	11.0	0.1	7
29	12.9	8.9	8.2	10	104	8.2	3.4	5.0	6
30	17.2	13.4	4.6	12	105	10.5	7.9	12.0	10
31	21.1	17.2	17.5	19	106	5.6	1.8	2.1	3
32	10.5	6.0	5.6	7	107	1.4		1.4	1
33		7.1	6.8	7	108	1.4	0.1	1.8	1
34	9.8	6.4	10.9	9	109	13.1	6.8	10.4	10
35	8.8	8.1	7.1	8	110	4.3	4.7	6.7	5
36	7.8	5.4	5.1	6	111	5.4	4.3	5.7	5
37	8.6	6.0	6.5	7	112	3.9	0.8	11.0	5
38	8.6	5.9	10.0	8	113	2.5	11.7	2.1	5
39	9.1	5.1	5.4	7	114	0.5	4.9	1.8	2
40	6.9	6.4	4.8	6	115	6.4	3.2	6.7	5
41	2.2	7.8	8.0	6	116	8.9	5.4	7.3	7
42	17.5	12.2		15	117			3.4	3
43	8.8	7.5	7.2	8	118	6.5	3.9	5.9	5
44	8.5	7.0	8.5	8	119	5.8	5.1	5.8	6

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

45	4.6	2.1	3.4	3	120	1.9	1.8	6.2	3
46	3.9	1.6		3	121	6.8	1.4	6.2	5
47	7.8	1.1	4.6	5	122	10.0	6.1	8.2	8
48	6.5	3.5	4.4	5	123	2.6	0.1	2.7	2
49	9.1	3.9	5.6	6	124	3.1	0.1	3.2	2
50			1.3	1	125	0.5	0.1	1.6	0.1
51	3.2	3.1	2.5	3	126	0.9	0.1	2.0	1
52	8.6	6.7	7.8	8	127		1.2	4.9	3
53	7.5	5.9	4.4	6	128		0.4	2.0	1
54	5.1	0.2	3.7	3	129	1.5	0.1	2.3	1
55	2.5	0.9		2	130	0.7	0.1	2.5	1
56	6.5	2.2	4.2	4	131	3.5	0.1	10.8	5
57	4.1	1.2	3.1	3	132	2.2	0.1	3.0	2
58	3.2	0.1	1.3	2	133	7.7	3.4	8.7	7
59	0.4	0.1	0.4	0	134	12.3	6.1	9.1	9
60	6.1	1.8	2.4	3	135	9.1	3.9	7.3	7
61	1.4	0.1	1.8	1	136	6.4	3.0	7.1	5
62	5.9	7.7	5.6	6	137	14.2	9.7	10.6	11
63	0.1	3.9	7.1	4	138	9.1	5.2	3.8	6
64	4.0		3.3	4	139	8.5	1.1	15.9	9
65	2.8	0.9	2.7	2	140	0.1	0.6	5.3	2
66	2.0	0.1	1.7	1	141	5.7	4.4	6.0	5
67	8.9	6.8	7.1	8	142	1.6	0.1	1.7	1
68	16.5	14.2	18.6	16	143	7.7	5.0	9.7	7
69	14.6	12.0	13.6	13	144	26.6	10.2	21.0	19
70	11.0	7.8		9	145	16.5	3.4	17.3	12
71	19.3		17.1	18	146	2.1	0.1	1.7	1
72	11.0	10.5	7.0	9	147	14.8	8.5	13.8	12
73	26.0	22.1	22.0	23	148	5.3	11.2	9.2	9
74	15.0	13.5	15.2	15	149	9.2	9.0	9.2	9
75	12.1	12.8	9.5	11	150	8.2	5.2	7.0	7

**Tableau V.2 : Concentrations ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en  $\text{NO}_2$  mesurées aux différents points de prélèvement du 31/08/2011 au 07/11/2011.**

En orange, les concentrations supérieures au seuil d'évaluation supérieur (SES) de  $32\mu\text{g}/\text{m}^3$  et en jaune, les concentrations supérieures au seuil d'évaluation inférieur (SEI) de  $26\mu\text{g}/\text{m}^3$

Les concentrations en  $\text{NO}_2$  mesurées sur la commune du François sont comparées aux normes environnementales :

- **La valeur limite annuelle** pour la protection de la santé de  $40\mu\text{g}/\text{m}^3$
- **Le seuil d'évaluation supérieur, SES**, de  $32\mu\text{g}/\text{m}^3$  : au-delà de ce seuil, la mesure par station fixe est fortement recommandée
- **Le seuil d'évaluation inférieur, SEI**, de  $26\mu\text{g}/\text{m}^3$  : si les concentrations annuelles en  $\text{NO}_2$  sont supérieures à ce seuil mais inférieures au SES, alors un suivi par mesure indicative (tubes passifs) est fortement recommandé. En dessous de ce SEI, des mesures indicatives ponctuelles mettront de suivre l'évolution éventuelle des concentrations en  $\text{NO}_2$ .

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

Le Tableau V.2 représente les concentrations en NO<sub>2</sub> mesurées lors des 3 campagnes en différents points sur la commune du François. Ces 3 campagnes, de 2 semaines chacune, permettent d'estimer une moyenne annuelle. Lors de la campagne 2, les concentrations en NO<sub>2</sub> semblent plus faibles que celles mesurées lors des autres campagnes. En effet, lors de cette campagne 2, le temps est principalement mitigé avec des jours de fortes pluies. De plus, la campagne 1 enregistre les concentrations les plus élevées. Lors de cette campagne, les dépassements du seuil d'évaluation supérieur (SES) de 32µg/m<sup>3</sup> et du seuil d'évaluation inférieur (SEI) de 26µg/m<sup>3</sup> sont plus fréquents que pour les autres campagnes :

- Lors de la campagne 1 : 4 dépassements du SES et 9 dépassements du SEI
- La campagne 2 n'enregistre aucun dépassement de seuil
- Lors de la campagne 3 : 1 dépassement du SES et 3 dépassements du SEI

Cependant, sur les 3 campagnes, bien que les valeurs des concentrations soient différentes (Tableau IV.2), la répartition spatiale en NO<sub>2</sub> est à peu près similaire (Annexe VII.1, VII.2, VII.3).

On se base donc sur les concentrations moyennées sur les 3 campagnes en chaque point de mesure, représentative d'une moyenne annuelle, pour comparer les concentrations obtenues aux normes environnementales en vigueur (Figure V.2) et pour réaliser une cartographie de la pollution automobile (Figure V.3).

### Comparaison aux normes environnementales :

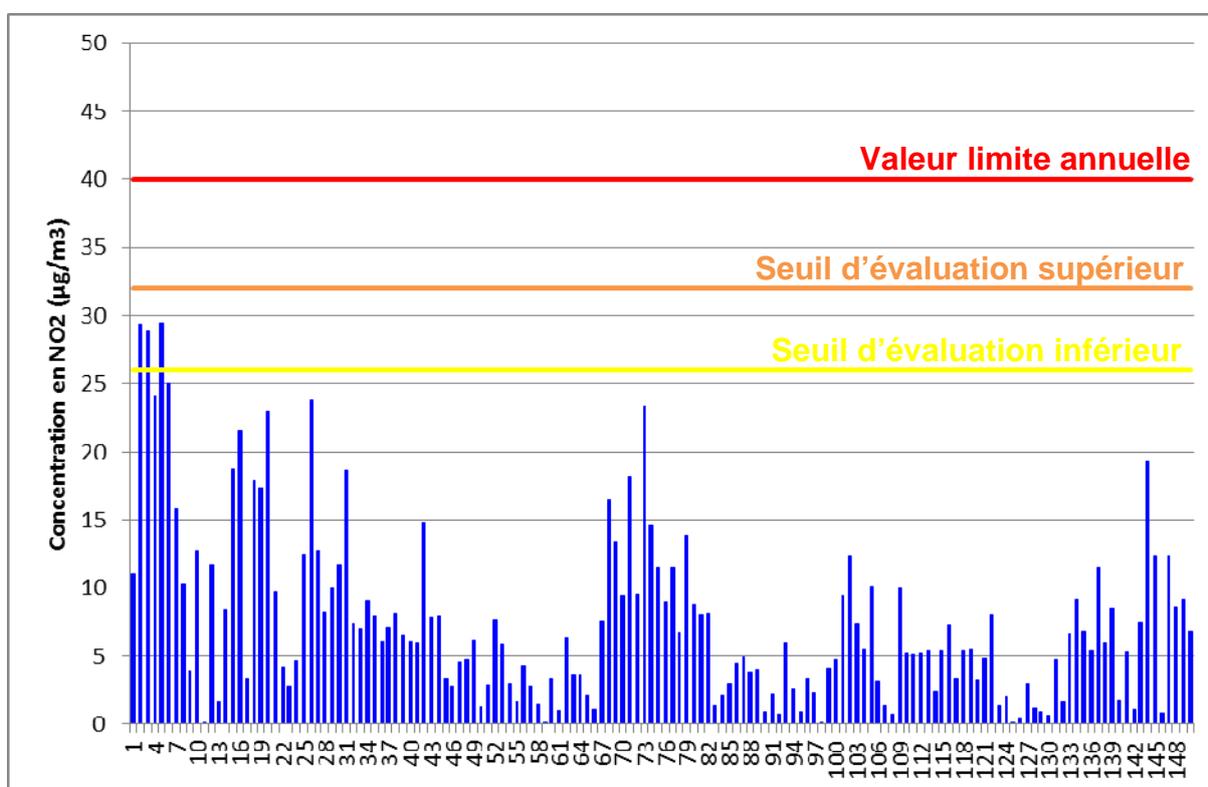


Figure V.2 : Concentrations en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) en chaque point de mesure et comparaison aux normes environnementales en vigueur.

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

La moyenne de ces 3 campagnes de mesure est représentative de la moyenne annuelle, permettant une comparaison des concentrations aux normes environnementales annuelles.

La Figure V.2 représente les concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> aux différents points de mesure. 2% des points de mesure enregistrent des concentrations supérieures au SEI. Le SES et la valeur limite annuelle pour la protection de la santé ne sont pas dépassés.

### Spatialisation des concentrations en NO<sub>2</sub> :

Le NO<sub>2</sub> est un polluant émis principalement par le trafic automobile, c'est le traceur de la pollution automobile. La mesure de ce polluant en différents points de mesure permet de spatialiser les concentrations en NO<sub>2</sub> et ainsi de cartographier la pollution automobile (Figure V.3)

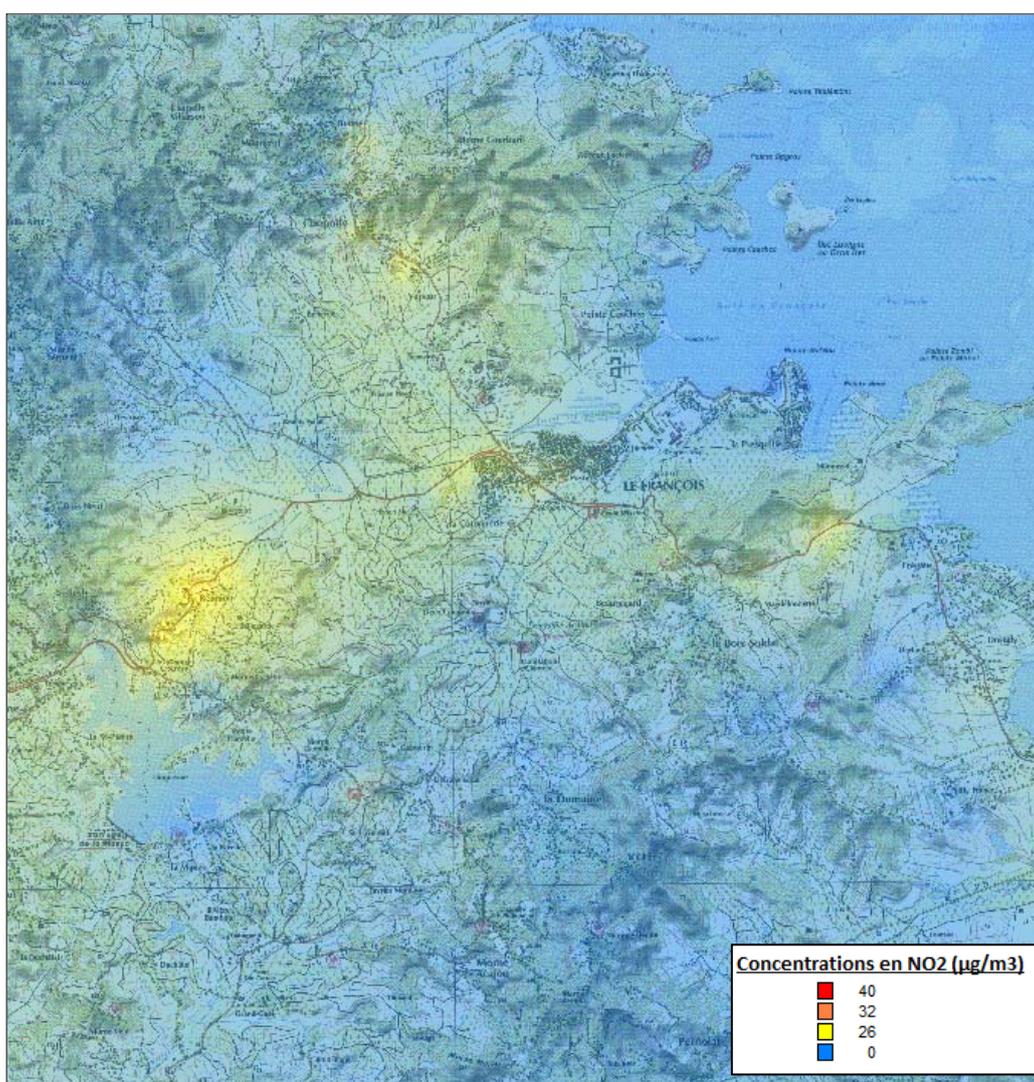


Figure V.3 : Spatialisation de la pollution automobile sur la commune du François, moyennée sur les 3 campagnes de mesure.

Les concentrations les plus élevées sont observées :

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

- Principalement dans le carrefour de « Les Quatre Croisées », à l'intersection entre la RN6, la RN2006 et la D16. Les dépassements du SEI sont enregistrés dans ce carrefour.
- Sur la RN6 à l'entrée, dans le rond-point à l'entrée du bourg du François. En ces points, les concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> sont proches du SEI mais ne dépassent pas ce seuil.
- Sur la D1, en direction du Robert où quelques points ont enregistrés des concentrations proches du SEI
- Sur la RN6 en direction du Vauclin où quelques points ont enregistrés des concentrations proche du SEI

Dès que l'on s'éloigne de ces principaux axes routiers, les concentrations diminuent et sont faibles.

**Remarque :** Lors de cette étude, le carrefour de « Les Quatre Croisées » était en travaux. L'activité sur ce site peut expliquer les concentrations plus élevées en NO<sub>2</sub>.

## VI. Conclusion

L'étude de la qualité de l'air dans la commune du François s'est déroulée en deux étapes :

- La pose du camion laboratoire dans le bourg du François permettant d'établir l'évolution temporelle des concentrations en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et poussières fines (PM10)
- La pose de tubes passifs NO<sub>2</sub> sur la commune permettant de réaliser la spatialisation des concentrations en NO<sub>2</sub>, traceur de la pollution automobile.

Dans un premier temps, la mise en place du camion laboratoire dans la commune du François a été réalisée sur un site à proximité du bourg, le long de la RN6, dans le rond-point à l'entrée du bourg, du 30 septembre au 25 octobre 2011. Cette étude a permis d'établir une représentation temporelle de l'évolution horaire et journalière des concentrations en NO<sub>2</sub> et PM10.

La concentration moyenne en NO<sub>2</sub> et les concentrations maximales horaire et journalière sont du même ordre de grandeur que celles des stations fixes urbaines. Ces concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> respectent les normes environnementales.

Les concentrations en PM10 mesurées sur le site de mesure correspondent aux concentrations mesurées sur la station fixe trafic de Fort-de-France. En effet, la concentration moyenne durant la période est de 39µg/m<sup>3</sup> sur le site du François et de 42µg/m<sup>3</sup> sur la station trafic. Au regard des moyennes annuelles en PM10 sur les stations fixes, la période de mesure est représentative de la moyenne annuelle. De ce fait, le risque de dépassement de la valeur limite annuelle pour la protection de la santé de 40µg/m<sup>3</sup> sur le site du François est élevé. De plus, les maxima horaire et journalier correspondent également aux concentrations enregistrées sur la station fixe de Fort-de-France. En effet, sur la période, 6 dépassements de la valeur limite journalière de 50µg/m<sup>3</sup> sont enregistrés sur le site de mesure du François et la station trafic, contre 3 dépassements sur les stations urbaines. Le risque de ne pas respecter la valeur limite journalière de 35 dépassements autorisés par an est donc élevé sur le site du François.

Sur ce site, les poussières fines peuvent provenir de diverses sources :

- Les brumes de sable : la période de mesure enregistre des épisodes de brumes de sable. De plus, ce site proche atlantique est soumis directement aux brumes véhiculées par les alizés. En effet, lors des pics de poussières, les concentrations sont plus élevées sur le site de mesure que sur les stations fixes de l'agglomération foyalaise.
- La pollution automobile : en effet, le camion est disposé le long de la RN6, dans le rond-point à l'entrée du bourg du François, axe principale reliant les communes du sud Caraïbes au centre de la Martinique.
- La mer : la proximité de la mer peut être à l'origine d'embruns marins véhiculés par les vents dominants.

Une analyse chimique des poussières pourrait répondre à la question de la définition de la part de chaque source.

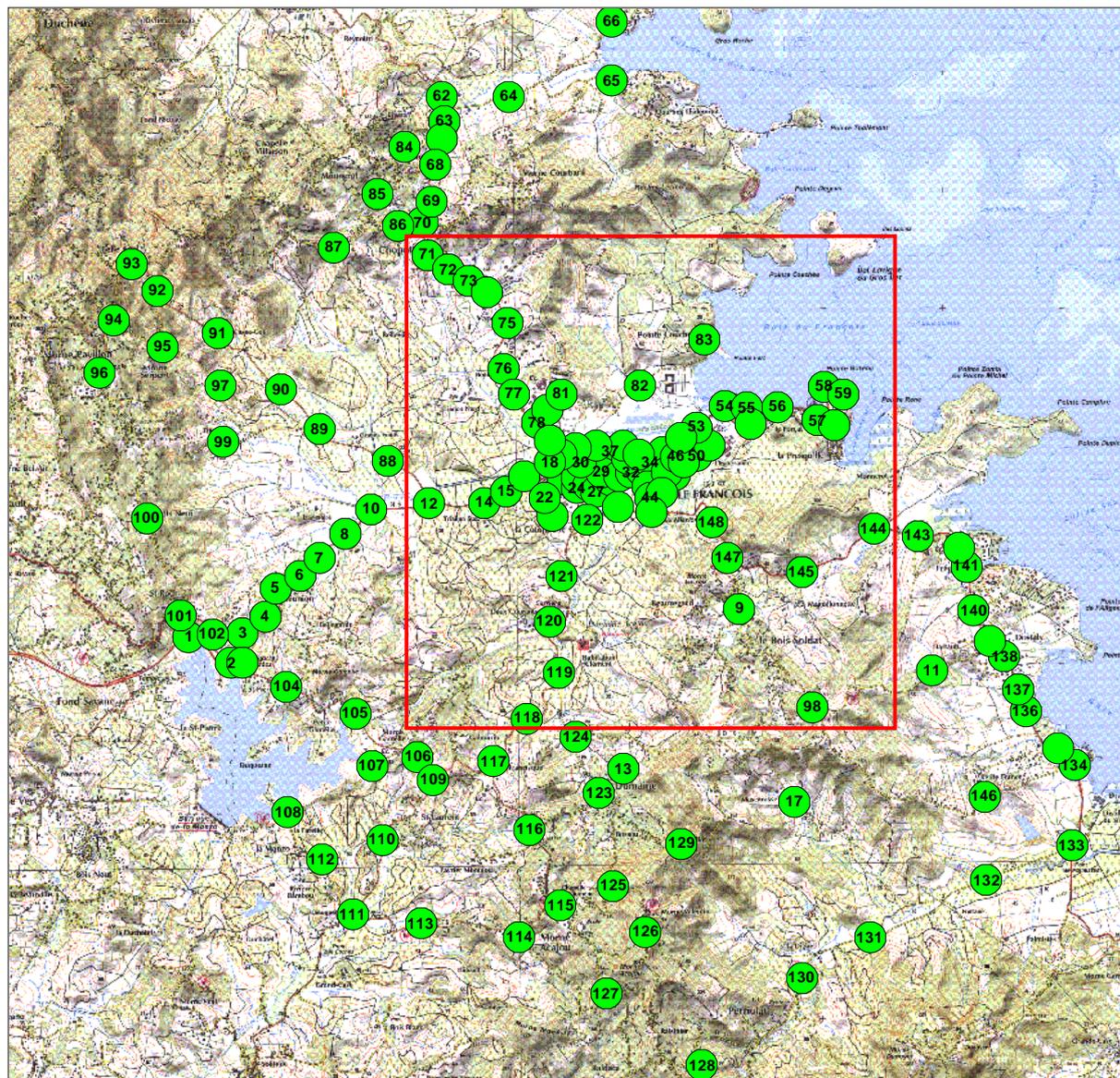
## EVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR DANS LA COMMUNE DU FRANCOIS

Dans un second temps et durant ces 3 campagnes de mesure, des tubes passifs NO<sub>2</sub> ont été disposés sur l'ensemble de la commune permettant de cartographier la pollution automobile sur la commune. Les concentrations les plus élevées en NO<sub>2</sub> sont mesurées sur la route nationale 6, dans le carrefour de « Les Quatre Croisés ». Cependant, actuellement, ce carrefour est en travaux, à l'origine d'une augmentation de l'activité automobile.

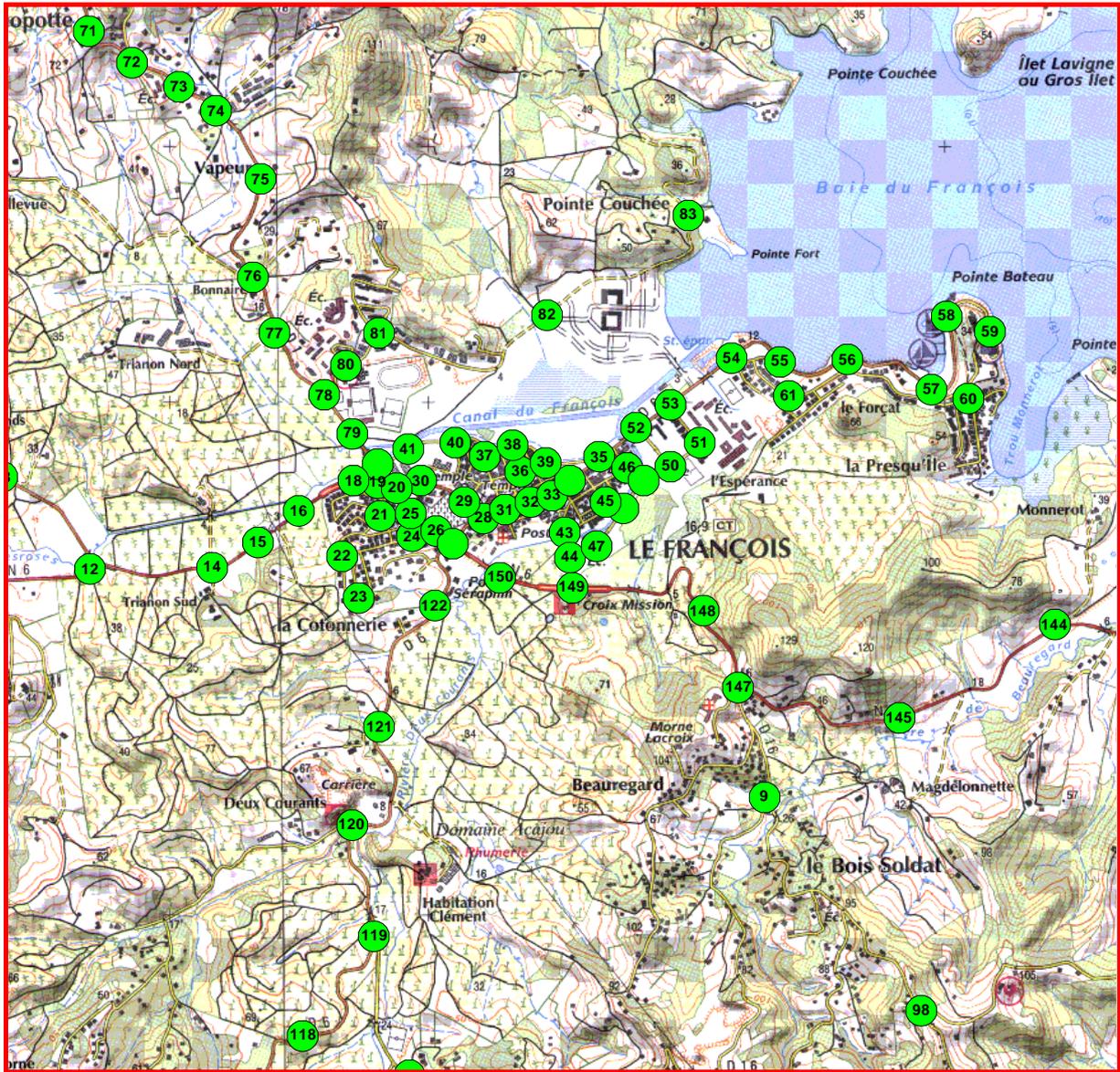
**Les concentrations moyennes mesurées lors de cette période respectent la valeur limite annuelle pour la protection de la santé. Les probabilités de dépassement de cette valeur limite sur la zone sont faibles.**

Le renouvellement d'une étude sera à prévoir, dans un premier temps, pour visualiser l'évolution des concentrations en PM10 sur la zone. Dans un second temps, une étude de spatialisation des concentrations en NO<sub>2</sub> sera à prévoir pour visualiser l'évolution du trafic automobile dans la commune, notamment suite aux travaux d'aménagement.

## VII. Annexes

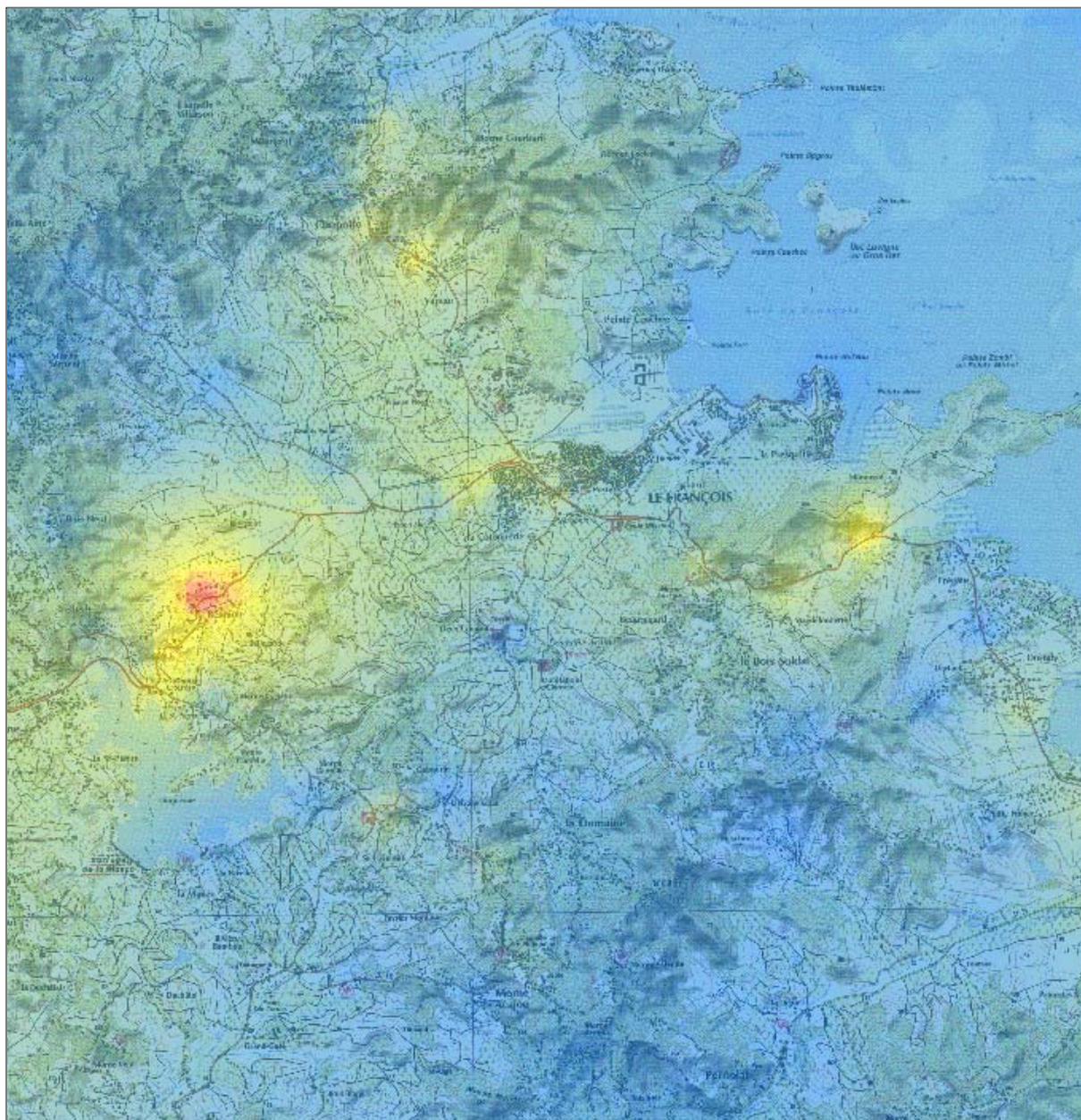


# EVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR DANS LA COMMUNE DU FRANCOIS



Annexe VII.0 : Implantation des sites de mesure sur la commune du François

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



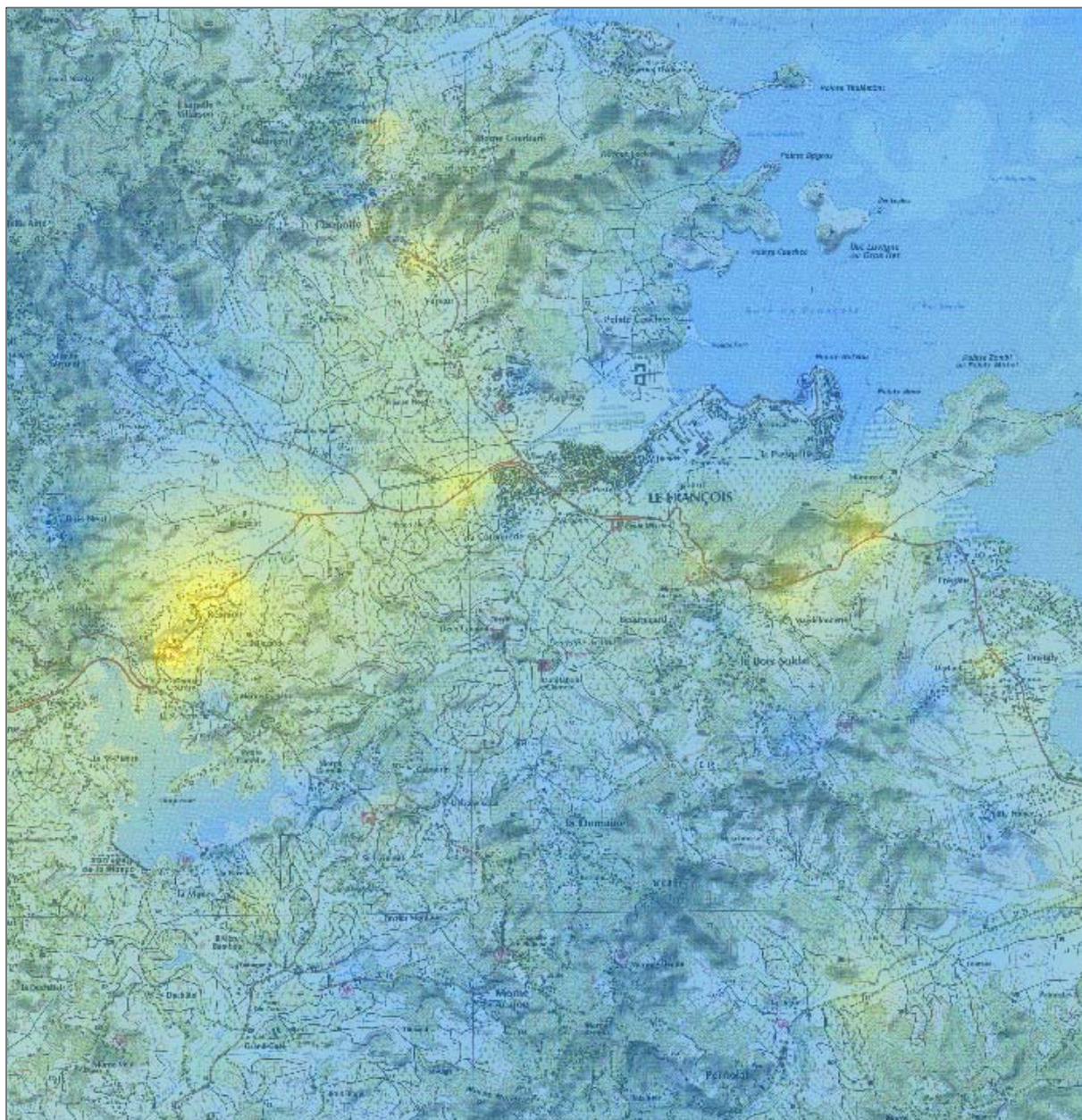
**Annexe VII.1 : Spatialisation des concentrations en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) sur la commune du François lors de la campagne 1 : du 31/08/11 au 14/09/11**

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



**Annexe VII.2 : Spatialisation des concentrations en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) sur la commune du François lors de la campagne 2 : du 14/09/11 au 29/09/11**

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



**Annexe VII.3 : Spatialisation des concentrations en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) sur la commune du François lors de la campagne 3 : du 13/10/11 au 07/11/11**