



ÉTUDE DE LA QUALITÉ DE L'AIR

- PAR CAMION LABORATOIRE ET TUBES PASSIFS -

Commune du Marin
- MAI À SEPTEMBRE 2010 -





I. PRESENTATION DE L'ETUDE	4
II. CONTEXTE DE D'ETUDE.....	5
II.1. LES POLLUANTS MESURES	5
II.1.1 Le dioxyde de soufre (SO ₂).....	5
II.1.2 Le dioxyde d'azote (NO ₂)	6
II.1.3 Les poussières (PM ₁₀).....	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
III. MATERIELS ET METHODE.....	11
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
IV. DONNEES METEOROLOGIQUES	14
V. RESULTATS DU CAMION LABORATOIRE	15
V.1. RESULTATS SITE 1 : LE LONG DE LA RN5.....	15
V.1.1 Le dioxyde de soufre, SO ₂	15
V.1.2 Le dioxyde d'azote, NO ₂	17
V.1.3 Les poussières fines, PM ₁₀	19
V.2. RESULTATS DU SITE 2 : PARKING ANNETTE.....	20
V.2.1 Dioxyde de Soufre, SO ₂	20
V.2.2 Dioxyde d'azote, NO ₂	22
V.2.3 Les poussières, PM ₁₀	24
VI. RESULTATS DES TUBES PASSIFS	26
VI.1. FIABILITE DE LA METHODE.....	26
VI.2. RESULTATS ET INTERPRETATION	27
VII. CONCLUSION.....	30
VIII. ANNEXES	31



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 SO₂, les oxydes d'azote NO_x, le monoxyde de carbone CO, l'ozone O₃, les particules PM₁₀ (inférieures à 10 microns), les particules fines PM_{2,5} (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 du Marin 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 du Marin, est donc d'évaluer l'évolution horaire et journalière des concentrations en NO₂, SO₂ et PM₁₀, polluants réglementaires. Pour cela, le camion laboratoire est implanté dans le bourg du Marin 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 NO₂ présente sur différents sites du Marin. Cette étude nous permettra alors d'établir une cartographie de la dispersion, sur cette zone, du NO₂, 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 (SO₂)

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 SO₂.

Les principales sources émettrices de SO₂ 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 SO₂ 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 ³)
Horaire (santé)	Valeur Limite horaire	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)
Journalier (santé)	Valeur Limite journalière	125 (3 dépassements autorisés)
Année (santé)	Valeur Limite annuelle	50
Année (écosystème)	Niveau critique pour la protection de la végétation	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

(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 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 (NO_2)

Origine et sources



Les oxydes d'azote (NO_x) 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_2) 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_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 ³)
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 NO₂ est un gaz irritant qui pénètre dans les fines ramifications des voies respiratoires.

- Les études sur les populations humaines indiquent que l'exposition à long terme au NO₂, 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 NO₂
- Plusieurs études ont démontré que l'exposition au NO₂ 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 NO₂ 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 NO₂ est également un précurseur de l'ozone (O₃) qui est, en basse altitude, un composé néfaste pour la santé humaine et l'environnement.



II.1.3 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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
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 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.

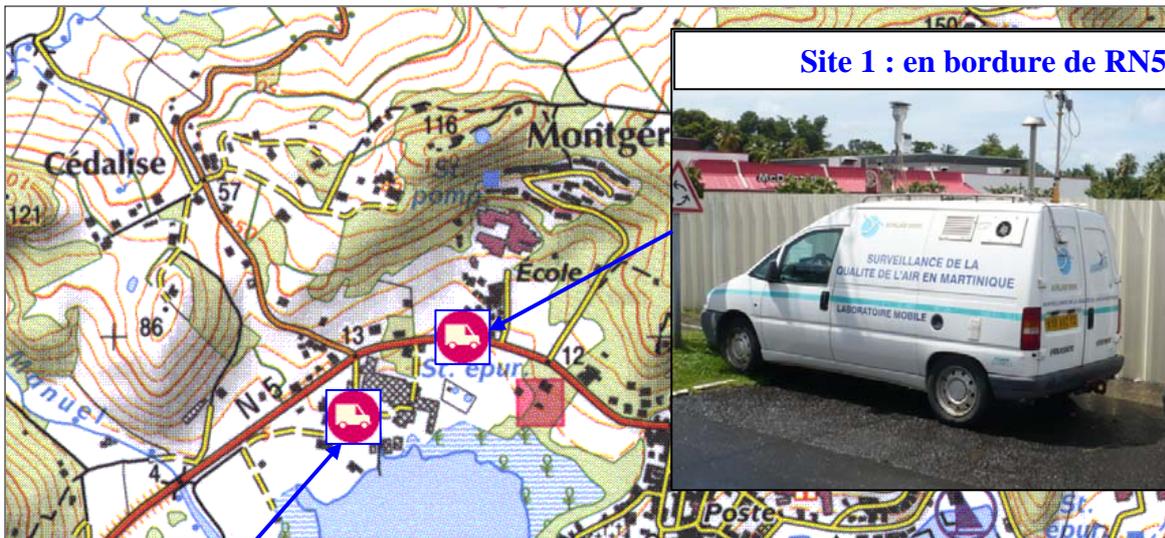
Les effets des poussières sur l'environnement sont très divers et très complexes, à l'origine de nombreuses études à l'heure actuelle.

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 (SO₂, NO₂ et PM₁₀), une étude par camion laboratoire a été réalisée sur la commune du Marin durant deux périodes et sur deux sites différents :

- **Site 1 :** Du 07 juillet au 21 juillet 2010 sur un site dans le bourg du Marin, en bordure de la RN5
- **Site 2 :** Du 09 septembre au 20 septembre 2010 sur le site d'Annette, à proximité du carénage.



Site 1 : en bordure de RN5

Site 2 : Parking Annette



II.2.1 Mesure en discontinu par tubes passifs

Dans le but de fournir une cartographie de la dispersion en NO₂ sur la commune de Marin, une étude a été mise en place sur la période de mai à juillet 2010.

Plusieurs séries de mesures sur les 72 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 (SO₂, NO_x, PM₁₀, O₃), Bishop (NO_x, PM₁₀), Lamentin et Schoelcher (NO_x, PM₁₀)
- Station Trafic de Concorde (NO_x) et Renéville (NO_x, PM₁₀, CO)
- Station périurbaine de Lycée (NO_x, O₃)
- Station d'Etang Z'abricot (SO₂)



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_x et SO₂ :



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 NO₂ 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.

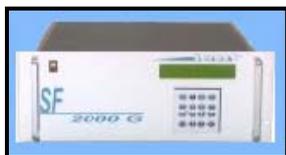
Le tube sera laissé ouvert pendant une période de 15 jours, puis remplacé par un autre. On notera toutes les indications pouvant être utiles (fissures du tube, présence de toiles d'araignées dans le tube, vol du tube ...).



III.2. Analyse

III.2.1 Analyseurs en continu

- L'analyseur SO₂ :



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 SO₂ 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 (NO₂), monoxyde d'azote (NO) et en oxyde d'azote (NO_x).

- 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 NO₂ 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 NO₂ 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 NO₂ en µg/m³ 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
Site 1 07/07/2010 au 21/07/2010	28	Temps mitigé Pluies le 14-18- 19-20/09/2010	0,6	OUI	
Site 2 09/09/2010 au 20/09/2010	28	Temps beau à mitigé Pluies le 09-10- 12-20/09/2010	0,5	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** diffère sur les deux sites de mesure. Les vents sont de secteur Est sur la RN5 et de secteur Ouest sud-ouest sur le parking d'Annette. Cependant, le camion laboratoire est stratégiquement placé sur ces deux sites pour être dans l'axe des vents dominants de la principale source automobile (la RN5).

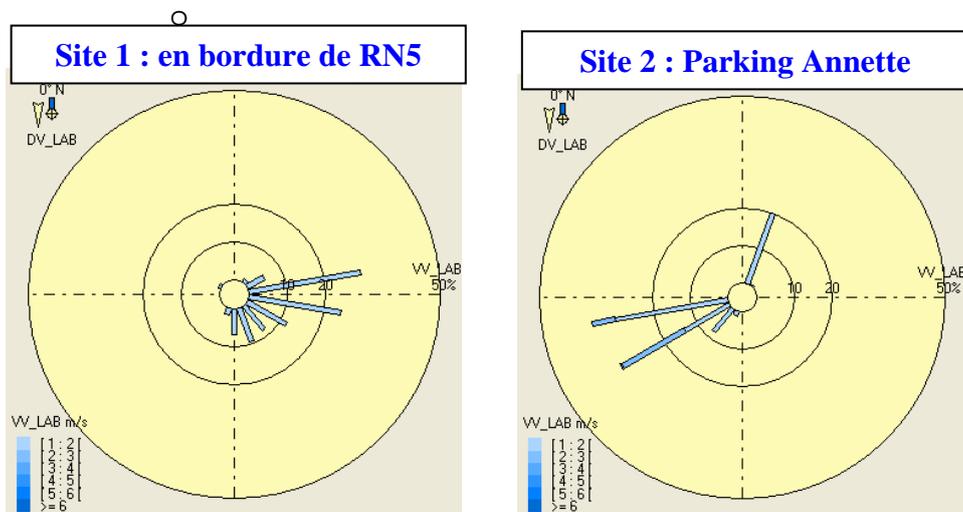


Figure IV.1 : Rose des vents sur les deux sites de mesure dans la commune du Marin.

V. Résultats du camion laboratoire

V.1. Résultats site 1 : le long de la RN5

V.1.1 Le dioxyde de soufre, SO₂

V.1.1.1 Evolution horaire

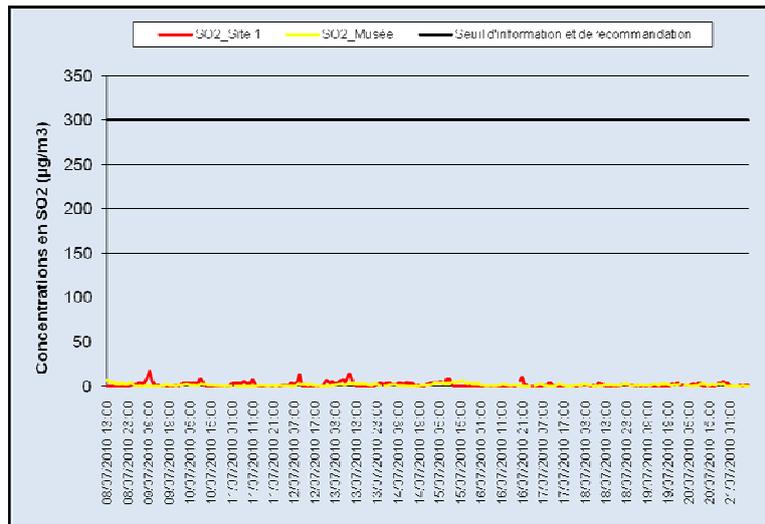


Figure V.1 : Evolution horaire des concentrations ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en SO₂ sur la station urbaine « Musée » et le site 1 du Marin, le long de la RN5.

La Figure V.1 représente l'évolution horaire des concentrations en SO₂ sur le site de mesure, le long de la RN5. Les concentrations sont constantes et faibles sur la période de mesure.

V.1.1.2 Evolution journalière

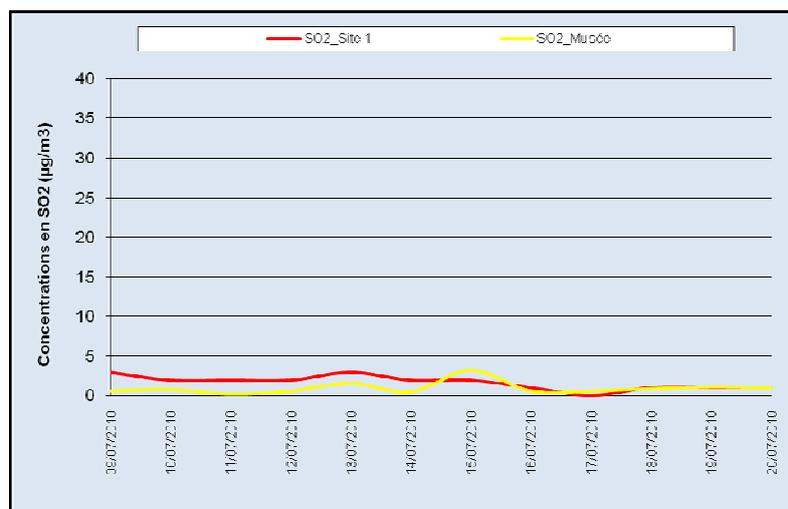


Figure V.2 : Evolution journalière des concentrations ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en SO₂ sur la station urbaine « Musée » et le site 1 du Marin, le long de la RN5.



La Figure V.2 représente l'évolution journalière des concentrations en SO₂ sur la période de mesure. Aucun pic de concentrations n'est observé.

V.1.1.3 Tableau des moyennes

Sites de mesure	Concentration moyenne (µg/m ³)	Maximum horaire (µg/m ³)	Maximum journalier (µg/m ³)
Musée Station urbaine	1,1	6 Le 08/07/10 à 13h00	3 Le 15/07/2010
Site 1 Le long de la RN5	1,5	17 Le 09/07/10 à 10h00	3 Le 09-13/07/2010

Tableau V.1 : Concentration moyenne, concentration maximale horaire et journalière (µg/m³) en SO₂ sur la station Musée et le site 1 du Marin, le long de la RN5.

La moyenne en SO₂ sur le site 1 sur la période de mesure est de 1,5µg/m³, concentration moyenne équivalente que sur le site urbain de Fort-de-France, à la même période. Cette concentration est bien inférieure à la valeur limite annuelle de 50µg/m³.

V.1.1.1 Profil journalier

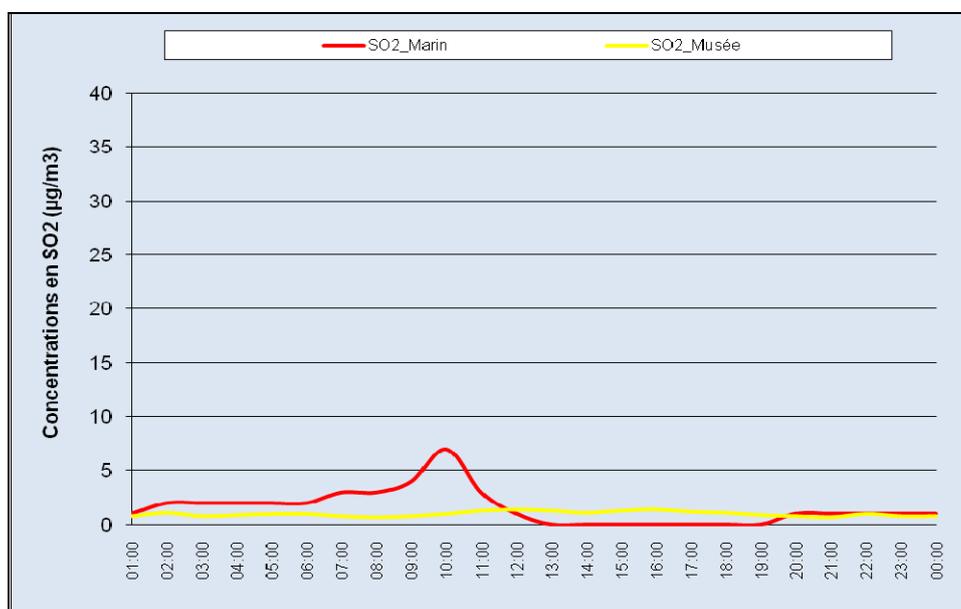


Figure V.3 : Profil journalière des concentrations (µg/m³) en SO₂ sur la station urbaine de Musée et le site 1 du Marin, le long de la RN5.

La Figure V.3 représente le profil journalier du SO₂ sur la période. Les concentrations sont stables avec une pointe à 10h00.

V.1.2 Le dioxyde d'azote, NO₂

V.1.2.1 Evolution horaire

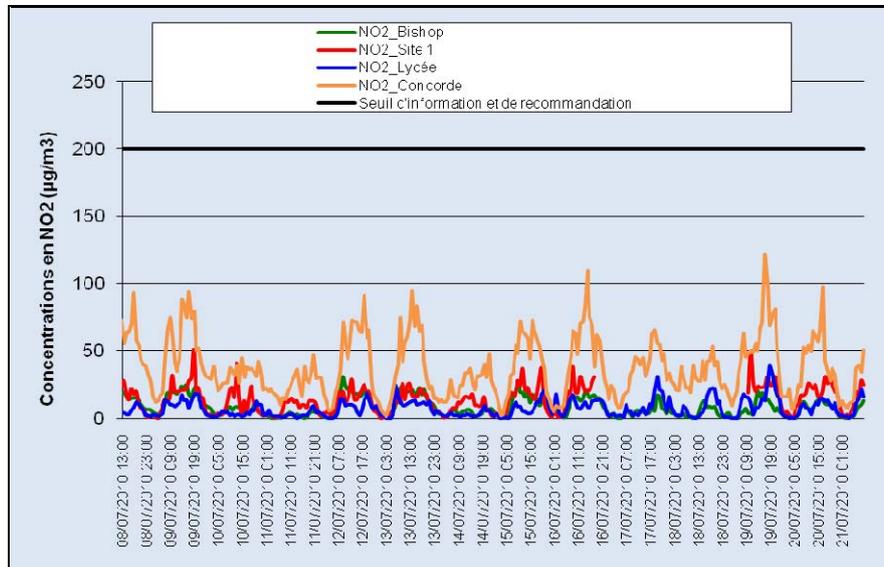


Figure V.4 : Evolution horaire des concentrations (µg/m³) en NO₂ sur la station trafic « Concorde », la station urbaine « Bishop », la station périurbaine « Lycée » et le site 1 du Marin, le long de la RN5.

La Figure V.4 représente l'évolution horaire des concentrations en NO₂, sur le site 1 du Marin et les stations fixes de MADININAIR. Les concentrations en NO₂ sur le site de mesure suivent une évolution relativement similaire aux stations fixes. Les concentrations sont bien en dessous du seuil d'information et de recommandation de 200µg/m³.

V.1.2.2 Evolution journalière

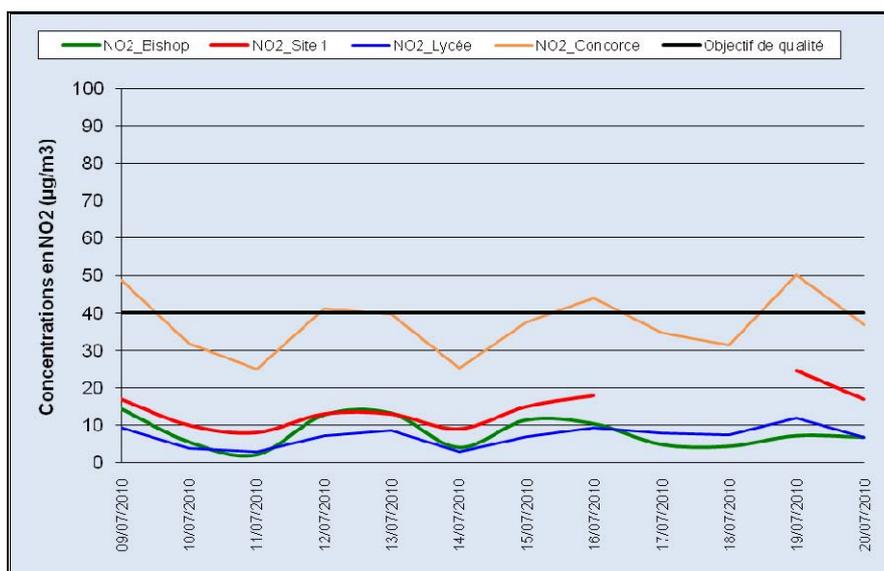


Figure V.5 : Evolution journalière des concentrations (µg/m³) en NO₂ sur la station trafic « Concorde », la station urbaine « Bishop », la station périurbaine « Lycée » et le site 1 du Marin, le long de la RN5.



La Figure V.5 représente l'évolution journalière des concentrations en NO₂ sur le site 1 du Marin et les stations fixes de MADININAIR. Les concentrations mesurées sur ce site sont relativement constantes.

Remarque : la période a été marquée par des coupures de courant à l'origine du manque de données le 17 et 18 juillet 2011.

V.1.2.1 Tableau des normes

Sites de mesure	NO ₂		
	Concentration moyenne (µg/m ³)	Maximum horaire (µg/m ³)	Maximum journalier (µg/m ³)
Concorde Station trafic	37	127	50
Renéville Station trafic	22	51	27
Lycée Station périurbaine	7	39	12
Bishop Station urbaine	8	31	14
Musée Station urbaine	8	32	13
Schœlcher Station urbaine	6	25	8
Lamentin Station urbaine	9	53	22
Site 1 : Marin	14	51	25

Tableau V.2 : Concentration moyenne, concentration maximale horaire et journalière (µg/m³) en NO₂ sur les stations fixes de MADININAIR et le site 1 du Marin, le long de la RN5.

La concentration moyenne sur le site 1 du Marin est plus élevée que les concentrations moyennes mesurées sur les stations urbaines (Tableau V.2) sur cette période. Cependant, l'objectif de qualité de 40µg/m³ de NO₂ est respecté.

La concentration maximum horaire en NO₂ de 51µg/m³ a été mesuré le 09 juillet 2010 à 19:00 et n'atteint pas le seuil d'information et de recommandation de 200µg/m³.

De plus, la concentration moyenne sur la période pour les oxydes d'azote, NO_x, est de 16µg/m³, inférieure à la valeur limite annuelle de 30µg/m³ pour la végétation.

Il est, cependant, remarquable que durant les mois de juillet-août, lors des vacances scolaires, les concentrations en NO₂ sont plus élevées sur le site de mesure que sur les stations fixes de Madininair. De plus, la RN5 traversant la commune du Marin est la principale route reliant les communes du Sud au centre d'activité de la Martinique.



V.1.2.2 Profil journalier

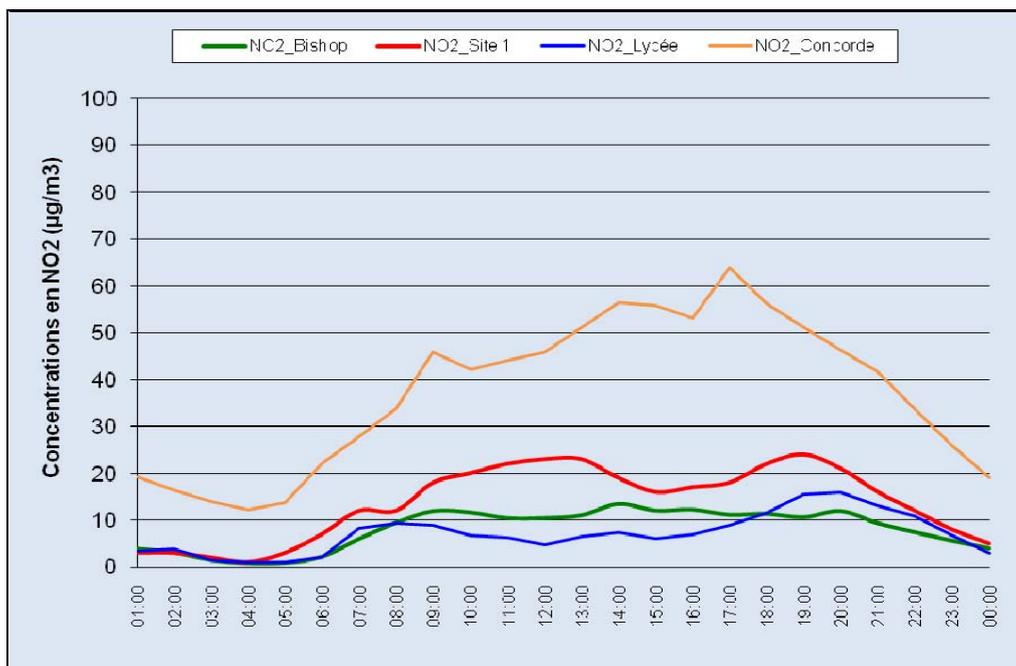


Figure V.6 : Profil journalière des concentrations ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en NO_2 sur la station trafic « Concorde », la station urbaine « Bishop », la station périurbaine « Lycée » et le site 1 du Marin, le long de la RN5.

Le profil journalier des concentrations en NO_2 (Figure V.6) diffère des profils des stations fixes. En effet, les concentrations augmentent progressivement à partir de 7h00 pour atteindre le maximum à 13h00, puis une diminution dans l'après-midi et une augmentation jusqu'à 19h00. Ce profil reflète certainement le flux de vacanciers passant dans la commune.

V.1.3 Les poussières fines, PM_{10}

Suite à des problèmes techniques de l'appareil de mesure en continu. Aucune mesure en PM_{10} n'a pu être réalisée sur ce site.

V.2. Résultats du site 2 : Parking Annette

V.2.1 Dioxyde de Soufre, SO₂

V.2.1.1 Evolution horaire

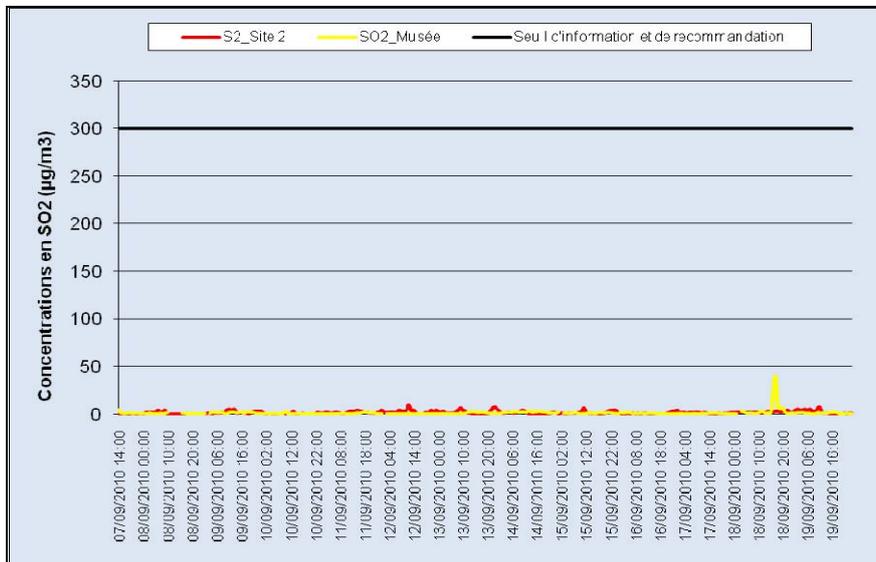


Figure V.7 : Evolution horaire des concentrations en SO₂ (µg/m³) sur la station urbaine « Musée » et le site 2 du Marin, le parking d'Annette.

La Figure V.7 représente l'évolution horaire des concentrations en SO₂ sur le site de mesure, le parking d'Annette. Les concentrations sont constantes et faibles sur la période de mesure. Le seuil d'information et de recommandation n'est pas dépassé.

V.2.1.2 Evolution journalière

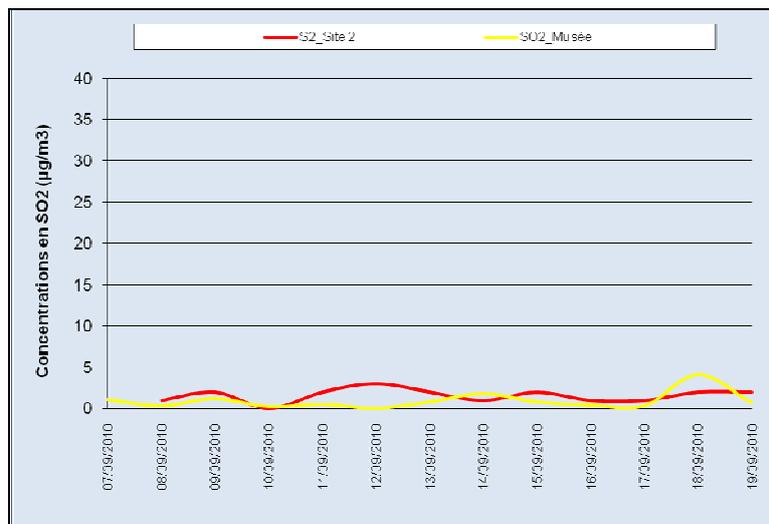


Figure V.8 : Evolution journalière des concentrations en SO₂ (µg/m³) sur la station urbaine « Musée » et le site 2 du Marin, le parking d'Annette.



La Figure V.8 représente l'évolution journalière des concentrations en SO₂ sur le site de mesure, le parking d'Annette. Les concentrations sont faibles avec un maximum journalier de 3µg/m³. Aucun dépassement de la valeur limite journalière de 125µg/m³.

V.2.1.3 Tableau des moyennes

	Moyenne (µg/m ³)	Maximum horaire (µg/m ³)	Maximum journalier (µg/m ³)
Station urbaine Musée	1	40 Le 18/09/10 à 17:00	4 Le 18/09/10
Site 2	2	9 Le 12/09/10 à 12:00	3 Le 12/09/10

Tableau V.3 : Comparaison des concentrations en SO₂ (µg/m³) mesurées sur le site 2 et une station fixe urbaine de Fort-de-France.

La concentration moyenne en SO₂ mesurée sur la période est de 2 µg/m³, légèrement plus élevée que la concentration mesurée sur le site urbain de Fort-de-France, sur la même période. Cependant, la valeur limite annuelle pour la protection de la santé de 50µg/m³ est largement respectée.

V.2.1.4 Profil journalier

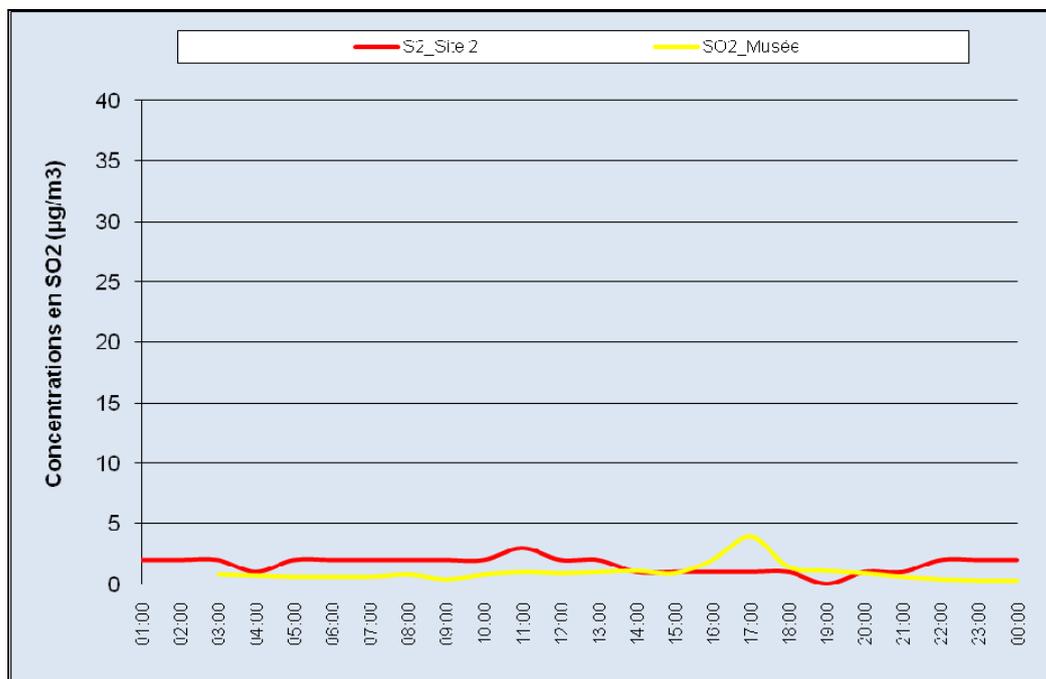


Figure V.9 : Profil journalier des concentrations en SO₂ (µg/m³) sur la station urbaine « Musée » et le site 2 du Marin, le parking d'Annette.

La Figure V.9 représente le profil journalière des concentrations en SO₂ sur le site de mesure, le parking d'Annette. Les concentrations sont constantes tout au long de la journée.



V.2.2 Dioxyde d'azote, NO₂

V.2.2.1 Evolution horaire

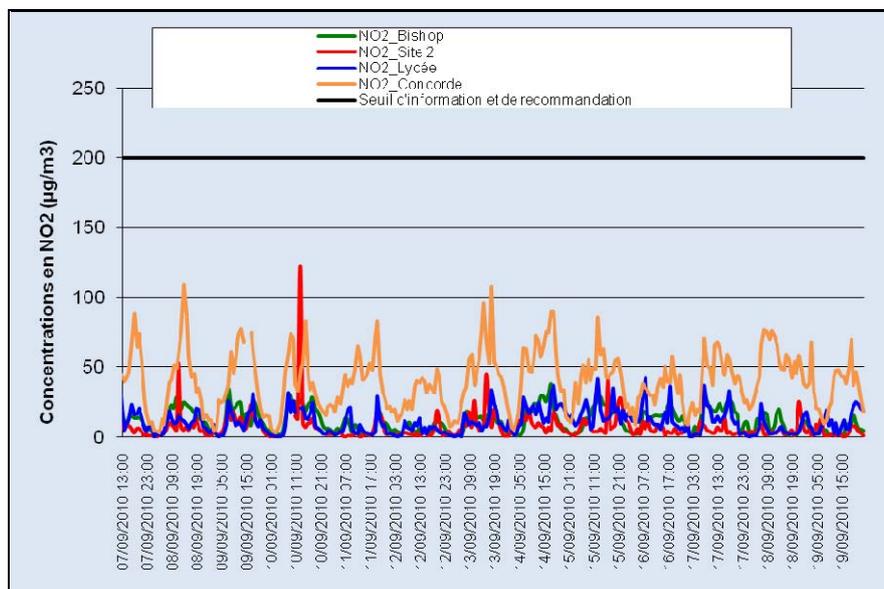


Figure V.10 : Evolution horaire des concentrations en NO₂ (µg/m³) sur la station trafic « Concorde », la station urbaine « Bishop », la station périurbaine « Lycée » et le site 2 du Marin, le parking d'Annette.

La Figure V.10 représente l'évolution horaire des concentrations en NO₂ sur le site de mesure, le parking d'Annette. L'évolution des concentrations en NO₂ semble correspondre à l'évolution d'une station urbaine. Un pic isolé est observé le 10/09/10 à 13h00. Cependant, le seuil d'information et de recommandation n'est pas atteint.

V.2.2.2 Evolution journalière

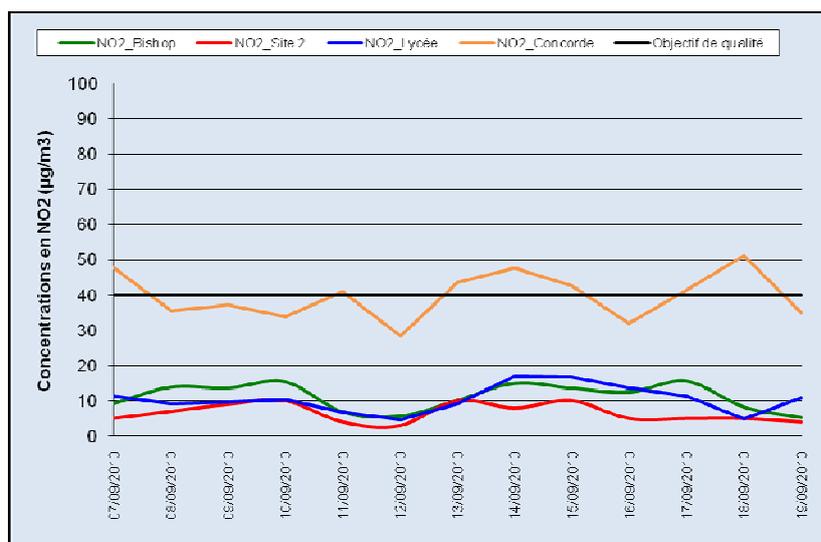


Figure V.11 : Evolution journalière des concentrations en NO₂ (µg/m³) sur la station trafic « Concorde », la station urbaine « Bishop », la station périurbaine « Lycée » et le site 2 du Marin, le parking d'Annette.



La Figure V.11 représente l'évolution journalière des concentrations en NO₂ sur le site de mesure, le parking d'Annette. Les concentrations sont constantes tout au long de la période de mesure.

V.2.2.3 Tableau des moyennes

	Moyenne (µg/m ³)	Maximum horaire (µg/m ³)	Maximum journalier (µg/m ³)
Station trafic Concorde	39	110 08/09/10 à 14:00	51 Le 18/09/2010
Station trafic Renéville	19	54 15/09/10 à 8:00	27 Le 08/09/2010
Station urbaine Bishop	7	38 14/09/10 à 18:00	16 Le 17/09/2010
Station urbaine Musée	9	31 14/09/10 à 8:00	14 Le 15/09/2010
Station urbaine Schœlcher	8	30 18/09/10 à 20:00	12 Le 14/09/2010
Station périurbaine Lycée	10	42 16/09/10 à 8:00	17 Le 15/09/2010
Site 2	11	122 10/09/10 à 13:00	10 Le 10/09/2010

Tableau V.4 : Comparaison des concentrations en NO₂ (µg/m³) mesurées sur le site 2 du Marin et une station fixe de Fort-de-France.

Le site de mesure enregistre des concentrations en NO₂ de même ordre de grandeur que la station urbaine avec le maximum journalier bien inférieure à celles mesurées sur les sites trafics. Les valeurs des concentrations en NO₂ sur ce site 2 sont bien en dessous des normes en vigueur.

V.2.2.4 Profil journalier

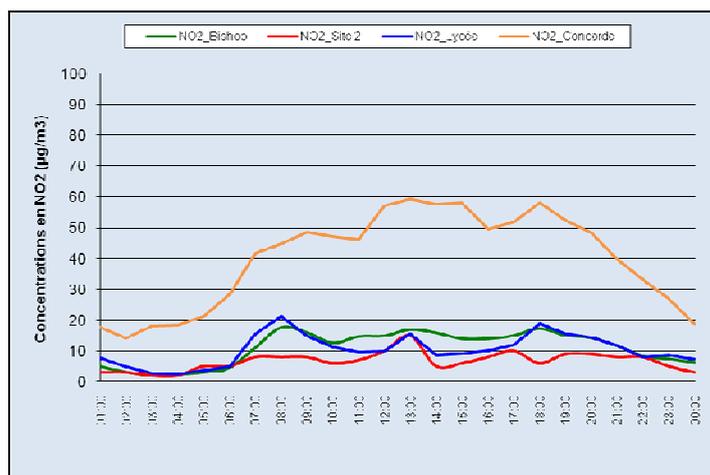


Figure V.12 : Profil journalier des concentrations en NO₂ (µg/m³) sur la station trafic « Concorde », la station urbaine « Bishop », la station périurbaine « Lycée » et le site 2 du Marin, le parking d'Annette.

La Figure V.12 représente le profil journalière des concentrations en NO₂ sur le site de mesure, le parking d'Annette. Les concentrations sont constantes tout au long de la journée, avec un pic à 13h00.



V.2.3 Les poussières, PM10

V.2.3.1 Evolution horaire

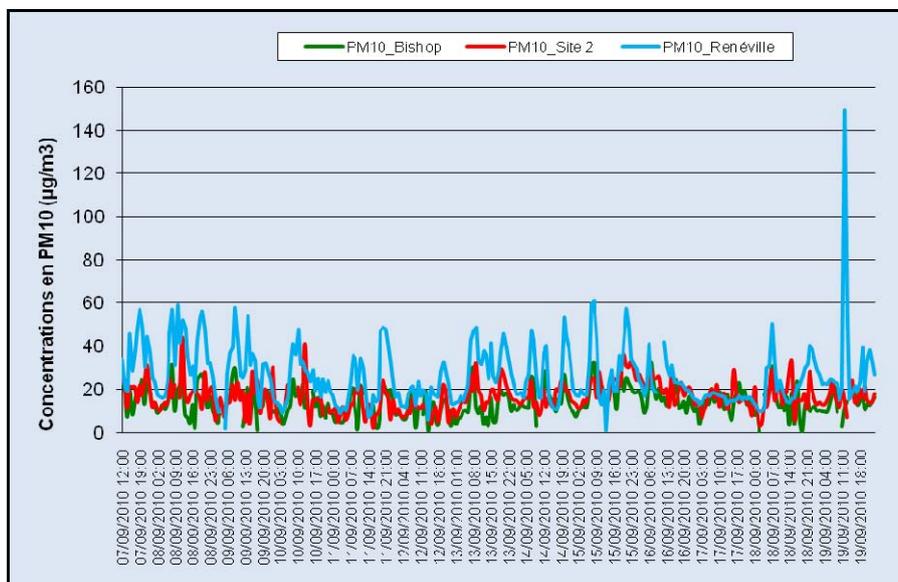


Figure V.13 : Evolution horaire des concentrations en PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) sur la station trafic « Renévile », la station urbaine « Bishop » et le site 2 du Marin, le parking d'Annette.

La Figure V.13 représente l'évolution horaire des concentrations en PM10 sur le site de mesure, le parking d'Annette. L'évolution des concentrations en PM10 suivent l'évolution des concentrations mesurées par la station urbaine.

V.2.3.2 Evolution journalière

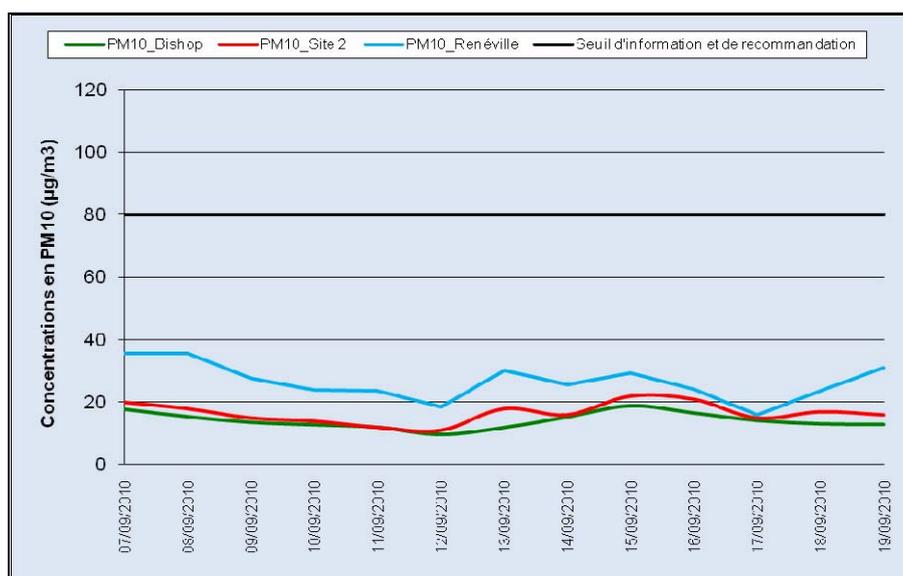


Figure V.14 : Evolution journalière des concentrations en PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) sur la station trafic « Renévile », la station urbaine « Bishop » et le site 2 du Marin, le parking d'Annette.



La Figure V.14 représente l'évolution journalière des concentrations en PM10 sur le site de mesure, le parking d'Annette. 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.2.3.3 Tableau des moyennes

	Moyenne (µg/m3)	Maximum horaire (µg/m3)	Maximum journalier (µg/m3)
Station trafic Renéville	26	149 Le 19/09/2010 à 12:00	35 Le 07-08/09/2010
Station urbaine Bishop	14	33 Le 16/09/2010 à 07:00	19 Le 15/09/2010
Station urbaine Musée	17	43 Le 14/09/2010 à 08:00	25 Le 15/09/2010
Station urbaine Schœlcher	20	44 Le 02/09/2010 à 17:00	26 Le 15/09/2010
Site 2	14	44 Le 07/09/2010 à 12:00	22 Le 15/09/2010

Tableau V.5 : Comparaison des concentrations en PM10 (µg/m3) mesurées sur le site 2 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. La valeur limite pour la protection de la santé est respectée sur la période.

V.2.3.4 Profil journalier

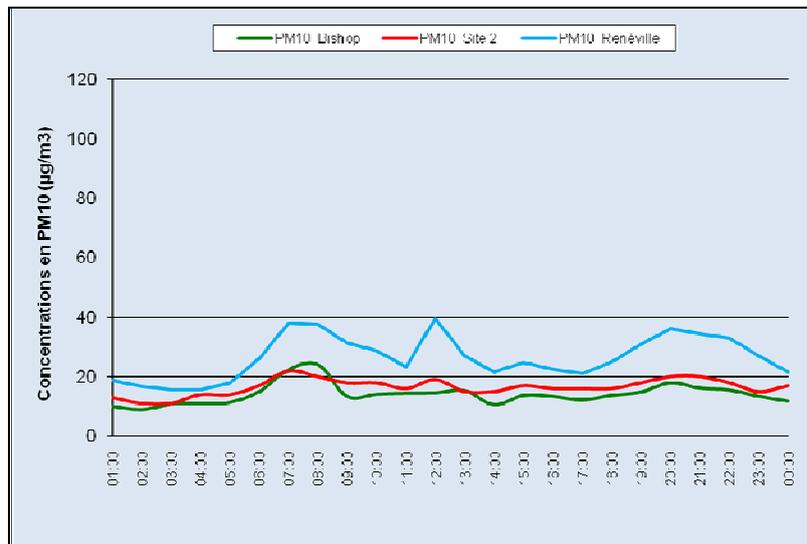


Figure V.15 : Profil journalier des concentrations en PM10 (µg/m3) sur la station trafic « Renéville », la station urbaine « Bishop » et le site 2 du Marin, le parking d'Annette.

La Figure V.15 représente le profil journalier des concentrations en PM10 sur le site de mesure, le parking d'Annette. 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 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 trois sites de mesure (le site 4, le site 5 et le site 8) 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.

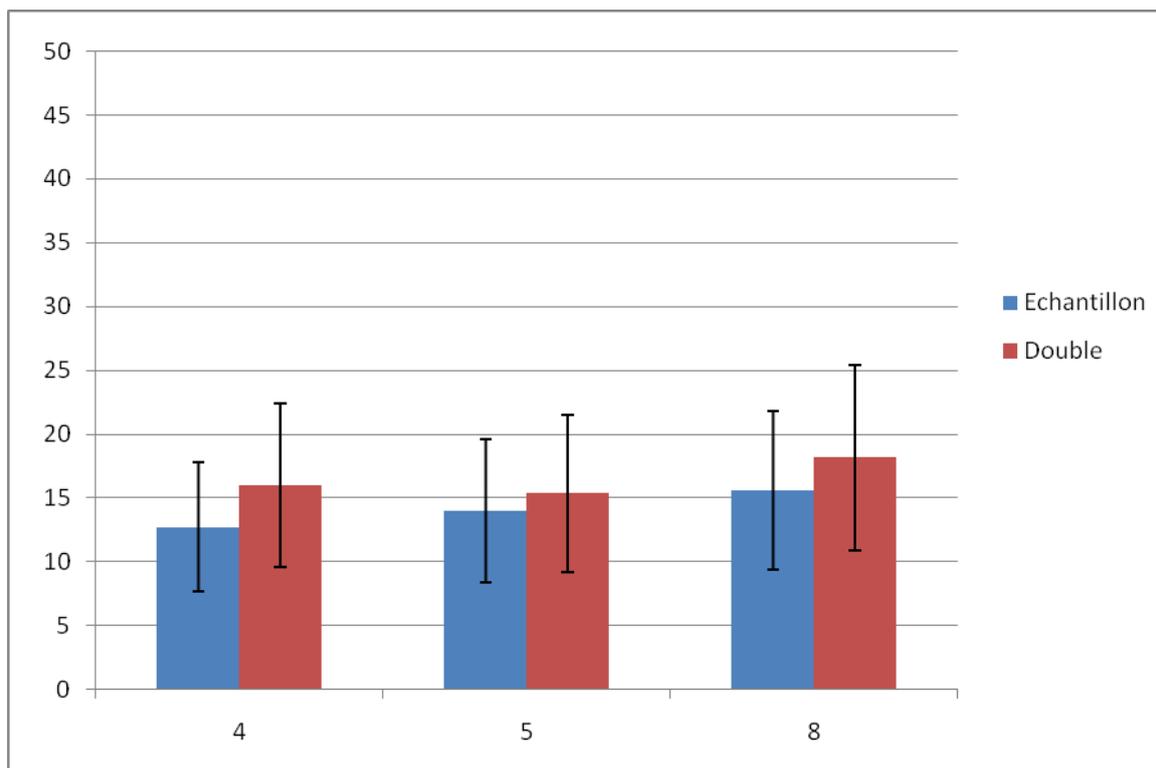


Figure VI.1 : Ecarts des concentrations ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) entre le doublet durant les campagnes de mesure.

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

**VI.2.Résultats et Interprétation**

Tubes	C1	C2	C3	C4	Moyenne	Tubes	C1	C2	C3	C4	Moyenne
1	16.9	19.8	18.2	22.3	19	37	1.1	1.6	1.7	2.0	2
2	13.5	12.7	12.5	15.2	13	38	0.8	1.5	1.2	2.3	1
3	2.9	2.8	3.8	5.0	4	39	1.1	1.5	1.5	1.5	1
4	13.1	12.5	14.7	10.6	13	40	1.2	1.9	1.9	0.4	1
5	13.6	12.2	14.7	15.6	14	41	0.3	1.2	0.5	0.1	1
6	16.0	14.3	17.8	11.1	15	42	0.3	0.7	4.3	1.2	2
7	9.3	7.7	8.6	10.2	9	43	0.1	0.6	0.8		0.5
8	18.1	12.8	17.1	14.2	16	44	0.1	1.5	0.5		1
9	12.4	15.6	13.2	15.1	14	45		1.6	1.9	3.8	2
10	19.2	13.9	20.0	13.3	17	46		1.2	1.3	1.9	1
11	18.5	13.7	19.0	15.2	17	47	0.8	1.0	0.9	1.6	1
12	19.5	15.4	20.8	16.4	18	48	1.1	1.0		1.6	1
13	13.6	11.6	12.0	16.6	13	49	4.1	3.5	3.4	3.7	4
14	0.1	7.4	7.8	10.0	6	50		4.1		8.7	6
15	7.6	7.5		7.3	7	51	0.5	0.9	0.1		0.5
16	1.8	1.8	0.3	2.1	1	52	0.7	0.9	0.1	0.7	1
17	0.7	0.9	1.1	1.5	1	53	0.3	0.9	3.1	0.7	1
18	1.0	1.0	1.9	0.8	1	54	0.1	0.9	1.2	0.9	1
19	0.1	0.6	0.4	0.4	0.4	55	3.4	4.7	3.8	2.7	4
20	1.5			2.1	2	56	6.1	7.5	7.1	5.9	7
21	5.7	5.4	5.5	4.6	5	57	4.6	4.1	3.2	3.1	4
22	0.5	2.1	1.1		1	58	2.0	3.5	2.8		3
23	1.1	1.9	1.3	1.6	1	59	0.3	1.3	1.3	0.1	1
24	3.8	4.1	4.3	3.8	4	60	0.1	0.6	0.8	0.7	1
25	0.1	1.8	1.7	0.9	1	61	4.2	3.7	4.0	4.0	4
26	1.4	1.2	1.2	1.2	1	62	0.8	0.0	0.4	1.6	1
27	13.4	12.0	12.4	14.7	13	63	0.2	0.4	0.4	0.7	0.4
28	7.3	6.7	7.0	8.1	7	64	0.2	0.1	1.3	1.2	1
29	4.7	4.3	2.8	4.2	4	65	3.3	3.8	0.5	3.4	3
30	6.5	5.6	4.9	5.7	6	66		3.1	2.6	3.1	3
31	3.8	3.5	3.1	4.6	4	67		8.9	8.8	10.3	9
32	2.5	2.8	2.7	3.4	3	68	3.7	2.9	3.2	3.6	3
33	0.7	1.0	1.2	1.1	1	69	1.9	3.1	2.6	2.6	3
34	0.2	0.7	0.7	1.1	1	70	6.6	5.4	5.4	7.3	6
35	4.9	4.6	4.3	5.2	5	71	5.9	5.7	4.4	4.0	5
36	4.4	2.8	3.0	3.9	4	72	0.3	1.3	1.7	4.2	2

Tableau VI.1 : Concentrations moyennes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en NO_2 mesurées aux différents points de prélèvement.

Les concentrations les plus élevées (Tableau VI.1) sont mesurées durant la campagne 4, durant le mois de juillet. En effet, le Marin est une commune de passage de nombreux vacanciers qui rejoignent les plages du sud de l'île. C'est également le port le plus important du sud de l'île où de nombreux touristes peuvent faire escales.

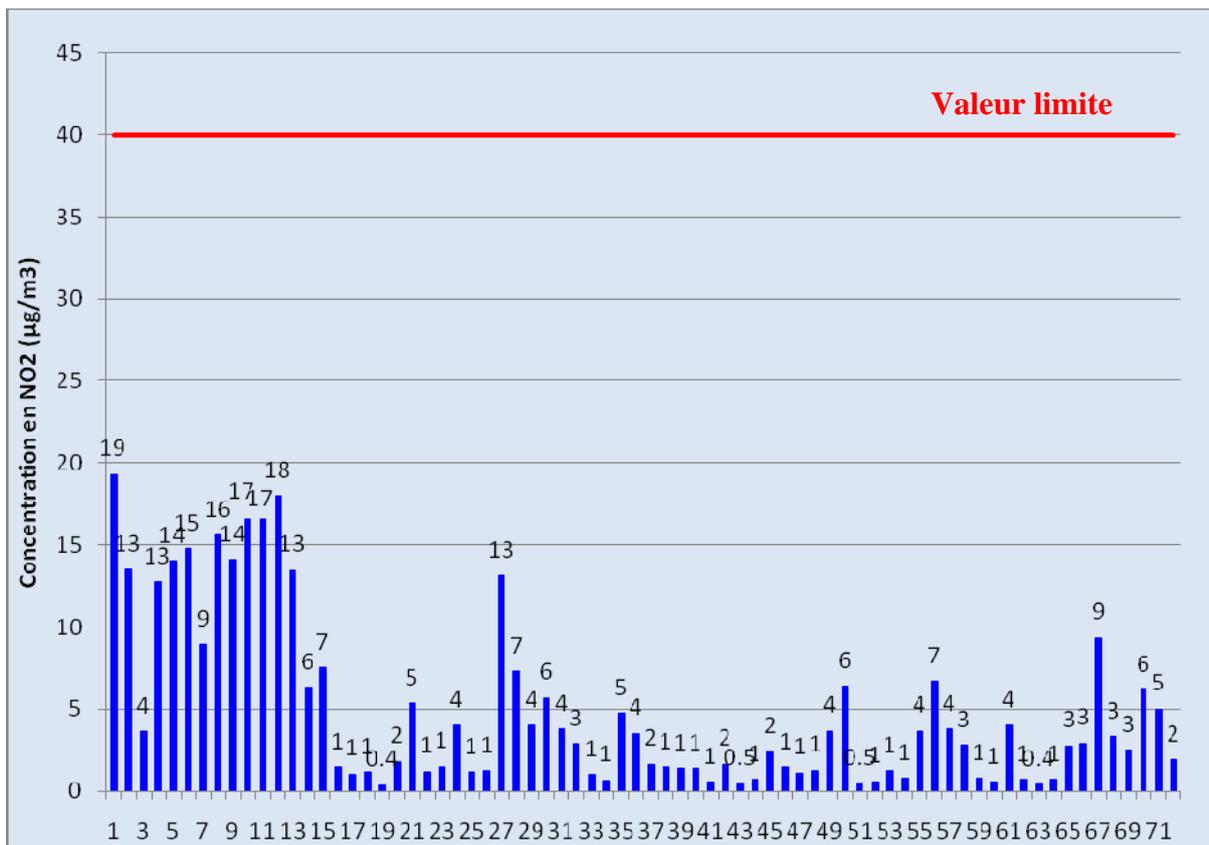


Figure VI.2 : Concentrations moyennes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en NO_2 mesurées aux différents points de prélèvement.

Le Tableau VI.1 et la Figure VI.2 représentent les concentrations en 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 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 $19\mu\text{g}/\text{m}^3$ est mesurée au point 1. Le long de la RN5 en amont de la Pointe Borgnèse en direction du bourg du Marin.

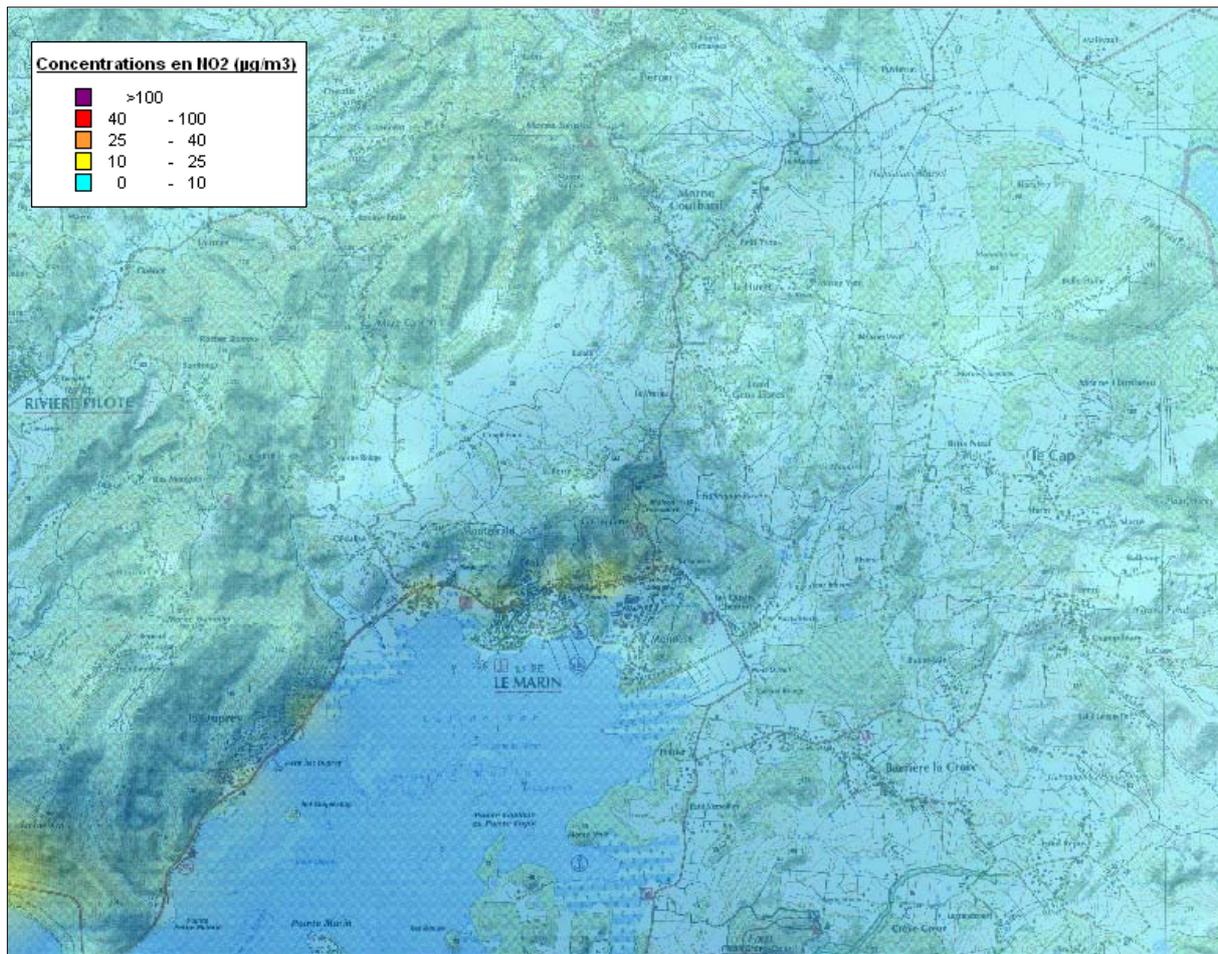


Figure VI.3 : Dispersion de la pollution automobile sur la commune de Marin de mai à juillet 2010.

La carte, ci-dessus (Figure VI.3), révèle que les concentrations les plus élevées sont mesurées le long de la RN5. 79% de ces points sont supérieurs à la valeur de $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ (points jaunes sur la carte). Ces points sont situés essentiellement au niveau des intersections et dans le bourg du Marin. En effet, les concentrations les plus élevées sont observées sur le RN5 en amont de la Pointe Brognèse en direction du bourg du Marin, sur la RN5 en amont de l'intersection entre la RN6 et la D9 en direction de Sainte-Anne, à l'intersection entre la RN5 et la RN8 et aux intersections de la RN5 avec les routes menant au bourg du Marin.

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



VII. Conclusion

La mise en place du camion laboratoire dans la commune du Marin a été réalisée sur 2 sites :

- le long de la RN5, à proximité des riverains du bourg en juillet 2010
- sur le parking d'Annette, à proximité de la RN5 et des boutiques du bourg en septembre 2010

Celle-ci a permis d'établir une représentation temporelle de l'évolution horaire et journalière des concentrations en NO₂, SO₂ et PM₁₀. Cette étude a été complétée par une évaluation spatiale de la pollution automobile sur la commune de Marin de mai à juillet 2010.

Lors de la première étude, par camion laboratoire, la concentration moyenne en SO₂ est en dessous des normes environnementales, sur les 2 sites de mesure. Ce polluant étant émis principalement par le secteur industriel, le bourg du Marin ne dénombre aucune source principale de SO₂.

Sur le site 1, le long de la RN5, la concentration moyenne en NO₂, sur la période, est supérieure aux concentrations moyennées sur la même période sur les sites urbains de Madininair.

Sur le site 2, dans le parking d'Annette, la concentration moyenne en NO₂ et les maxima horaires et journaliers sont du même ordre de grandeur que les stations fixes urbaines.

Sur ces deux sites, les concentrations moyennes en NO₂ respectent les normes environnementales.

Sur le site 2, dans le parking d'Annette, la concentration moyenne et les maxima en PM₁₀ respectent la valeur limite pour la protection de la santé annuelle et journalière.

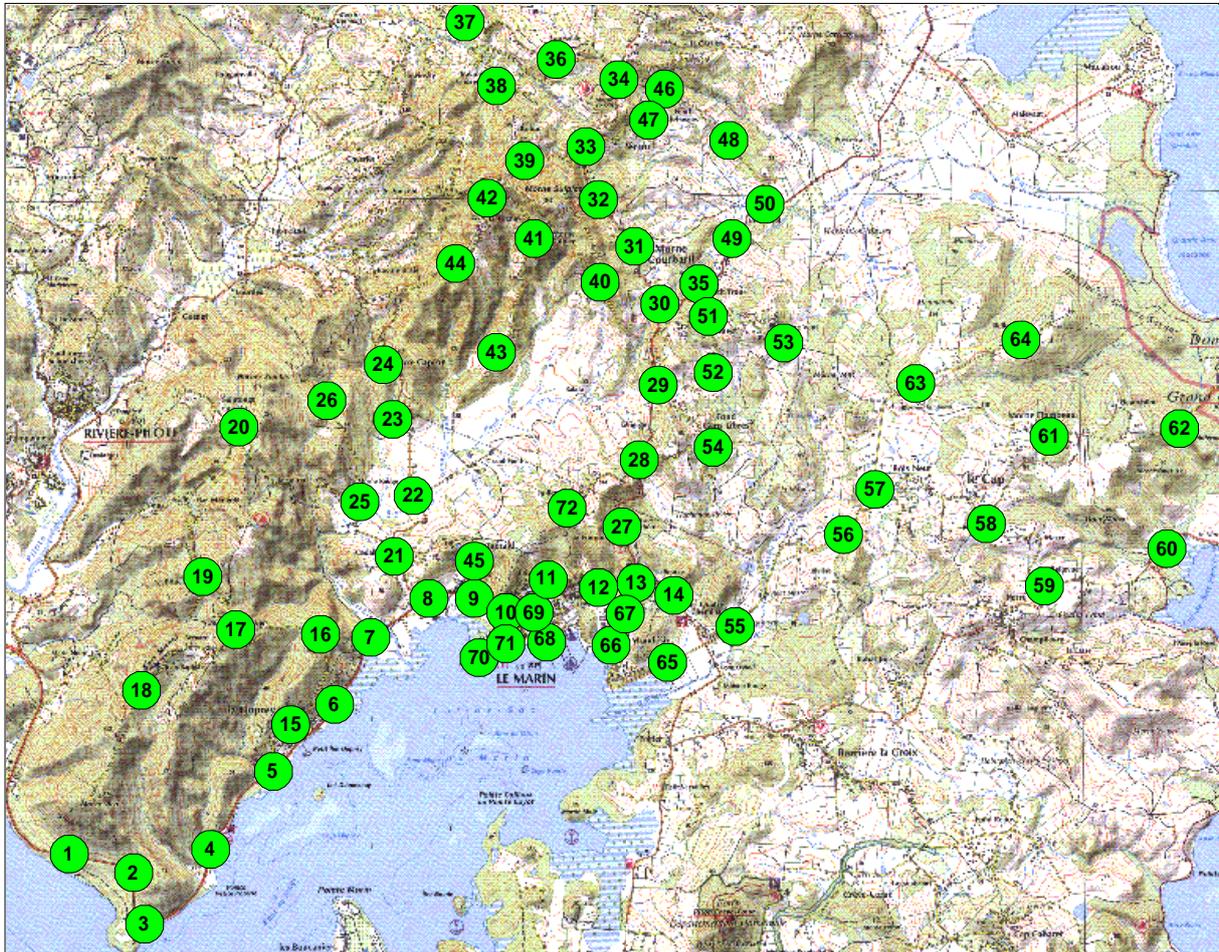
Il est toutefois notable de constater que sur une commune du sud de la Martinique, les concentrations en NO₂ et PM₁₀ peuvent atteindre, voire dépasser les concentrations relevées sur des points de mesure implantés en plein milieu urbain. Cela montre que la problématique de la pollution automobile est liée de manière importante aux axes routiers menant à la capitale.

En effet, l'étude de dispersion de la pollution automobile par tubes passifs NO₂ 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.

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 du Marin.