



# ÉTUDE DE LA QUALITÉ DE L'AIR

- PAR TUBES PASSIFS -

**Commune du Robert**  
**- JANVIER À MARS 2010 -**

Ref : 03/11/ROB2010

Parution : mars 2011  
Rédacteur : C. Boullanger





## Sommaire

<b>I. PRESENTATION DE L'ETUDE .....</b>	<b>4</b>
<b>II. CONTEXTE DE D'ETUDE.....</b>	<b>5</b>
II.1. LE DIOXYDE D'AZOTE (NO <sub>2</sub> ) .....	5
II.1.1 <i>Origine et sources</i> .....	5
II.1.2 <i>Réglementation et Norme</i> .....	5
II.1.3 <i>Effet sur la santé</i> .....	6
II.1.4 <i>Effet sur l'environnement</i> .....	6
II.2. CAMPAGNES DE MESURE.....	6
<b>III. MATERIELS ET METHODE.....</b>	<b>7</b>
III.1. SUR SITE .....	7
III.1.1 <i>Prélèvement</i> .....	7
III.1.2 <i>Analyse</i> .....	8
<b>IV. RESULTATS ET DISCUSSION .....</b>	<b>9</b>
IV.1. FIABILITE DE LA METHODE.....	9
IV.2. DONNEES METEOROLOGIQUES .....	10
IV.3. RESULTATS ET INTERPRETATION .....	11
IV.4. COMPARAISON AVEC 2008.....	14
<b>V. CONCLUSION.....</b>	<b>15</b>
<b>VI. ANNEXES.....</b>	<b>16</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 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 évaluer la qualité de l'air sur tout le territoire, notamment sur différentes zones où aucune mesure en continu n'est réalisée.

La majorité des communes importantes de la Martinique ayant fait l'objet de mesures durant les années précédentes, il était nécessaire de renouveler les données sur certaines d'entre elles.

Suite aux études réalisées en 2002 et 2008 sur la commune du Robert, les mesures enregistraient des concentrations en polluant automobile, NO<sub>2</sub>, non négligeables. En effet, cette commune est traversée par un réseau filaire dense (plus de 15 000 véhicules par jour). Une étude a ainsi été réalisée en 2010 dans le but de renouveler les données, nous permettant d'évaluer l'évolution éventuelle du trafic dans cette zone, de préparer le SRCAE (Schéma Régionale Climat Air Energie) en devenir pour la Région Martinique, et de fournir une aide éventuelle à la décision locale (Ville de Robert) sur des projets concernant l'urbanisme, les transports ou l'environnement en général, ...

**Le but de cette étude est donc d'évaluer la quantité de dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> présente sur différents sites du Robert, et de confronter les résultats obtenus avec les normes en vigueur. 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, comparable à celle réalisée en 2008.**

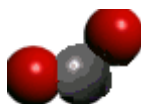




## II. Contexte de d'étude

### II.1. Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

#### II.1.1 Origine et sources



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.

#### II.1.2 Réglementation et Norme

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur de la norme (µg/m <sup>3</sup> )
<b>Horaire</b> (santé)	<b>Valeur Limite horaire</b> (décret 2010-1250 du 21/10/10)	<b>200</b> (18 dépassements autorisés)
	<b>Seuil d'information et de recommandation</b> (AP051784 du 14/06/05)	<b>200</b>
	<b>Seuil d'alerte</b> (AP 051784 du 14/06/05)	<b>400</b>
	<b>Valeur OMS 2005</b>	<b>200</b>
<b>Année</b> (santé)	<b>Valeur Limite annuelle</b> (décret 2010-1250 du 21/10/10)	<b>40</b>
<b>Année</b> (écosystème) <b>Valeurs en NOX</b>	<b>Valeur Limite annuelle</b> (décret 2010-1250 du 21/10/10)	<b>30</b>
	<b>Valeur OMS 2005</b> Niveau critique pour la protection de la végétation	<b>30</b>
<b>Seuil d'évaluation NO2</b> <b>Santé</b> (horaire)	<b>Seuil supérieur</b>	<b>140</b> (18 dépassements autorisés)
	<b>Seuil inférieur</b>	<b>100</b> (18 dépassements autorisés)
<b>Seuil d'évaluation NO2</b> <b>Santé</b> (annuel)	<b>Seuil supérieur</b>	<b>32</b>
	<b>Seuil inférieur</b>	<b>26</b>
<b>Seuil d'évaluation NOX</b> <b>Végétation</b> (annuel)	<b>Seuil supérieur</b>	<b>24</b>
	<b>Seuil inférieur</b>	<b>19,5</b>

Tableau II.1 : Normes du dioxyde d'azote.



### II.1.3 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 dans les grandes agglomérations, 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

### II.1.4 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.2. Campagnes de mesure

Dans le but de fournir une étendue de la dispersion en NO<sub>2</sub> sur la commune du Robert, une étude a été mise en place sur la période de Janvier à Mars 2010.

Plusieurs séries de mesures sur les 52 sites choisis ont été réalisées (Annexe VI.0), chaque prélèvement durant en moyenne 2 semaines (Tableau II.2).

Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4
Du 04/01/2010 au 18/01/2010	Du 18/01/2010 au 03/02/2010	Du 03/02/2010 au 18/02/2010	Du 03/02/2010 au 04/03/2010

Tableau II.2 : Période des différentes campagnes de mesure.



### III. Matériels et méthode

#### III.1. Sur site

##### III.1.1 Prélèvement



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.1.2 Analyse

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 et Discussion

### IV.1. Fiabilité de la méthode

- **Des tubes « blancs »** ont été placés sur le site de mesure. Les valeurs obtenues sont de l'ordre de 2 µg/m<sup>3</sup> à inférieures à la limite de détection de 0,4µg/m<sup>3</sup>, 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 20 et le site 45) permettant une répétabilité des résultats. Ces tubes sont donc censés donner des résultats identiques. On calcule donc les écarts (Ec) (Figure IV.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.

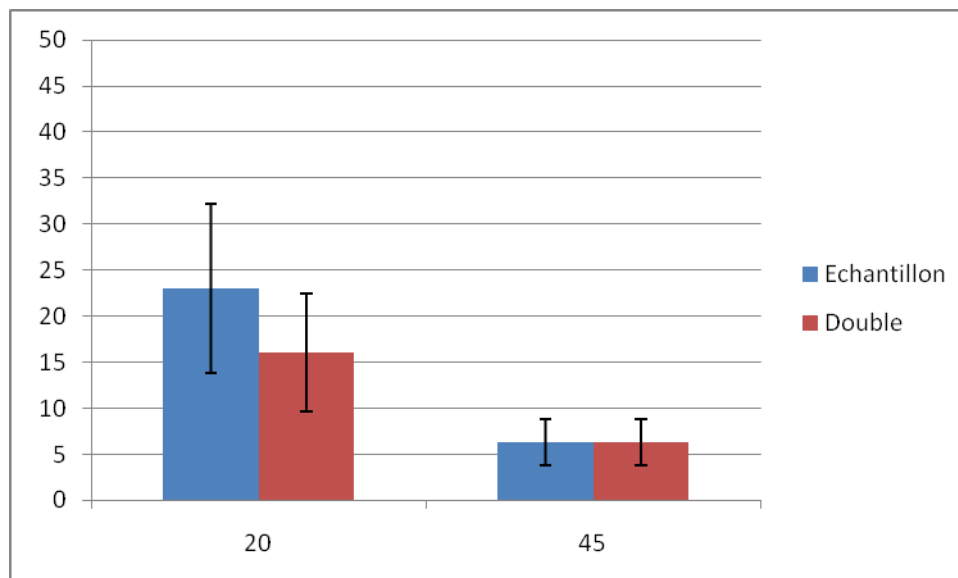


Figure IV.1 : Ecarts des concentrations (µg/m<sup>3</sup>) entre le doublet durant les campagnes de mesure.

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



## IV.2. Données météorologiques

Les conditions climatiques sont les paramètres les plus importants dans la dispersion des polluants atmosphériques. Il faut donc en tenir compte lorsque l'on compare les données des différentes campagnes (Tableau IV.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> 04/01/2010 au 18/01/2010	27	Temps majoritairement ensoleillé	2,9 Pointe max à 5,9	NON	
<b>Campagne 2</b> 18/01/2010 au 03/02/2010	26	Temps beau Pluies le 26-27/01	3,0 Pointe max à 6,0	NON	
<b>Campagne 3</b> 03/02/2010 au 18/02/2010	27	Temps ensoleillé	3,0 Pointe max à 6,9	OUI	
<b>Campagne 4</b> 18/02/2010 au 04/03/2010	26	Temps ensoleillé	2,9 Pointe max à 5,6	OUI	

Tableau IV.1 : Conditions météorologiques durant les 4 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 à soutenue sur la période, moyennée aux alentours de 3,0 m/s avec des pointes horaires maximales variant de 6 à 7 m/s selon les périodes.
  - **La direction des vents** est généralement de secteur EST dans la commune du Robert.

**Remarque :** Ces données météorologiques sont issues de la station météo de « Lycée Schœlcher » de Fort-de-France. Les données du Robert vont donc différer légèrement. La commune du Robert, située sur la côte Atlantique de la Martinique, est soumise principalement par un vent de secteur Est.



### IV.3. Résultats et Interprétation

Tubes	Moyenne	Tubes	Moyenne
1	31.6	27	9.0
2	4.2	28	2.9
3	26.3	29	5.8
4	40.2	30	2.1
5	19.9	31	1.7
6	5.1	32	0.6
7	6.9	33	1.9
8	1.0	34	2.5
9	3.6	35	1.3
10	0.1	36	0.7
11	0.9	37	0.1
12	8.3	38	0.7
13	4.8	39	2.4
14	13.2	40	2.9
15	1.5	41	1.0
16	8.7	42	9.2
17	7.4	43	5.8
18	28.3	44	6.2
19	29.1	45	6.4
20	23.4	46	15.2
21	2.6	47	2.6
22	1.4	48	38.5
23	0.1	49	11.9
24	0.9	50	20.8
25	2.0	52	3.9
26	6.2		

Tableau IV.2 : Concentrations moyennes ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en NO<sub>2</sub> mesurées aux différents points de prélèvement. En rouge, les concentrations qui dépassent la valeur limite pour la protection de la santé ; En orange, les concentrations qui dépassent le seuil d'évaluation supérieur ; En jaune, les concentrations qui dépassent le seuil d'évaluation inférieur

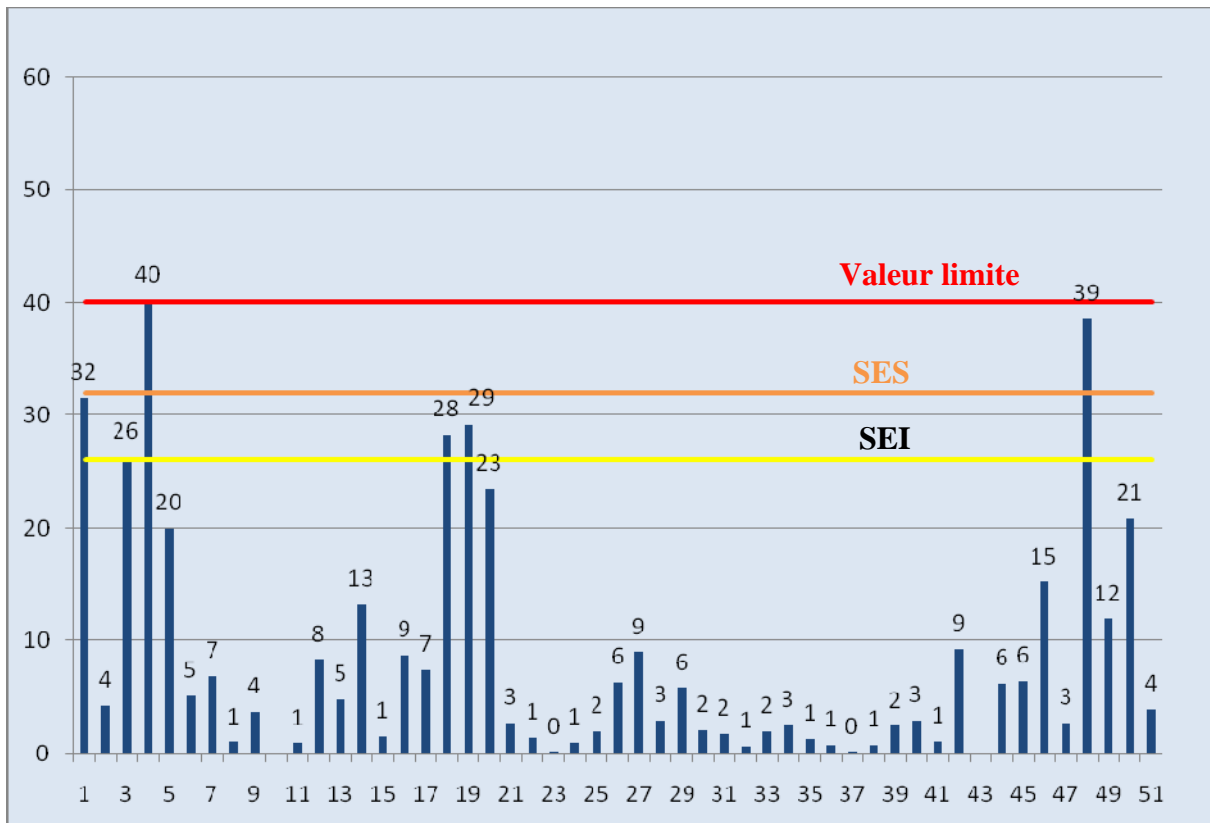


Figure IV.2 : Concentrations moyennes ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en NO<sub>2</sub> mesurées aux différents points de prélèvement.

Le Tableau IV.2 et la Figure IV.2 représentent les concentrations en NO<sub>2</sub> 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<sub>2</sub> 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 est dépassée en un point de mesure, le point 4, situé le long de la RN1, dans la grande montée menant à Trinité. En effet, cette route nationale est le principal axe menant aux communes du Nord Atlantique.

Les seuils d'évaluation supérieur et inférieur (SES et SEI) permettent de définir la stratégie de surveillance à adopter sur une zone. Ces seuils sont basés sur des valeurs annuelles et sont de  $32\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le SES et de  $26\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le SEI. Un site, situé sur la RN1, au Rond-point sud du bourg du Robert, atteint le SES et 4 sites, également situés sur la RN1, atteignent le SEI.



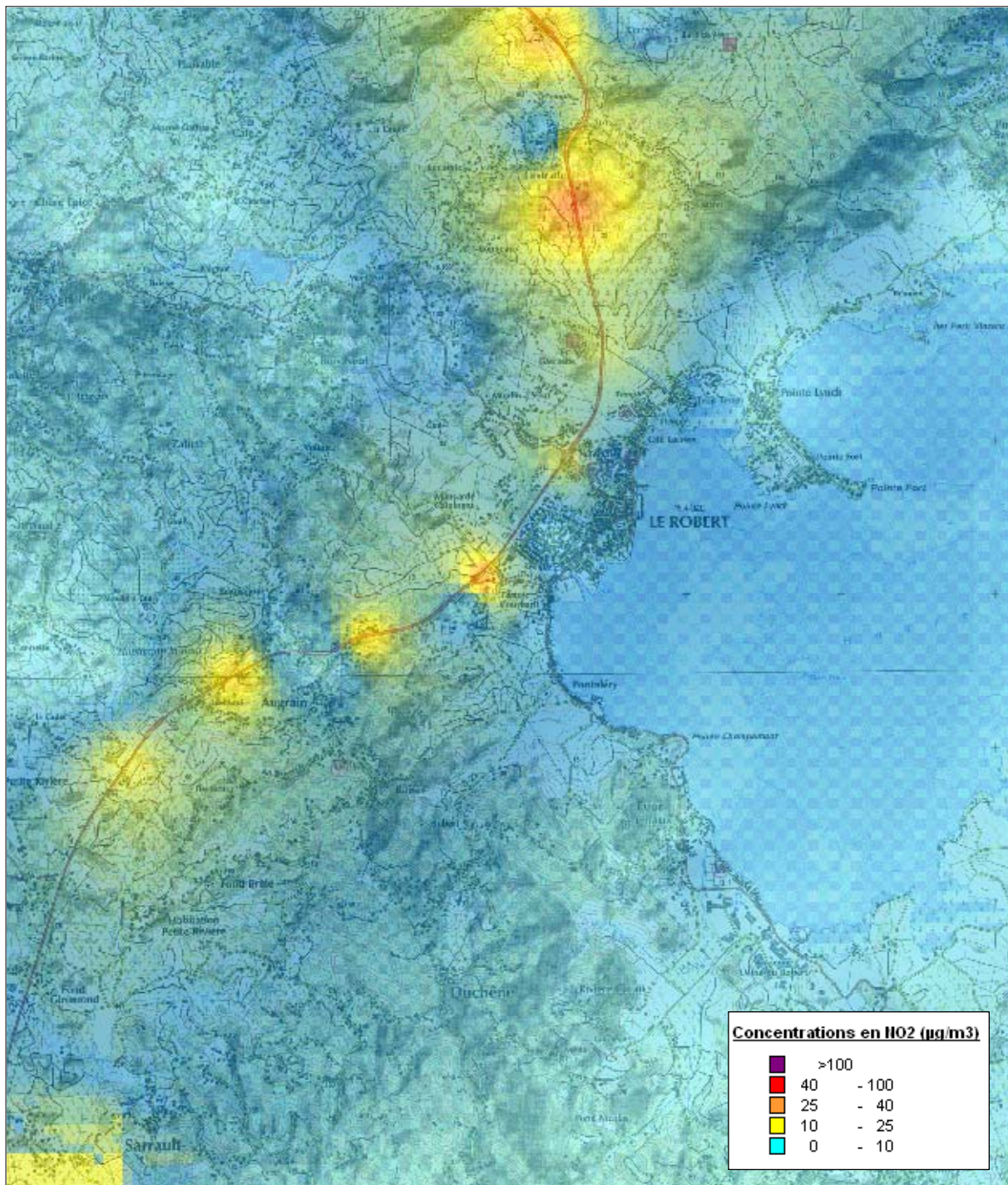


Figure IV.3 : Dispersion de la pollution automobile sur la commune du Robert de Janvier à Mars 2010.

La carte, ci-dessus (Figure IV.3), révèle que les concentrations les plus élevées sont mesurées le long de la RN1. En effet, 60% des points sur la RN1 dépassent le SEI et 20% des points atteignent le SES. Ces points sont situés essentiellement au niveau des intersections, notamment à l'intersection de la RN1 avec le quartier Augrain et Lazaret. Le SES est dépassé dans le rond-point sud du bourg du Robert et le SEI dans le rond-point menant vers le quartier Petit Galion et dans la montée en sortie du bourg du Robert en direction du Lamentin.

La valeur limite pour la protection de la santé est dépassée dans la montée menant vers Trinité (zone rouge sur la carte). De plus, le point situé sur la RN1 au niveau du rond-point sud à l'entrée du bourg du Robert enregistre une concentration de  $38,5\mu\text{g}/\text{m}^3$ . En ce point, il existe donc un risque de dépassement de la valeur limite pour la protection de la santé.





#### IV.4. Comparaison avec 2008

Que se soit lors de l'étude en 2008 et en 2010, les concentrations les plus élevées sont mesurées au niveau de la RN1.

	2008	2010
<b>RN1</b>	23	27
<b>Bourg du Robert</b>	7	8
<b>Vert-Pré</b>	3	3
<b>Zone Rurale</b>	4	3

Tableau IV.3 : Concentrations moyennes ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) de différentes zones du Robert en 2008 et en 2010.

Le Tableau IV.3 résume les concentrations moyennes mesurées dans différentes zones sur la commune du Robert lors de l'étude en 2008 puis en 2010. Les concentrations mesurées sur la RN1 semblent avoir augmenté en 2010. Cependant, les profils des concentrations sont relativement identiques d'une année sur l'autre. En effet, les concentrations les plus élevées sont enregistrées aux mêmes points de mesure (Figure IV.4).

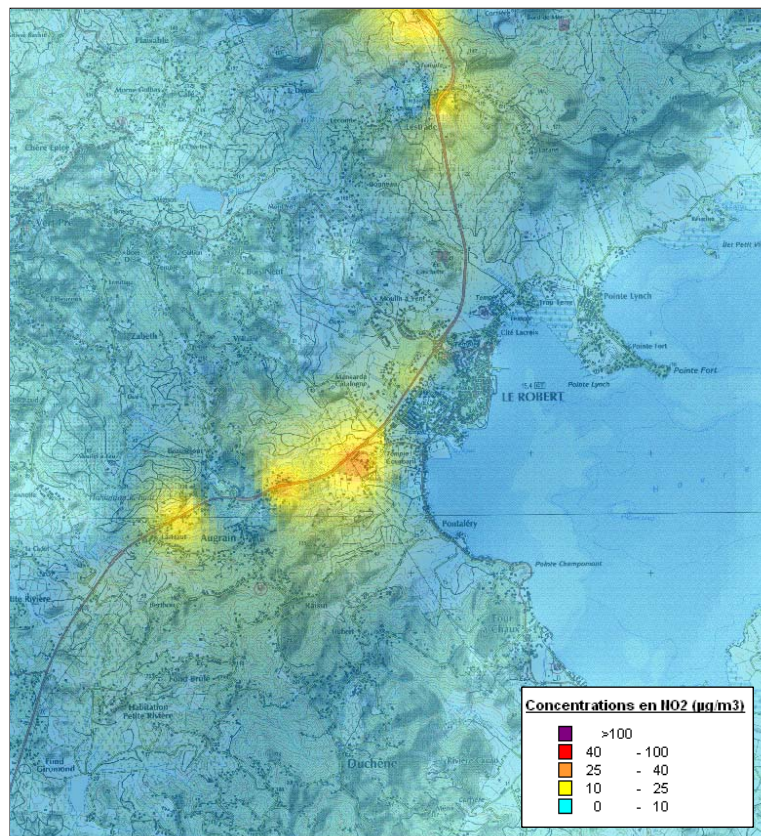


Figure IV.4 : Dispersion de la pollution automobile sur la commune du Robert en 2008.



## V. Conclusion

Durant ces campagnes, les concentrations les plus élevées en NO<sub>2</sub> sont mesurées essentiellement sur la RN1, notamment aux niveaux des intersections et de la montée vers le Nord Atlantique. En effet, la RN1 est l'axe principal reliant le centre de la Martinique aux communes du Nord Atlantique, à l'origine d'un flux de véhicule dense (plus de 15 000 véhicules par jour).

La commune du Robert voit sa circulation augmentée depuis quelques années, cause d'une population plus dense.

**En effet, les concentrations moyennes mesurées lors de cette période dépassent la valeur limite annuelle pour la protection de la santé de 40µg/m<sup>3</sup> en un point. Ce point est situé dans la grande montée en direction de Trinité. De plus, le risque de dépassement de cette valeur limite est élevé dans le rond-point sud du bourg du Robert, point situé à proximité des riverains. En dehors de la RN1, les probabilités de dépassement de cette valeur limite sur la zone sont faibles.**

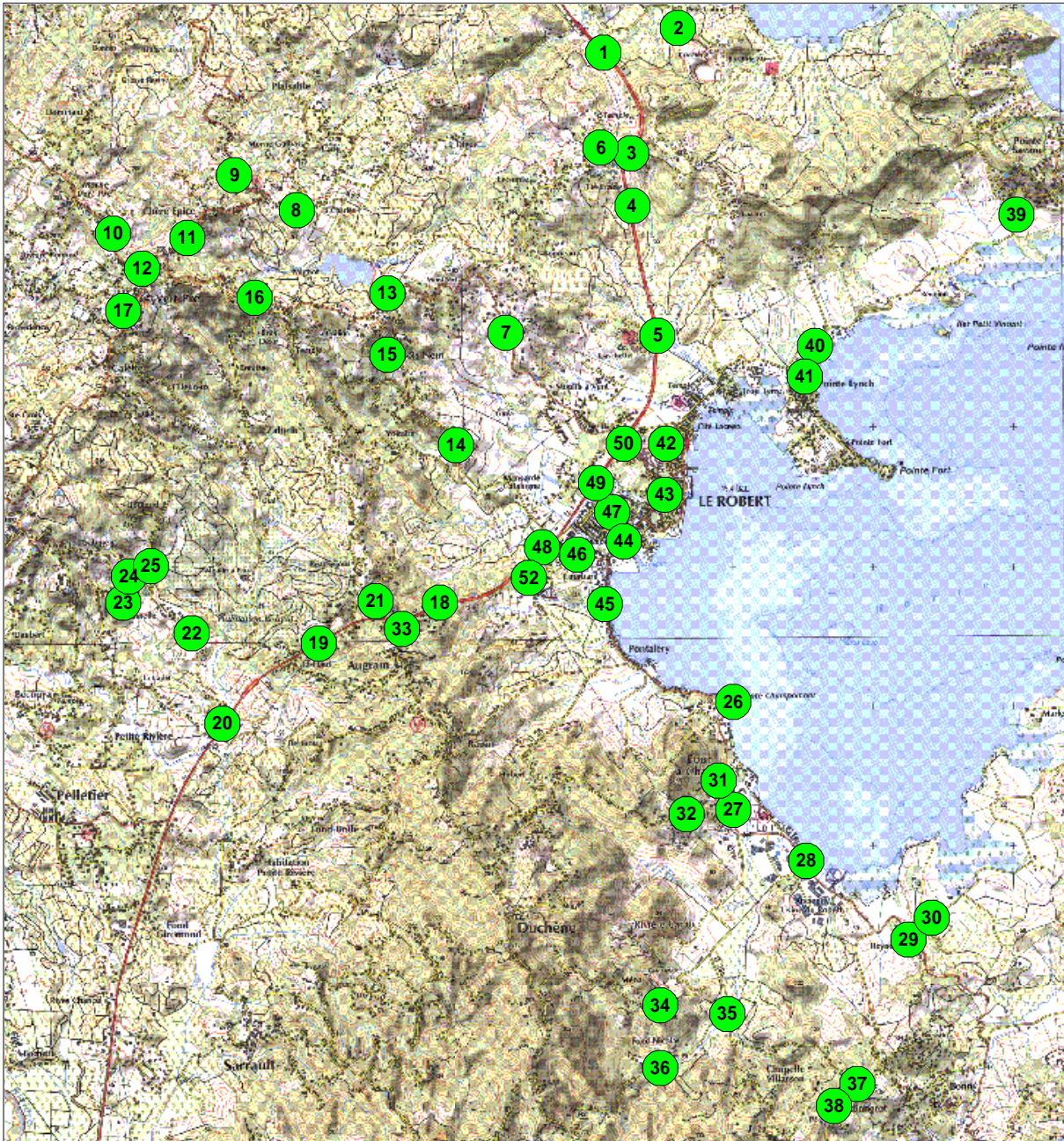
Depuis 2010, la commune du Robert subit de nombreux travaux en vue d'améliorer les encombrements et de fluidifier le trafic. Une étude en 2011 est donc à prévoir dans le but d'évaluer l'évolution de la pollution automobile et ainsi son impact environnemental sur la population du Robert.

De plus, parallèlement à cela et suite aux dépassements du SES, une recherche de site fixe pour accueillir une station fixe de mesure est en cours en 2011.





## VI. Annexes



Annexe VI.0 : Implantation des points de mesure sur la commune du Robert.