



# ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR

MESURES DU DIOXYDE D'AZOTE  
PAR TUBES PASSIFS

**Commune du Robert**

**NOVEMBRE 2014 À JANVIER 2015**



Parution : Avril 2015  
Rédacteur : K. Ramassamy  
Ref : 04/15/ROBERT2014

# Evaluation de la qualité de l'air -mesure du NO<sub>2</sub> par tubes passifs-

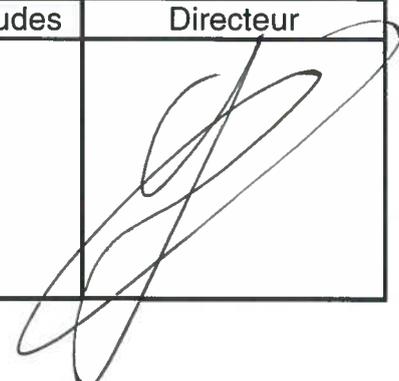
Commune du ROBERT

Novembre 2014 à Janvier 2015

Madininair : Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air



Rapport édité sous système de management de la qualité certifié AFAQ ISO 9001 : 2008

|         | Rédaction   | Vérification  | Approbation   |
|---------|---|---|---|
| Nom     | K. RAMASSAMY  | C. BOULLANGER   | S. GANDAR   |
| Qualité | Chargée d'études  | Responsable d'études  | Directeur   |
| Visa    |  |  |  |

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

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

## Sommaire

|  |           |
|--|-----------|
| <b>I. Présentation de l'étude .....</b>                  | <b>4</b>  |
| <b>II. Contexte de l'étude.....</b>                      | <b>5</b>  |
| <b>II.1 Polluant étudié : Le dioxyde d'azote.....</b>    | <b>5</b>  |
| a. Origine et sources .....                              | 5         |
| b. Réglementation et norme .....                         | 5         |
| c. Effets sur la santé .....                             | 6         |
| d. Effets sur l'environnement .....                      | 6         |
| <b>II.2 Campagne de mesure .....</b>                     | <b>6</b>  |
| <b>III. Méthodes et matériels utilisés .....</b>         | <b>7</b>  |
| <b>III.1 Sur site .....</b>                              | <b>7</b>  |
| <b>III.2 Au laboratoire.....</b>                         | <b>8</b>  |
| <b>IV. Résultats .....</b>                               | <b>9</b>  |
| <b>IV.1 Fiabilité de la méthode .....</b>                | <b>9</b>  |
| <b>IV.2 Données météorologiques.....</b>                 | <b>10</b> |
| <b>IV.3 Résultats des campagnes .....</b>                | <b>11</b> |
| <b>IV.4 Comparaison avec les années précédentes.....</b> | <b>14</b> |
| <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, Madinair, dispose actuellement de 10 stations de mesure dispersées stratégiquement sur la zone urbaine régionale regroupant l'agglomération de Fort-de-France, la commune du Lamentin et l'agglomération du Robert. 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 PM10 (inférieures à 10 microns), les particules fines PM2,5 (inférieures à 2,5 microns) et le benzène.

Les mesures réalisées en 2008, 2010 et 2011 ont fait apparaître un risque de dépassement des normes environnementales pour les polluants automobile, NO<sub>2</sub> et PM10, conduisant à l'implantation en 2012 d'une station de mesure fixe de type «trafic» dans la commune, conformément à la directive européenne 2008/50/CE. En effet, Le Robert est traversé par un réseau filaire dense (plus de 20 000 véhicules/jour).

Pour une meilleure représentativité des résultats, les mesures fixes en continu sont complétées par une étude de spatialisation du dioxyde d'azote, NO<sub>2</sub>, pris comme traceur de la pollution automobile.

En 2014, Madinair a réalisé une nouvelle étude dans le but de renouveler les données, nous permettant d'évaluer l'évolution éventuelle du trafic dans cette zone, de renseigner et compléter les plans et programmes tels que le Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air, le Schéma Régional Climat Air Energie de la Martinique, le Plan de Protection de l'Atmosphère mais également de fournir une aide éventuelle à la Ville du 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 dans l'air de dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>, traceur de la pollution automobile, présente sur différents sites du Robert. Les concentrations mesurées seront ainsi confrontées aux normes environnementales en vigueur. Cette étude nous permettra alors d'établir une cartographie du NO<sub>2</sub>, sur cette zone, issu du trafic automobile.**

## II. Contexte de l'étude

### II.1 Polluant étudié : Le dioxyde d'azote

#### a. Origine et sources

Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) se forme dans l'atmosphère à partir du monoxyde d'azote (NO) qui se dégage essentiellement lors de la combustion de matières fossiles, dans la circulation routière, par exemple. Les sources principales sont les véhicules et les installations de combustion (centrale thermique, incinérateur, raffinerie, ...). Les concentrations de NO et de NO<sub>2</sub> augmentent en règle générale dans les villes aux heures de pointe.

Les concentrations de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) ainsi que celles du monoxyde d'azote (NO) mesurées par les capteurs proches du trafic automobile ont diminué mais l'effet reste encore peu perceptible compte tenu de l'augmentation forte du trafic. Ces évolutions sont à mettre en relation avec les modifications apportées aux véhicules (principalement la généralisation du pot catalytique), principaux émetteurs de ces polluants.

#### b. Réglementation et norme

| Période de base                                   | Intitulé de la norme                                  | Valeur de la norme (µg/m <sup>3</sup> ) |
|---|---|---|
| Année (santé)                                     | Valeur Limite annuelle (décret 2010-1250 du 21/10/10) | 40                                      |
| Seuil d'évaluation NO <sub>2</sub> Santé (annuel) | Seuil supérieur<br>Seuil inférieur                    | 32<br>26                                |

Tableau II.1 Normes du dioxyde d'azote

Les Seuils d'Evaluation Supérieurs (SES) et Seuils d'Evaluation Inférieurs (SEI) établis par la directive européenne 2008/50/CE, définissent le risque de dépasser la valeur limite annuelle.

- Le risque est élevé si les concentrations mesurées pendant 14% du temps de l'année sont supérieures au SES. Dans ce cas, la directive oblige à la mise en place d'une mesure fixe pour évaluer la qualité de l'air ambiant.
- Le risque est faible si les concentrations mesurées pendant 14% du temps de l'année sont inférieures au SEI. Alors, il est suffisant, pour évaluer la qualité de l'air ambiant, d'utiliser des techniques de modélisation ou d'estimation objective.
- Le risque est moyen si les concentrations mesurées pendant 14% du temps de l'année sont situées entre le SES et le SEI. Il est permis, pour évaluer la qualité de l'air ambiant, d'utiliser une combinaison de mesures fixes et de techniques de modélisation et/ou de mesures indicatives.

### c. Effets 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 peut altérer la fonction pulmonaire et augmenter les risques de troubles respiratoires.
- le dioxyde d'azote est irritant pour les bronches, pénètre dans les voies respiratoires profondes, où il fragilise la muqueuse pulmonaire face aux agressions infectieuses, notamment chez les enfants.
- aux concentrations rencontrées habituellement le dioxyde d'azote provoque une hyperréactivité bronchique chez les asthmatiques.

### d. Effets 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 et donc participe aux phénomènes de pluies acides

- les 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.
- Les 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 Campagne de mesure

Dans le but de fournir une étendue de la spatialisation en NO<sub>2</sub> sur la commune du Robert, une étude a été faite durant les mois de Novembre 2014 à Janvier 2015. Plus de soixante sites ont fait l'objet de mesure, chaque prélèvement durant en moyenne 15 jours.

- Campagne 1 : du 12 Novembre au 24 Novembre 2014
- Campagne 2 : du 24 Novembre au 10 Décembre 2014
- Campagne 3 : du 10 Décembre au 22 Décembre 2014
- Campagne 4 : du 22 Décembre 2014 au 07 Janvier 2015

Remarque : Période de vacance du 22 Décembre 2014 au 04 Janvier 2015.

### III. Méthodes et matériels utilisés

#### III.1 Sur site



La méthode de prélèvement du NO<sub>2</sub> est celle des tubes passifs. Le principe général consiste en un tube vertical ouvert à sa partie inférieure, et contenant en sa partie supérieure interne, un support solide (grilles) imprégné d'une substance chimique (triéthanolamine+BRIJ35) adaptée à l'absorption de NO<sub>2</sub> qui diffuse naturellement dans le tube.

Pendant la durée d'exposition du tube dans l'atmosphère, le gaz NO<sub>2</sub> est piégé dans le tube sous forme de nitrite NO<sub>2</sub><sup>-</sup>.



Les tubes sont posés à environ 2 mètres du sol, essentiellement pour des raisons de vandalisme, sur des supports (lampadaire, poteau...) et restant représentative de l'air respirable. Les tubes sont posés sur des supports en bois qui sont fixés au poteau à l'aide de collier de serrage.

Cette étude dure 14% de l'année, temps minimum à une représentativité de la pollution à l'échelle annuelle (Cf. directive européenne 2008/50/CE).

Le tube sera laissé ouvert pendant une période de 15 jours, puis remplacé par un autre et cela de façon successive, sans interruption.

Les tubes sont ensuite retournés en laboratoire afin de déterminer la masse de NO<sub>2</sub><sup>-</sup> captée. La masse de nitrite NO<sub>2</sub><sup>-</sup> est convertie en termes de concentration volumique dans l'air.



### III.2 Au laboratoire

Après échantillonnage, les tubes sont analysés le plus rapidement possible. L'analyse se fait par spectrophotométrie. Dans chaque tube l'ajout d'une solution, qui réagit avec le  $\text{NO}_2^-$ , donne une coloration plus ou moins rose en fonction de la concentration en  $\text{NO}_2^-$ .

Une fois la coloration développée (2h), on mesure l'absorbance des différentes solutions obtenues, qui sont comparés à la droite d'étalonnage, préalablement établie à partir de solutions étalons.

On obtient des concentrations en microgramme de nitrite par millilitre de réactif colorimétrique utilisé et correspondant au gaz  $\text{NO}_2$  capté par les supports imprégnés.

Ces concentrations en microgramme par mètre cube d'air ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) seront ensuite calculées en tenant compte de la durée d'exposition et du débit de diffusion à l'intérieur du tube.

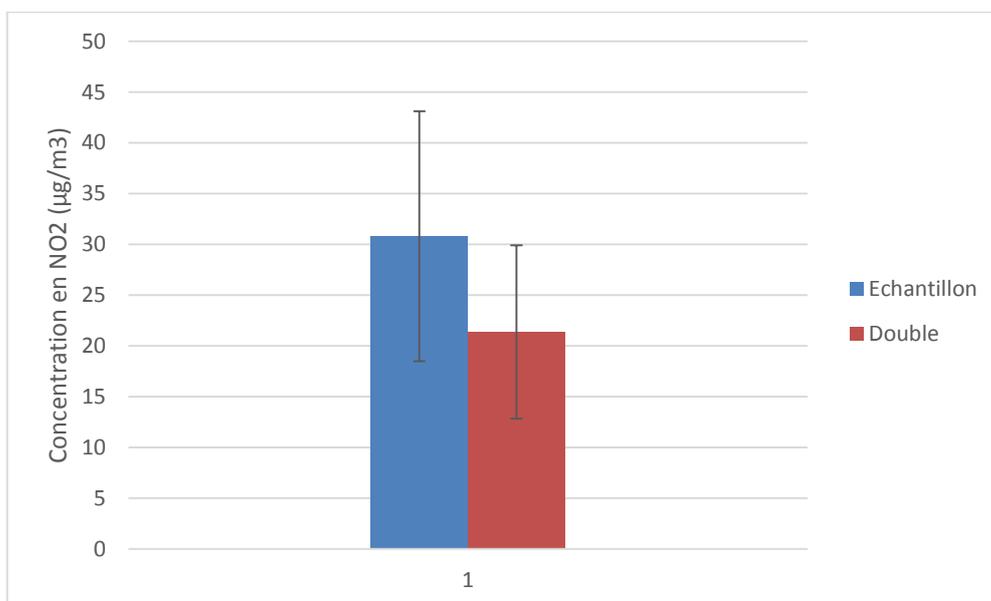


## IV. Résultats

### IV.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  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , lors des 4 campagnes. Ces blancs permettent de valider qu'il n'y a eu aucune contamination des tubes hors période de prélèvement.

**Des tubes « double »** ont été implantés sur un site de mesure (le site 1) permettant une répétabilité des résultats. Ces tubes sont donc censés donner des résultats identiques. On calcule donc les écarts entre ce doublet, ainsi que l'incertitude associé à chaque point de mesure. L'écart relatif de 18% est satisfaisant pour conclure à une bonne répétabilité des analyses.

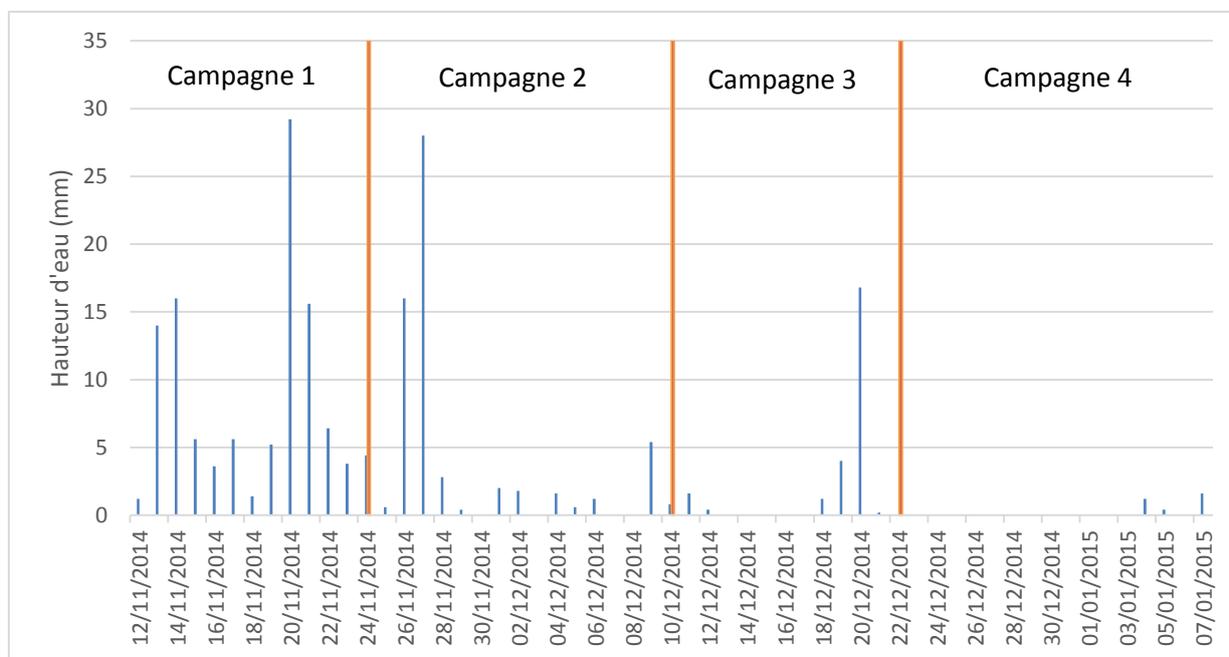


IV-1 Ecarts des concentrations entre le doublet durant les campagnes de mesure

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.



IV-2 Précipitations (en mm) au Robert

La température ne jouera pas un rôle important sur la variation des concentrations en polluant puisqu'elle reste relativement constante durant les quatre campagnes.

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, c'est-à-dire essentiellement durant les deux premières campagnes.

Le vent est le principal acteur de la dispersion des polluants :

- La vitesse du vent est modérée sur la période, moyennée aux alentours de 12 km/h avec des pointes horaires maximales variant de 36 à 43 km/h selon les périodes.
- La direction des vents est généralement de secteur Est dans la commune du Robert.

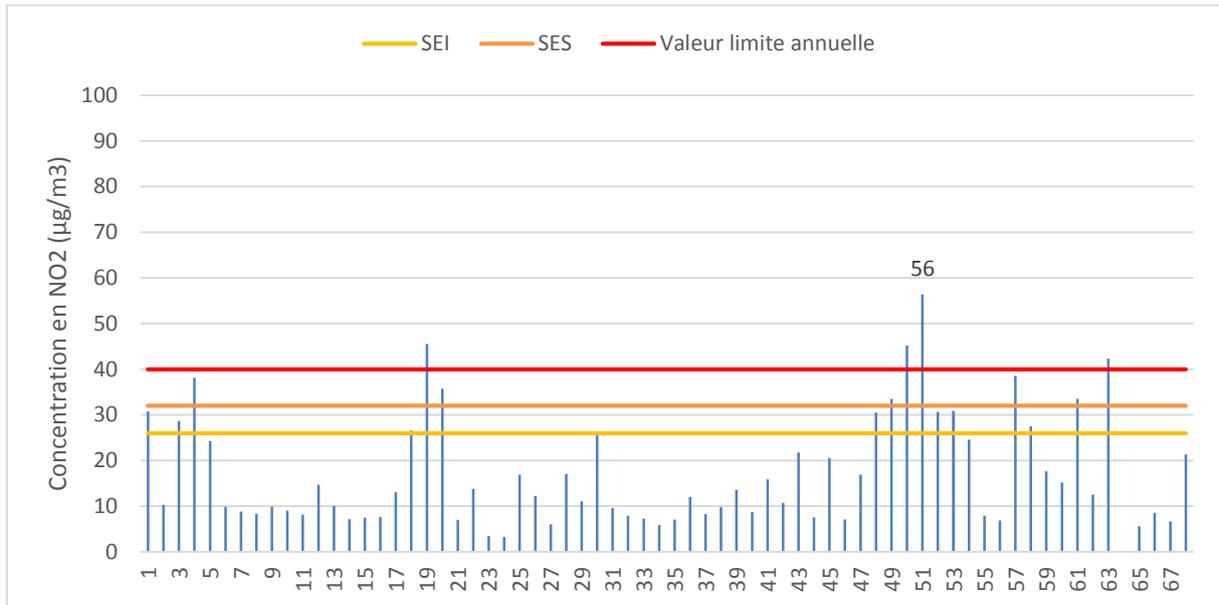
*Remarque : Les données des vents sont issues de la station Météo France de «Fort Desaix ». Celles du Robert sont donc susceptibles de différer légèrement.*

## IV.3 Résultats des campagnes

| Robert |  |       |  |
|--------|--|-------|--|
| Tubes  | Concentration moyenne $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Tubes | Concentration moyenne $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| 1      | 31   | 35    | 7  |
| 2      | 10   | 36    | 12   |
| 3      | 29   | 37    | 8  |
| 4      | 38   | 38    | 10   |
| 5      | 24   | 39    | 14   |
| 6      | 10   | 40    | 9  |
| 7      | 9  | 41    | 16   |
| 8      | 8  | 42    | 11   |
| 9      | 10   | 43    | 22   |
| 10     | 9  | 44    | 8  |
| 11     | 8  | 45    | 21   |
| 12     | 15   | 46    | 7  |
| 13     | 10   | 47    | 17   |
| 14     | 7  | 48    | 30   |
| 15     | 7  | 49    | 33   |
| 16     | 8  | 50    | 45   |
| 17     | 13   | 51    | 56   |
| 18     | 27   | 52    | 31   |
| 19     | 46   | 53    | 31   |
| 20     | 36   | 54    | 25   |
| 21     | 7  | 55    | 8  |
| 22     | 14   | 56    | 7  |
| 23     | 3  | 57    | 39   |
| 24     | 3  | 58    | 28   |
| 25     | 17   | 59    | 18   |
| 26     | 12   | 60    | 15   |
| 27     | 6  | 61    | 34   |
| 28     | 17   | 62    | 13   |
| 29     | 11   | 63    | 42   |
| 30     | 26   | 64    |  |
| 31     | 10   | 65    | 6  |
| 32     | 8  | 66    | 9  |
| 33     | 7  | 67    | 7  |
| 34     | 6  | 68    | 21   |

IV-3 Concentrations en  $\text{NO}_2$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) mesurées aux différents points de prélèvement du 17/09/2012 au 06/11/2012. En rouge : dépassement de la valeur limite annuelle de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

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



### IV-4 Concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> aux différents points de mesure sur la commune du Robert.

Le tableau IV-3 et le graphique IV-4 présentent les concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> sur les différents sites de la commune du Robert. On recense 4 sites qui dépassent la valeur limite pour la protection de la santé. Ils sont situés sur la RN1, axe principal permettant de relier les communes du Nord Atlantique au centre d'activité de Fort-de-France. Cet axe enregistre un trafic de plus de 20 000 véhicules par jour.

La concentration la plus élevée est enregistrée sur la RN1, le site 51 (56 µg/m<sup>3</sup>), situé dans la montée en direction de Fort-de-France, après le rond-point « Mansarde Catalogne ». De plus, 5 sites atteignent le seuil d'évaluation supérieur et présentent donc un risque élevé de dépassement de la valeur limite.

D'autres sites enregistrent des concentrations supérieures à la valeur limite pour la protection de la santé :

- Les sites 63 et 50 sont situés après le rond-point « Mansarde Catalogne » en direction du Lamentin et enregistrent respectivement 42 µg/m<sup>3</sup> et 45 µg/m<sup>3</sup>
- Le site 19 situé sur la RN1 à « Augrain », enregistre une concentration de 46 µg/m<sup>3</sup>

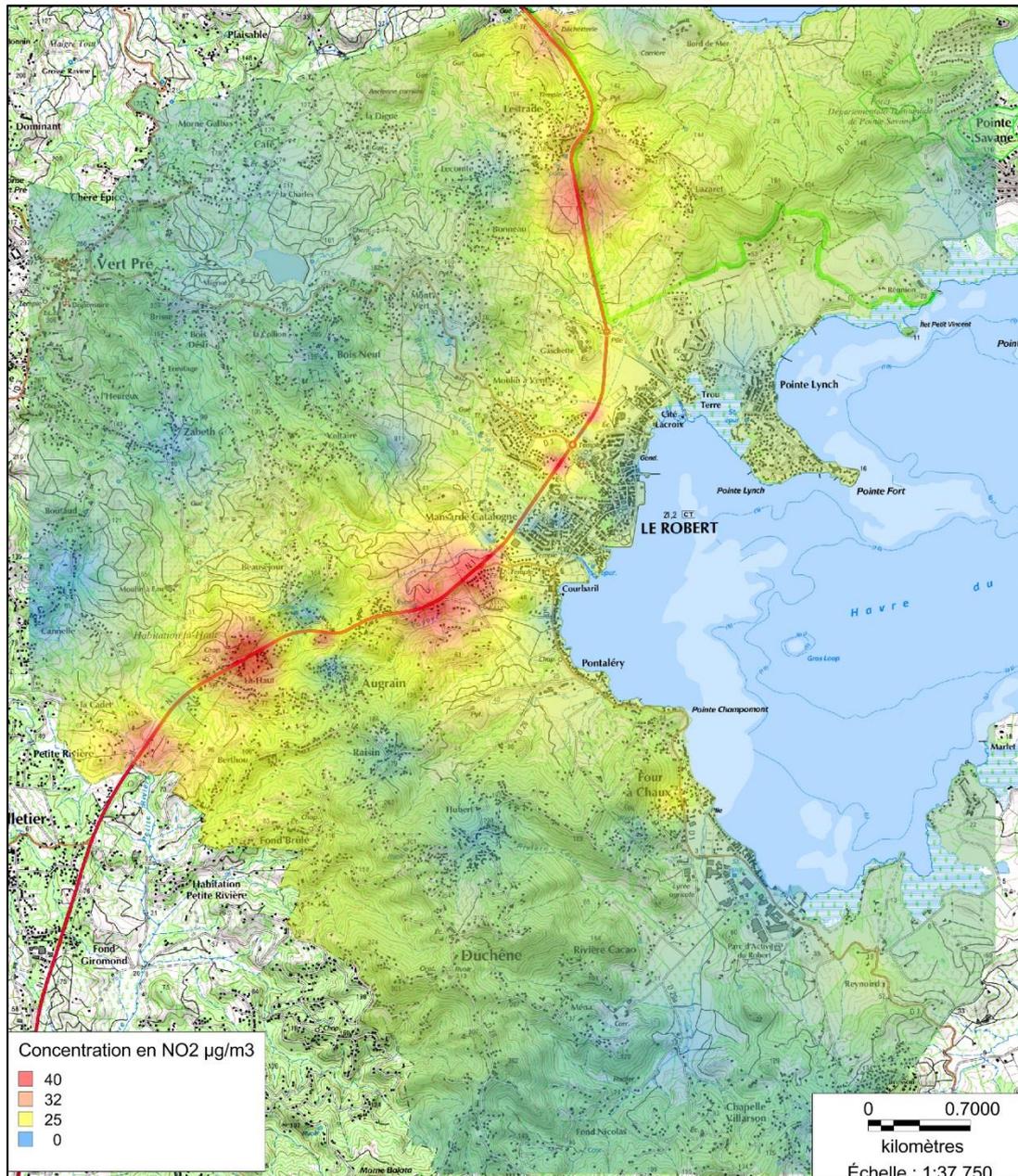
A partir du rond-point « Mansarde Catalogne », la RN1 est fortement embouteillée aux heures de pointes matinales, ce qui est à l'origine d'une augmentation des concentrations en NO<sub>2</sub>.

Madinair dispose d'une station fixe de mesure de type « trafic » à ce rond-point, permettant la mesure en continu du NO<sub>2</sub>. En effet, cette station permet d'informer en

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

temps réel la population sur les pics de pollution et ainsi les éventuels dépassements des seuils d'alerte règlementaires.

On se base sur les concentrations moyennées des 4 campagnes en chaque point de mesure pour réaliser une cartographie de la pollution automobile.



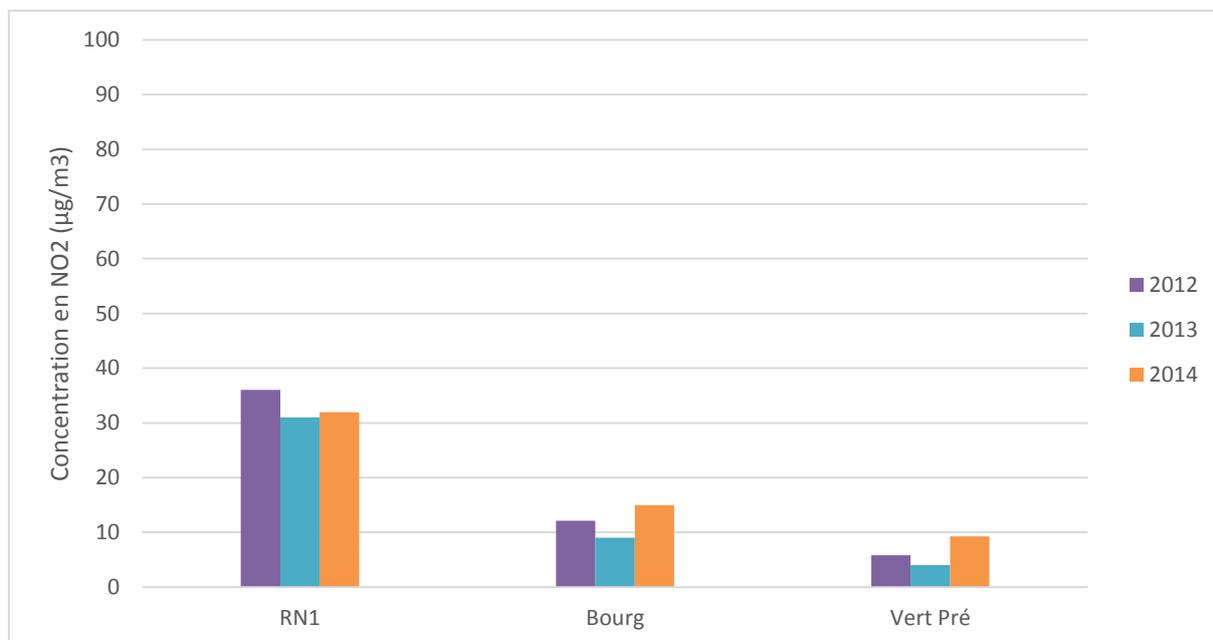
**IV-5 Spatialisation de la pollution automobile sur la commune du Robert, moyennée sur les 4 campagnes de mesure.**

Cette carte, ci-dessus, permet de visualiser l'impact de l'activité automobile sur la qualité de l'air. Les concentrations en NO<sub>2</sub> sont plus élevées le long de l'axe principal, la RN1. Dès que l'on s'éloigne de cet axe, les concentrations décroissent progressivement et sont en dessous de la valeur limite pour la protection de la santé.

#### IV.4 Comparaison avec les années précédentes

**Remarque :** Il convient de rester prudent quant à la comparaison d'une année sur l'autre puisque de nombreux paramètres varient tels que les périodes de mesure, les conditions météorologiques, le nombre et le lieu des sites de mesure

...



**IV-6 Concentrations moyennes des différentes zones de la commune du Robert entre 2012 et 2014**

Ce graphique résume les concentrations moyennes mesurées dans les différentes zones de la commune du Robert.

L'étude de 2012 a été faite en septembre, période de rentrée scolaire, où l'on observe généralement une augmentation du trafic automobile et donc une augmentation des concentrations en polluant automobile.

En 2014, une légère augmentation des concentrations en NO<sub>2</sub> dans toutes les zones de la commune du Robert est observée par rapport à 2013. Comme les années précédentes, les concentrations les plus élevées sont mesurées sur la RN1. Les concentrations dans le Bourg et au Vert Pré s'accroissent également comparativement aux années précédentes.

## V. Conclusion

L'étude qui a été menée dans la commune du Robert a permis d'évaluer la quantité de dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>, par la mise en place de tubes passifs, sur différents sites, permettant ainsi d'observer la spatialisation des concentrations en NO<sub>2</sub> et de définir les zones les plus impactées par la pollution automobile.

Cette étude s'est déroulée durant 4 campagnes de 2 semaines représentant 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 µg/m<sup>3</sup> et permet d'estimer le risque de dépassement de cette valeur si la mesure était effectuée en continu toute l'année.

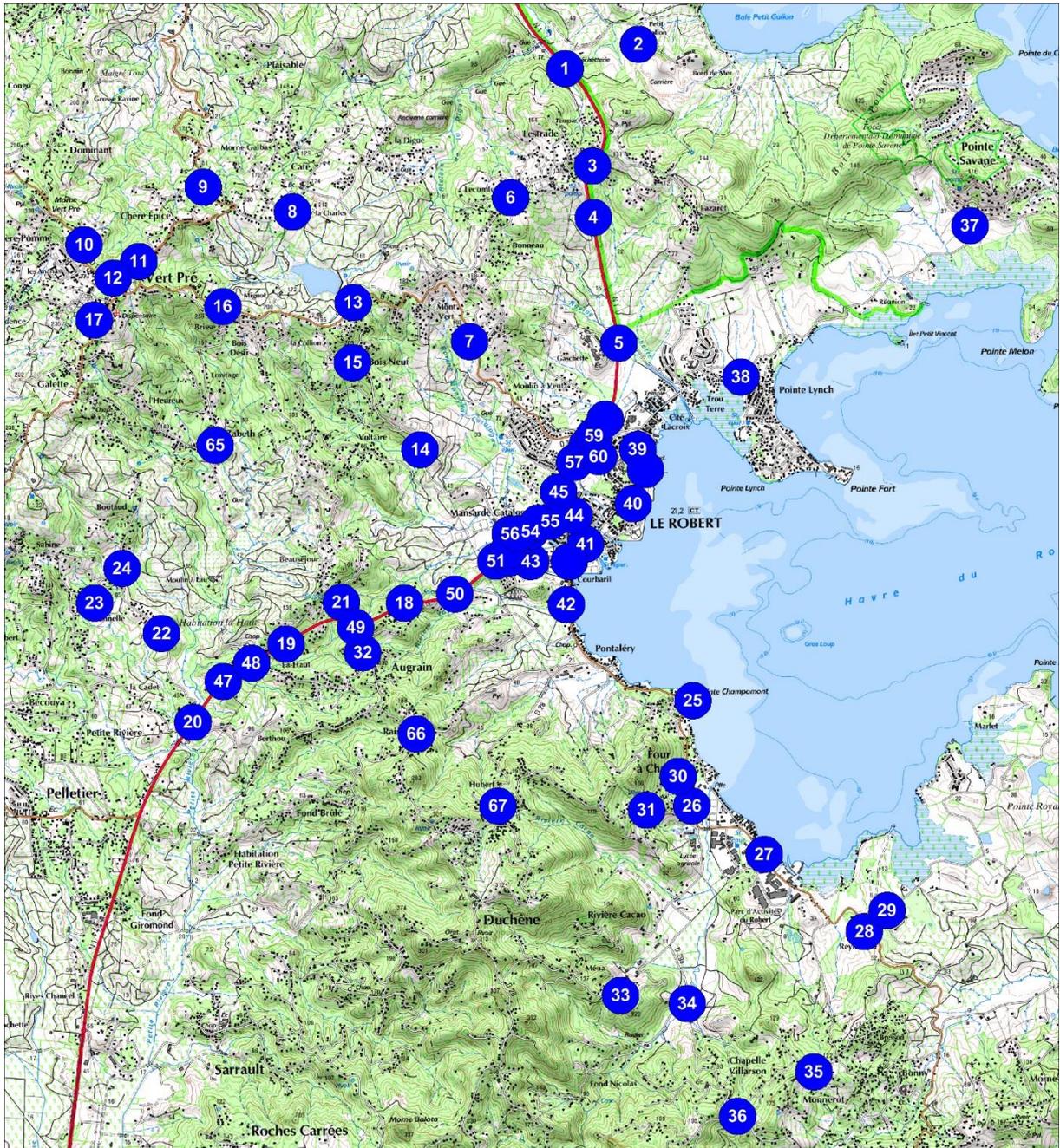
Les concentrations les plus élevées sont mesurées sur la RN1. La valeur limite annuelle pour la protection de la santé a été dépassée sur 4 sites dans la commune du Robert tous positionnés le long de la RN1.

Le long de cette route, la concentration la plus élevée en NO<sub>2</sub> est de 56 µg/m<sup>3</sup> sur la période. Madinair dispose d'une station de mesure de type « trafic », implantée sur la RN1 et proche de la population, permettant d'avoir une mesure des concentrations en NO<sub>2</sub> dans l'air en continu et, ainsi, une information à la population en temps réel en cas de dépassement des normes environnementales.

Malgré le renouvellement du parc automobile en Martinique composé de voitures moins polluantes, les concentrations en polluants automobiles ne cessent d'augmenter, cela pouvant s'expliquer par l'accroissement du nombre de véhicules en circulation.

De ce fait, le renouvellement annuel de cette étude sera à prévoir pour observer l'évolution des concentrations en polluants automobiles.

VI. Annexes



EVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR DANS LA COMMUNE DU ROBERT

