



# ÉTUDE DE LA QUALITÉ DE L'AIR

- par tubes passifs -

**COMMUNE DU LORRAIN**  
**août - octobre 2013**



Parution : Janvier 2014  
Rédacteur : K. Ramassamy  
Ref : 01/14/LORRAIN2013

# Etude de la qualité de l'air - par tubes passifs -

Commune du Lorrain

2014

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   | Approbation  |
|---------|---|--|
| Nom     | K.RAMASSAMY   | S. GANDAR  |
| Qualité | Chargée d'études  | Directeur  |
| Visa    |  |  |

## Sommaire

|   |           |
|---|-----------|
| <b>I. Présentation de l'étude .....</b>               | <b>2</b>  |
| <b>II. Contexte de l'étude.....</b>                   | <b>3</b>  |
| <b>II.1 Polluant étudié : Le dioxyde d'azote.....</b> | <b>3</b>  |
| a. Origine et sources.....                            | 3         |
| b. Réglementation et norme.....                       | 3         |
| c. Effets sur la santé .....                          | 4         |
| d. Effets sur l'environnement .....                   | 4         |
| <b>II.2 Campagne de mesure .....</b>                  | <b>4</b>  |
| <b>III. Méthodes et matériels utilisés .....</b>      | <b>5</b>  |
| <b>III.1 Sur site .....</b>                           | <b>5</b>  |
| <b>III.2 Au laboratoire.....</b>                      | <b>6</b>  |
| <b>IV. Résultats .....</b>                            | <b>7</b>  |
| <b>IV.1 Fiabilité de la méthode .....</b>             | <b>7</b>  |
| <b>IV.2 Données météorologiques.....</b>              | <b>8</b>  |
| <b>IV.3 Résultats des campagnes .....</b>             | <b>9</b>  |
| <b>V. Conclusion.....</b>                             | <b>11</b> |
| <b>VI. Annexes.....</b>                               | <b>12</b> |

## I. Présentation de l'étude

L'Association Régionale de surveillance de la qualité de l'air en Martinique, Madininair, dispose actuellement de 10 stations de mesure dispersées stratégiquement sur 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.

Outre la surveillance en continu de la qualité de l'air sur l'agglomération Fort-de-France/Lamentin/Schœlcher et sur l'agglomération du Robert, l'une des missions de Madininair est de réaliser des campagnes de mesure ponctuelles afin d'avoir une connaissance de la qualité de l'air sur l'ensemble du territoire.

C'est avec cet objectif qu'une étude a été réalisée dans la commune du Lorrain. Cette étude renseigne sur la spatialisation de la pollution automobile, permettant d'évaluer l'impact 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, mais également de fournir une aide éventuelle à la Ville du Lorrain sur des projets concernant l'urbanisme, les transports ou l'environnement...

**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 Lorrain, permettant d'établir une cartographie de ce polluant, sur cette zone. Les concentrations mesurées seront ainsi confrontées aux normes environnementales en vigueur.**

## 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> ) |
|---|---|---|
| <b>Année</b><br>(santé)   | <b>Valeur Limite annuelle</b><br>(décret 2010-1250 du 21/10/10) | <b>40</b>                               |
| <b>Seuil d'évaluation NO<sub>2</sub></b><br><b>Santé</b> (annuel) | <b>Seuil supérieur</b>  | <b>32</b>                               |
|   | <b>Seuil inférieur</b>  | <b>26</b>                               |
| <b>Seuil d'évaluation NOX</b><br><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

### 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 spatialisation en NO<sub>2</sub> sur la commune du Lorrain, une étude a été faite durant les mois d'Aout à Octobre 2013.

Plus d'une quarantaine de sites ont fait l'objet de mesure, chaque prélèvement durant en moyenne 15 jours.

- Campagne 1 : du 13 Aout au 28 Aout
- Campagne 2 : du 28 Aout au 11 Septembre
- Campagne 3 : du 11 Septembre au 24 Septembre
- Campagne 4 : du 24 Septembre au 09 Octobre

Remarque : Période de vacances scolaires du 13 Aout au 03 Septembre 2013 (Grandes vacances).

### III. Méthodes et matériels utilisés

#### III.1 Sur site



La méthode de prélèvement du  $\text{NO}_2$  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  $\text{NO}_2$  qui diffuse naturellement dans le tube.

Pendant la durée d'exposition du tube dans l'atmosphère, le gaz  $\text{NO}_2$  est piégé dans le tube sous forme de nitrite  $\text{NO}_2^-$ .



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  $\text{NO}_2^-$  captée. La masse de nitrite  $\text{NO}_2^-$  est convertie en termes de concentration volumique dans l'air.



### III.2 Au laboratoire

Après échantillonnage, les tubes sont analysés le plus rapidement possible par le laboratoire de Madinair. 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.

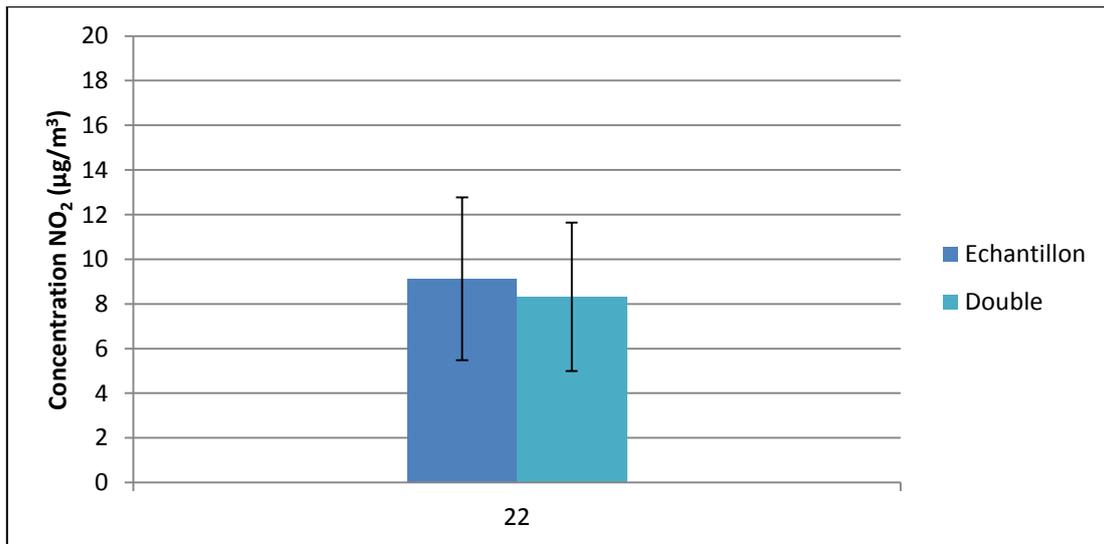
Ces concentrations en microgramme par mètre cube d'air ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) seront ensuite calculées en tenant compte de la durée d'exposition et du débit de diffusion à l'intérieur du tube.

## 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 31) 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 associée à chaque point de mesure. L'écart relatif de 5% est satisfaisant pour conclure à une bonne répétabilité des analyses.

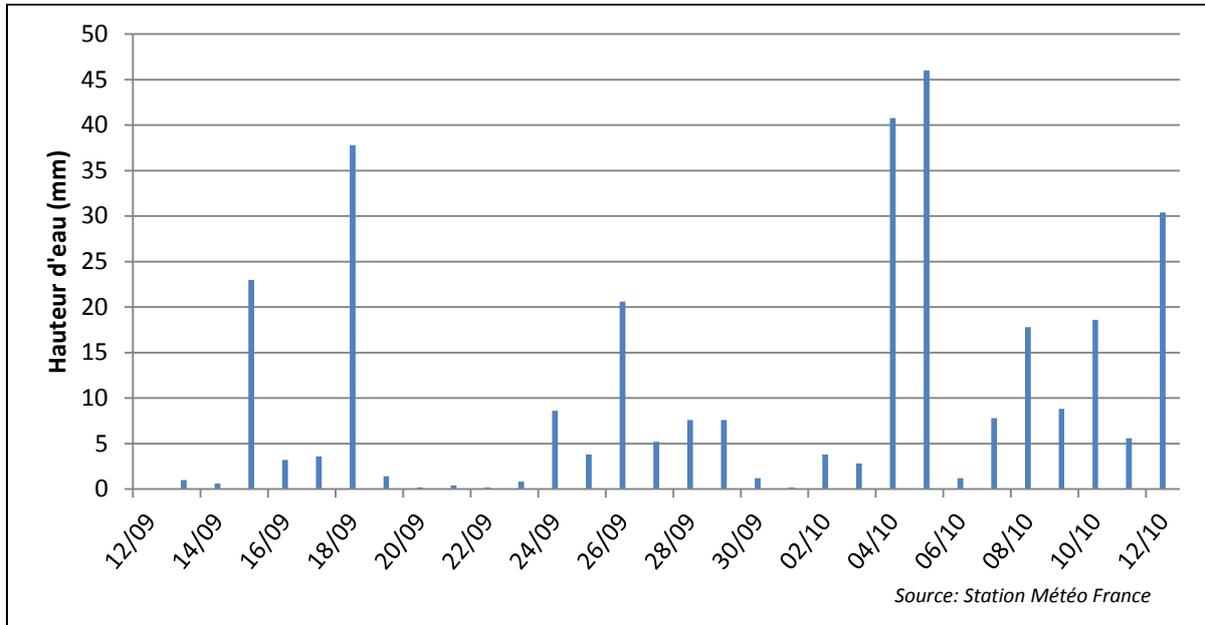


IV.1 Ecarts des concentrations entre le doublet durant les campagnes de mesure

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 (mm) « Pirogue »

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. Durant les campagnes de mesure le temps est mitigé sur l'ensemble de la période, avec plusieurs journées pluvieuses.

Le vent est le principal acteur de la dispersion des polluants. La direction des vents est généralement de secteur Est dans la commune du Lorrain.

*Remarque : La station météorologique « Pirogue » du Lorrain ne fournit pas les données des vents.*

## IV.3 Résultats des campagnes

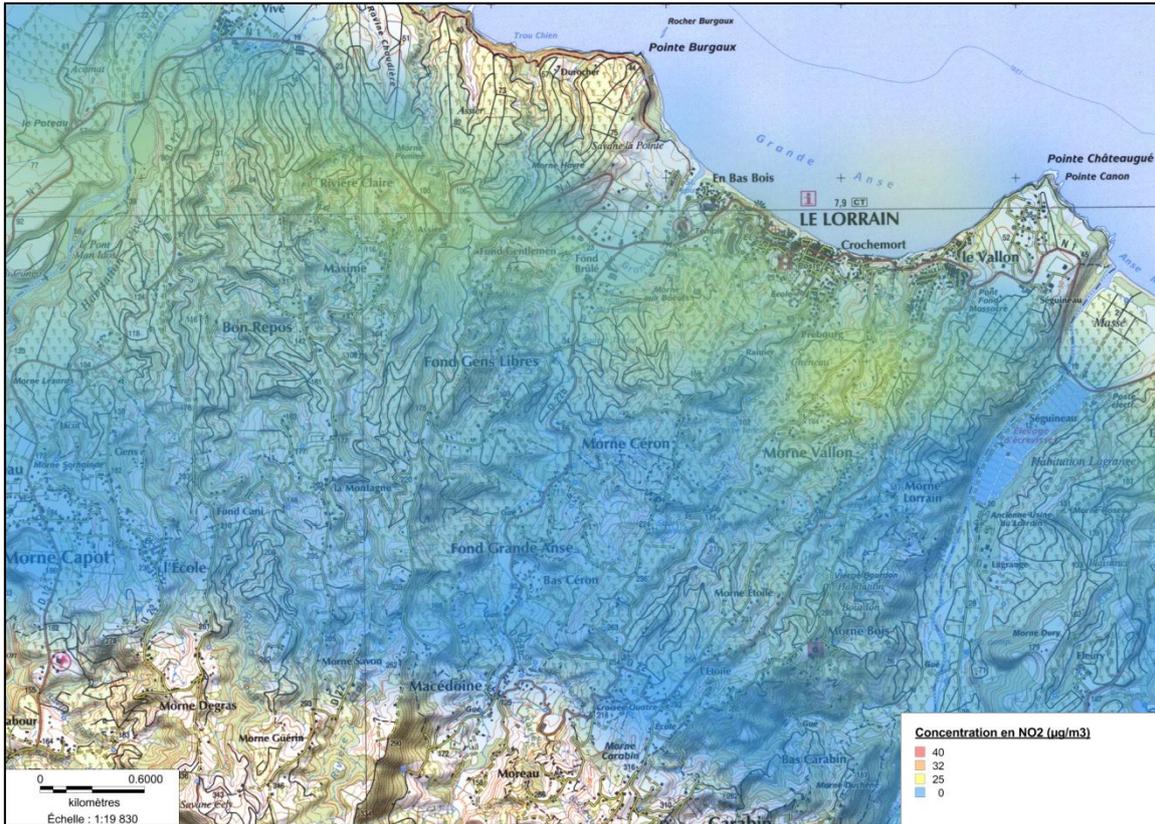
| <b>LORRAIN</b> |  |              |  |
|----------------|--|--------------|--|
| <b>Tubes</b>   | Concentration moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | <b>Tubes</b> | Concentration moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |
| <b>1</b>       | 6  | <b>22</b>    | 9  |
| <b>2</b>       | 10   | <b>23</b>    | 10   |
| <b>3</b>       | 22   | <b>24</b>    | 5  |
| <b>4</b>       | 2  | <b>25</b>    | 4  |
| <b>5</b>       | 2  | <b>26</b>    | 3  |
| <b>6</b>       | 16   | <b>27</b>    | 2  |
| <b>7</b>       | 2  | <b>28</b>    | 14   |
| <b>8</b>       | 17   | <b>29</b>    | 13   |
| <b>9</b>       | 3  | <b>30</b>    | 17   |
| <b>10</b>      | 10   | <b>31</b>    | 12   |
| <b>11</b>      | 5  | <b>32</b>    | 7  |
| <b>12</b>      | 11   | <b>33</b>    | 2  |
| <b>13</b>      | 6  | <b>34</b>    | 6  |
| <b>14</b>      | 2  | <b>35</b>    | 3  |
| <b>15</b>      | 15   | <b>36</b>    | 2  |
| <b>16</b>      | 11   | <b>37</b>    | 3  |
| <b>17</b>      | 2  | <b>38</b>    | 5  |
| <b>18</b>      | 32   | <b>39</b>    | 7  |
| <b>19</b>      | 15   | <b>40</b>    | 3  |
| <b>20</b>      | 10   | <b>41</b>    | 2  |
| <b>21</b>      | 12   | <b>42</b>    | 2  |

IV.3 Concentrations en  $\text{NO}_2$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) mesurées aux différents points de prélèvement du 13/08/2013 au 09/10/2013

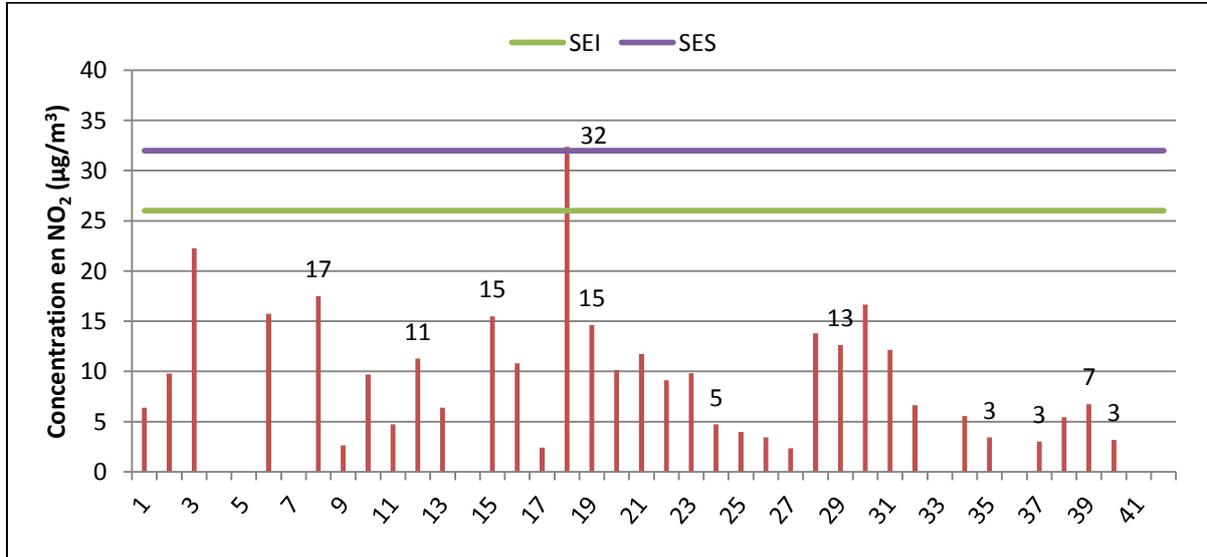
Le tableau ci-dessus représente les concentrations en  $\text{NO}_2$  mesurées lors des 4 campagnes. Ces 4 campagnes successives, de 2 semaines chacune, représentent 14% du temps de l'année, permettant d'estimer une moyenne annuelle, et ainsi de comparer ces données aux normes environnementales en vigueur.

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

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



IV.4 Spatialisation de la pollution automobile sur la commune du Lorrain, moyennée sur les 4 campagnes de mesure.



IV.5 Concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> aux différents points de mesure

Les concentrations les plus élevées sont observées le long de la nationale 1. La concentration la plus élevée est mesurée au point 18, et dépasse le seuil dévaluation inférieur. Suivant la directive européenne, un suivi des concentrations par la méthode estimative (tubes passifs) est préconisé. Si le dépassement du SEI persiste alors une mesure par méthode de référence (moyen mobile) sera à coupler aux données issues de la méthode estimative.

## V. Conclusion

L'étude qui a été menée sur la commune du Lorrain a permis d'évaluer la quantité de dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>, traceur de la pollution automobile par la mise en place de tubes passifs, sur différents sites.

Durant ces 4 campagnes, les concentrations les plus élevées en NO<sub>2</sub> sont mesurées sur la nationale 1. La commune du Lorrain située sur la côte Atlantique, bénéficie des vents d'Est qui permettent une bonne dispersion des polluants automobile.

Les concentrations 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 moyennes au point 18 et faibles sur le reste de la commune.

Un renouvellement de cette étude permettrait de visualiser l'évolution des concentrations en NO<sub>2</sub>, en effet, le nombre de véhicules ne cesse d'augmenter en Martinique.

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

## VI. Annexes



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

