



# ÉTUDE DE LA QUALITÉ DE L'AIR

- PAR TUBES PASSIFS -

## Commune de Bellefontaine

- OCTOBRE À DÉCEMBRE 2010 -





## 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 DES CAMPAGNES .....	11
<b>V. CONCLUSION.....</b>	<b>14</b>
<b>VI. ANNEXES.....</b>	<b>15</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.

C'est dans cet objectif que MADININAIR a réalisé une étude de la qualité de l'air dans la commune de Bellefontaine. Cette étude renseigne sur la dispersion de la pollution automobile, permettant d'évaluer l'impact du trafic dans cette zone, de préparer le Schéma Régional « Climat, Air, Energie » en devenir pour la Région Martinique, et de fournir une aide éventuelle à la décision locale (Ville de Bellefontaine) 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>, traceur de la pollution automobile, présente sur différents sites de Bellefontaine, permettant d'établir une cartographie de la dispersion de ce polluant, sur cette zone. Les concentrations mesurées seront ainsi confrontées aux normes environnementales en vigueur.**



## 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 12/10/10)	<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 12/10/10)	<b>40</b>
<b>Année</b> (écosystème) <b>Valeurs en NOX</b>	<b>Valeur Limite annuelle</b> (décret 2010-1250 du 12/10/10)	<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 de Bellefontaine, une étude a été mise en place sur la période d'Octobre à Décembre 2010.

Plusieurs séries de mesures sur les 60 sites choisis ont été réalisées (Annexe VI.0), chaque prélèvement durant en moyenne 2 semaines (

Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4
Du 27/10/2010 au 08/11/2010	Du 08/11/2010 au 22/11/2010	Du 22/11/2010 au 08/12/2010	Du 08/12/2010 au 20/12/2010

Tableau II.2 II.2).

Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3	Campagne 4
Du 27/10/2010 au 08/11/2010	Du 08/11/2010 au 22/11/2010	Du 22/11/2010 au 08/12/2010	Du 08/12/2010 au 20/12/2010

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 0,8 à inférieur à la limite de détection (LD) 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 15 et le site 53) 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).

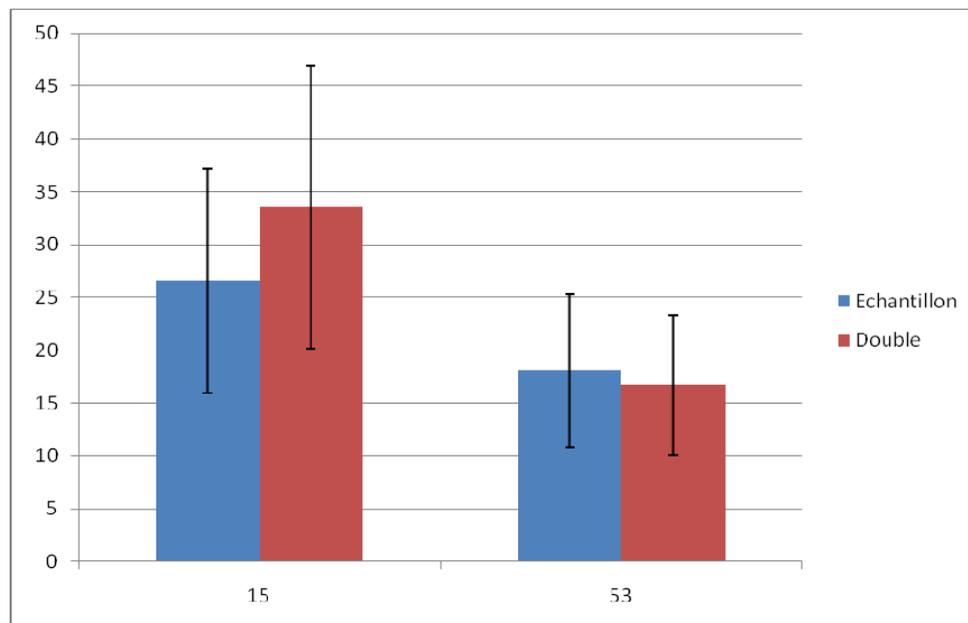


Figure IV.1 : Ecarts des concentrations (µg/m<sup>3</sup>) entre le doublet durant les campagnes de mesure.

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



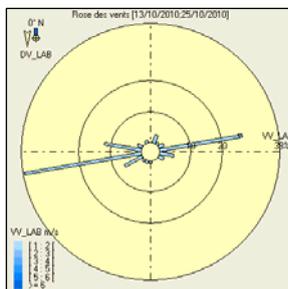
## IV.2. Données météorologiques

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> Du 27/10/2010 au 08/11/2010	28	Temps beau à mitigé	2,8 Max horaire 8,4	NON	Vacances scolaires et 2 jours fériés
<b>Campagne 2</b> Du 08/11/2010 au 22/11/2010	28	Temps beau à mitigé Pluies le 17 et 18/11/10	2,2 Max horaire 4,6	NON	1 jour férié
<b>Campagne 3</b> Du 22/11/2010 au 08/12/2010	27	Temps beau à mitigé Pluies le 23/11/10	2,6 Max horaire 5,0	NON	
<b>Campagne 4</b> Du 08/12/2010 au 20/12/2010	27	Temps beau Pluies le 20/12/10	2,5 Max horaire 5,3	NON	

Tableau IV.1 : Conditions météorologiques durant les 2 campagnes de mesure.

- **La température** ne jouera pas un rôle important sur la variation des concentrations en polluant puisqu'elle reste relativement constante durant les quatre campagnes.
- **Les brumes de sable** n'interviendront pas dans la dispersion du NO<sub>2</sub>.
- **La pluie**, par contre, jouera un rôle de lixiviation de l'atmosphère. On pourra donc s'attendre à des concentrations plus faibles en NO<sub>2</sub> les jours de pluies.
- **Le vent** est le principal acteur de la dispersion des polluants :



- **La vitesse du vent** est modérée sur la période, moyennée aux alentours de 2,5 m/s avec des pointes horaires maximales pouvant atteindre 8m/s lors de la campagne 1.
- **La direction des vents** est de secteur EST dans la commune de Bellefontaine. Cependant, on peut observer des vents d'Ouest dans le bourg de Bellefontaine. En effet, cette commune, entourée de montagnes bloquant les vents de l'est, est soumise à des vents d'ouest venant de la mer des Caraïbes.

**Remarque :** Ces données météorologiques sont issues de la station météo de « Lycée Schœlcher » de Fort-de-France. Les données de Bellefontaine vont donc différer légèrement. La rose des vents est issue du camion laboratoire qui est disposé 14% du temps de l'année dans le bourg de Bellefontaine pour évaluer l'impact environnemental de la centrale thermique située à proximité.

**IV.3.Résultats des campagnes**

Tubes	C1	C2	C3	C4	Moyenne	Tubes	C5	C6	C7	C8	Moyenne
1	10.7	13.9	10.6	16.2	12.8	31	5.1	11.7	9.7	10.7	9.3
2	6.2	11.7	11.2	12.1	10.3	32	3.9	12.1	4.3	11.0	7.8
3	5.5	11.5	11.6	11.0	9.9	33	7.8	7.9	8.6	8.1	8.1
4	13.3	19.0	15.2	14.6	15.5	34	2.5	13.7	13.8	12.8	10.7
5	12.9	14.5	17.8	18.8	16.0	35	2.8	7.2	5.2	5.9	5.3
6	17.4	18.8	22.8	23.2	20.5	36	4.6	10.4	2.6	9.9	6.9
7	17.7	21.4	17.7	28.4	21.3	37	4.2	8.2	8.3	9.5	7.5
8	12.2	22.2	17.5	30.3	20.6	38	4.0	7.8	4.4	7.8	6.0
9	6.2	14.5	11.7	13.8	11.6	39	3.1	6.7	3.7	5.6	4.8
10	5.6	16.8	14.1	12.2	12.2	40	5.0	3.6	2.7	3.3	3.6
11	3.4	9.0	9.4	7.9	7.4	41	3.6	10.0	5.2	6.0	6.2
12	5.4	12.3	3.4	9.6	7.7	42	3.7	10.4	9.7	7.8	7.9
13	20.6	24.3	17.2	22.2	21.1	43	4.6	8.7	3.4	5.8	5.6
14	5.3	15.2	12.2	10.7	10.8	44	7.1	12.8	8.3	11.3	9.9
15	21.1	28.8	34.4	22.1	26.6	45	3.6	10.3	6.9	6.2	6.7
16	21.1	25.6	19.1	22.3	22.0	46	4.0	14.8	7.9	11.4	9.5
17	15.7	18.6	13.9	23.5	17.9	47	7.3	3.4	18.8		9.8
18	6.6	10.4	12.0	12.4	10.3	48	5.6	3.2	11.9		6.9
19	14.1	18.7	14.4	18.2	16.4	49	7.9	12.1	9.9	11.4	10.3
20	10.3	1.2	20.7	13.5	11.4	50	5.9	3.6	6.5	9.2	6.3
21	4.7	3.9	0.1		2.9	51	9.5	15.4	14.7	13.0	13.2
22	8.2	3.2	12.2	12.7	9.1	52	4.8	24.8	11.6	26.8	17.0
23	19.1	20.9	13.9	21.1	18.7	53	15.9	21.8	12.5	22.1	18.1
24	19.6	17.4	23.6	27.0	21.9	54	10.5	17.7	20.4	25.7	18.6
25	13.7	12.9	9.7	23.0	14.8	55	5.6	11.1	2.3	10.3	7.3
26	11.3	3.6	14.8	18.8	12.1	56	6.1	3.8	6.3		5.4
27	7.8	15.9	17.4	13.6	13.6	57	5.0	9.9	5.7	9.3	7.5
28	7.1	13.2	10.2	10.0	10.1	58	5.0	8.0	5.5	8.9	6.8
29	5.7	18.7	9.8	11.5	11.4	59	5.4	11.6	5.2	10.2	8.1
30	5.4	13.6	9.5	11.4	10.0	60	5.0	3.4	4.6	8.8	5.5

**Tableau IV.2 : Concentrations ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en NO<sub>2</sub> mesurées aux différents points de prélèvement du 27/10/10 au 20/12/10.**

Le Tableau IV.2 représente les concentrations en NO<sub>2</sub> mesurées lors des 4 campagnes (cf. Annexe VI.1, VI.2, VI.3, VI.4). Ces 4 campagnes successives, de 2 semaines chacune, représentent 14% du temps de l'année, permettant d'estimer une moyenne annuelle. Lors de la campagne 1, les concentrations en NO<sub>2</sub> semblent plus faibles que celles mesurées lors des autres campagnes. En effet, lors de cette campagne 1, la vitesse des vents est plus élevée avec des rafales soutenues. De plus, la période de la campagne 1 est fortement marquée par 2 jours fériés et les vacances scolaires. Le trafic était donc moindre durant cette période.

Cependant, sur les 4 campagnes, bien que les valeurs des concentrations soient différentes (Tableau IV.2), la répartition spatiale en NO<sub>2</sub> est à peu près similaire.



On se base donc sur les concentrations moyennées sur les 4 campagnes en chaque point de mesure pour réaliser une carte de dispersion des concentrations en NO<sub>2</sub> (Figure IV.2).

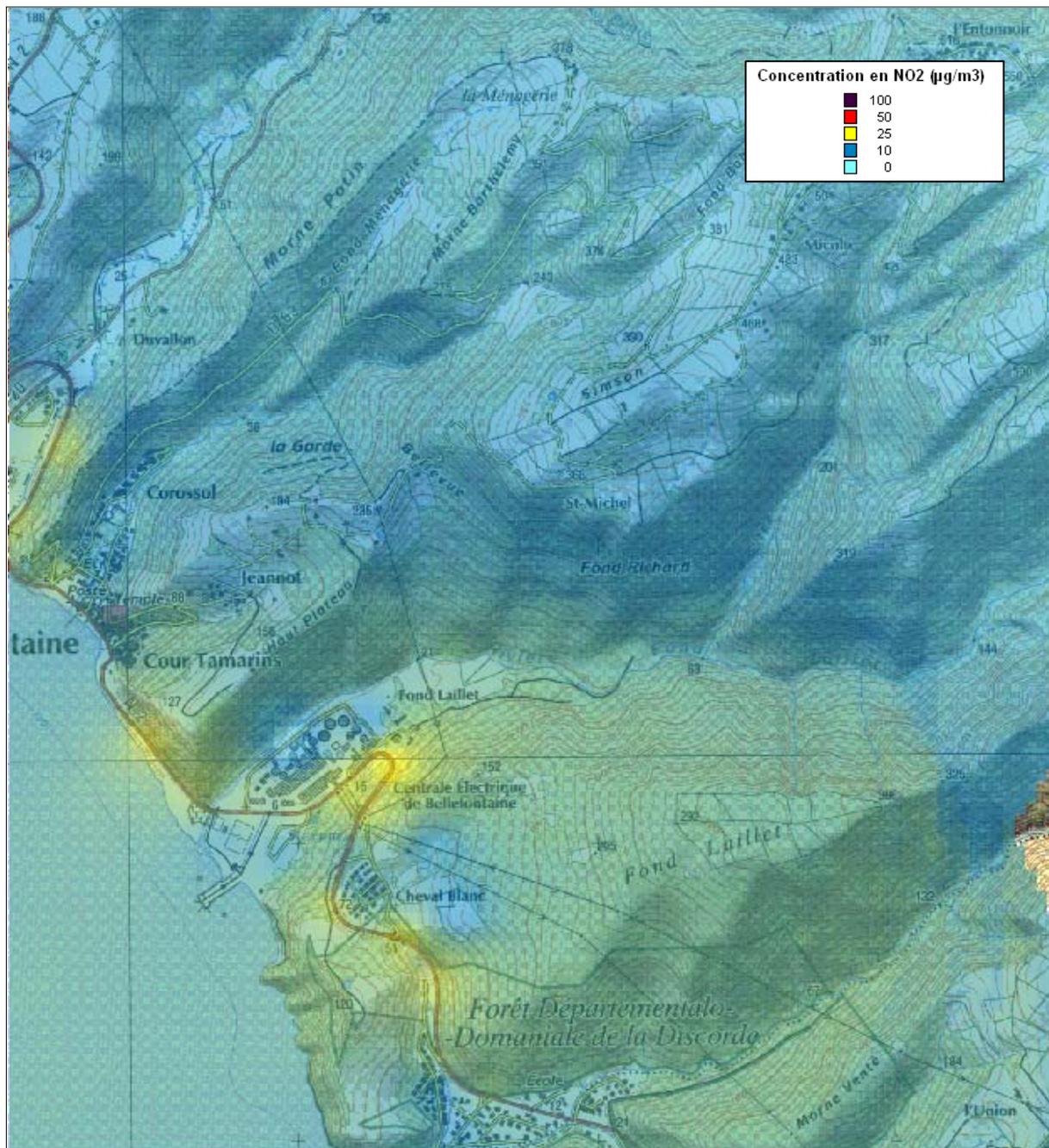


Figure IV.2 : Dispersion de la concentration en NO<sub>2</sub> sur la commune de Bellefontaine, moyennée sur les 4 campagnes de mesure du 27/10/10 au 20/12/10.

Les concentrations les plus élevées sont observées :

- Le long de la RN2
- Au début de la route qui monte vers Pointe Jeannot

La concentration maximale de 27µg/m<sup>3</sup> est mesurée au point 15, situé sur la RN2 dans la descente menant de cheval blanc vers le bourg de Bellefontaine.



Cette route nationale est la plus fréquentée de la commune par les automobilistes et enregistre un nombre important de voitures et de camions par jour (plus de 10 000 véhicules par jour). En effet, elle est la principale voie qui relie les communes du Nord Caraïbes au centre de la Martinique.

Il est également à noter que la centrale thermique de Bellefontaine est un émetteur de NO<sub>2</sub> particulier et que les vents d'ouest sur la période certainement des rejets de cheminée de la centrale à prendre en compte.

A noter également que la zone est soumise à d'importants travaux, provoqués notamment par la construction de la nouvelle centrale de Bellefontaine.

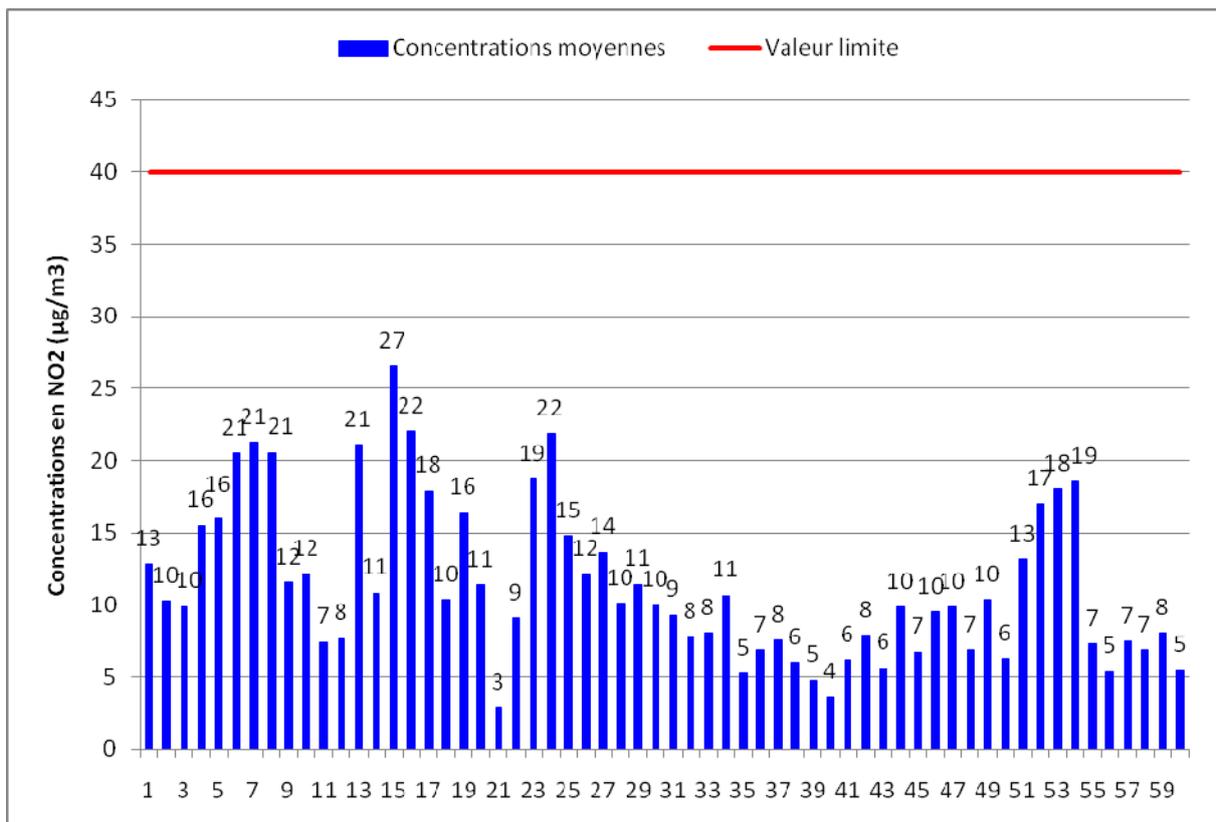


Figure IV.3 : Concentrations en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) aux différents points de mesure.

Cependant, durant ces campagnes, la valeur limite pour la protection de la santé de 40µg/m<sup>3</sup> n'a été dépassée sur aucun point de mesure (Figure IV.3).



## V. Conclusion

Durant ces 4 campagnes, les concentrations les plus élevées en NO<sub>2</sub> sont mesurées tout au long de la RN2. Cette route, enregistrant plus de 10 000 véhicules par jour, traverse le bourg de Bellefontaine.

De plus, le NO<sub>2</sub> peut être émis également par la centrale thermique de Bellefontaine. En effet, le point, qui enregistre la concentration en NO<sub>2</sub> la plus élevée, est situé dans l'axe des vents dominants (vents d'ouest) de rejet des cheminées de la centrale.

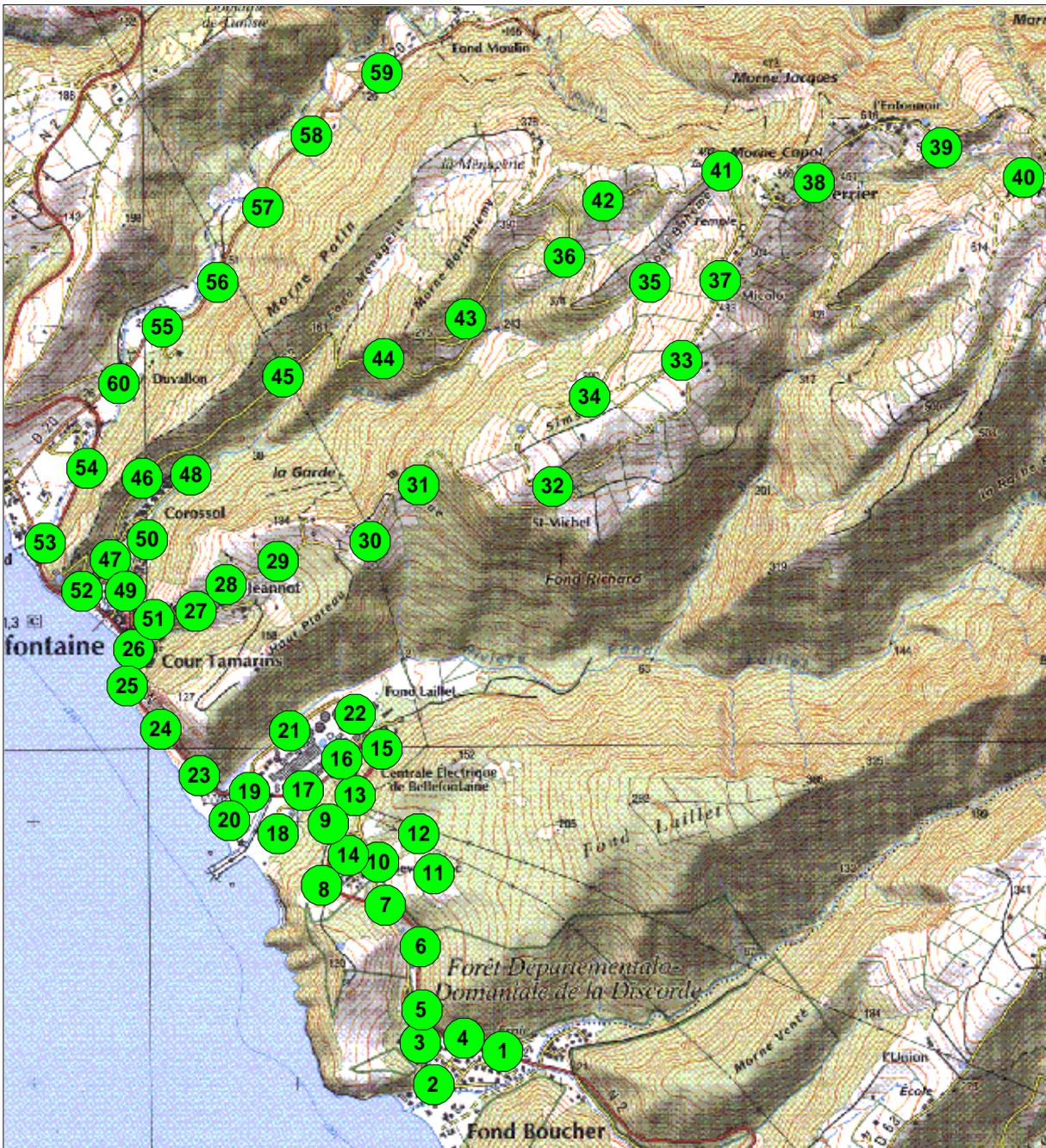
Cette zone subit également d'importants travaux, provoqués par la construction de la nouvelle centrale de Bellefontaine.

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

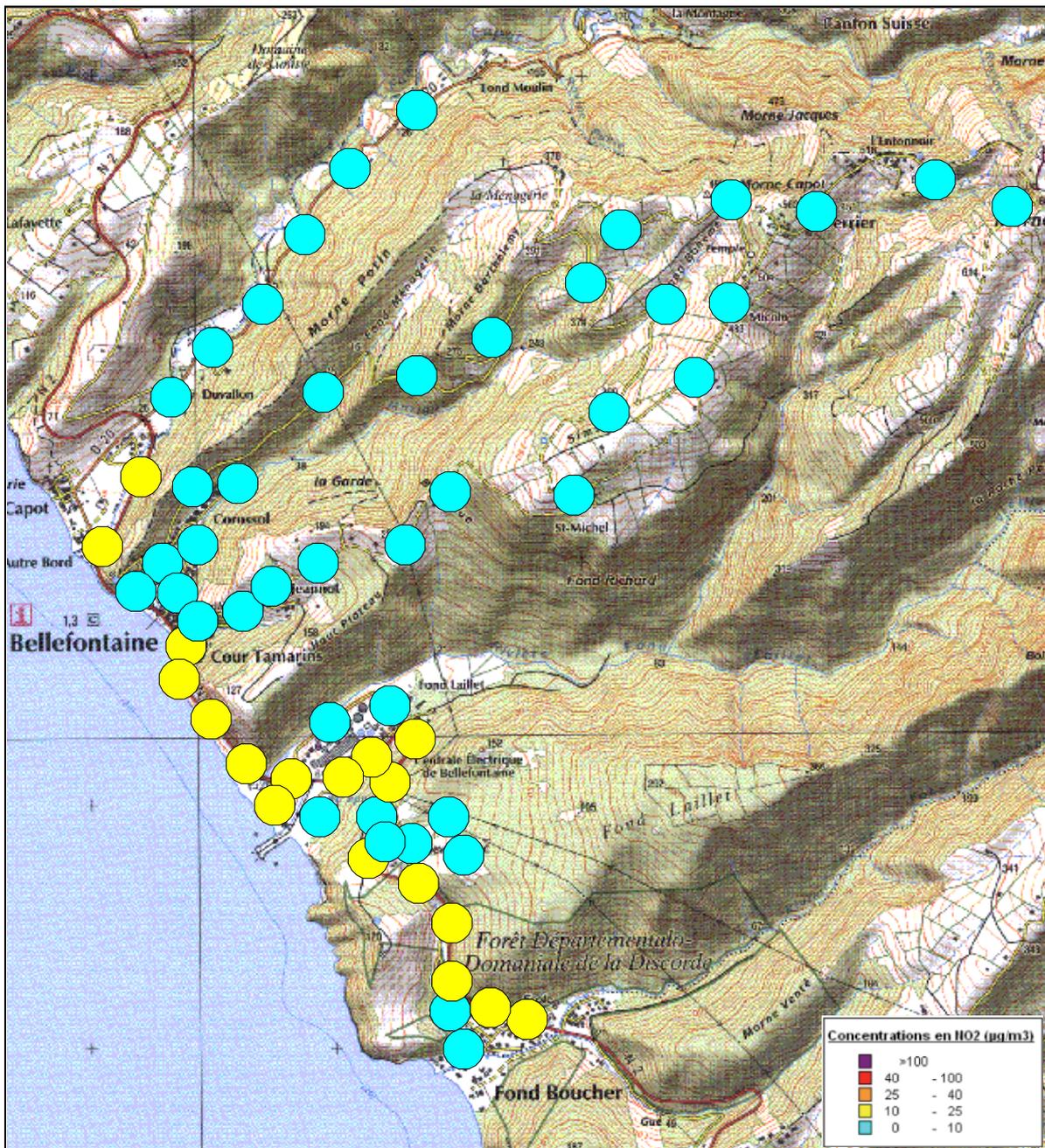
Cependant, la commune de Bellefontaine est une commune de passage de nombreuses voitures et camions venant du Nord Caraïbes. C'est également une commune qui subit des travaux importants par la construction de la nouvelle centrale. Le renouvellement d'une étude sera à prévoir pour observer l'évolution des concentrations en NO<sub>2</sub>.



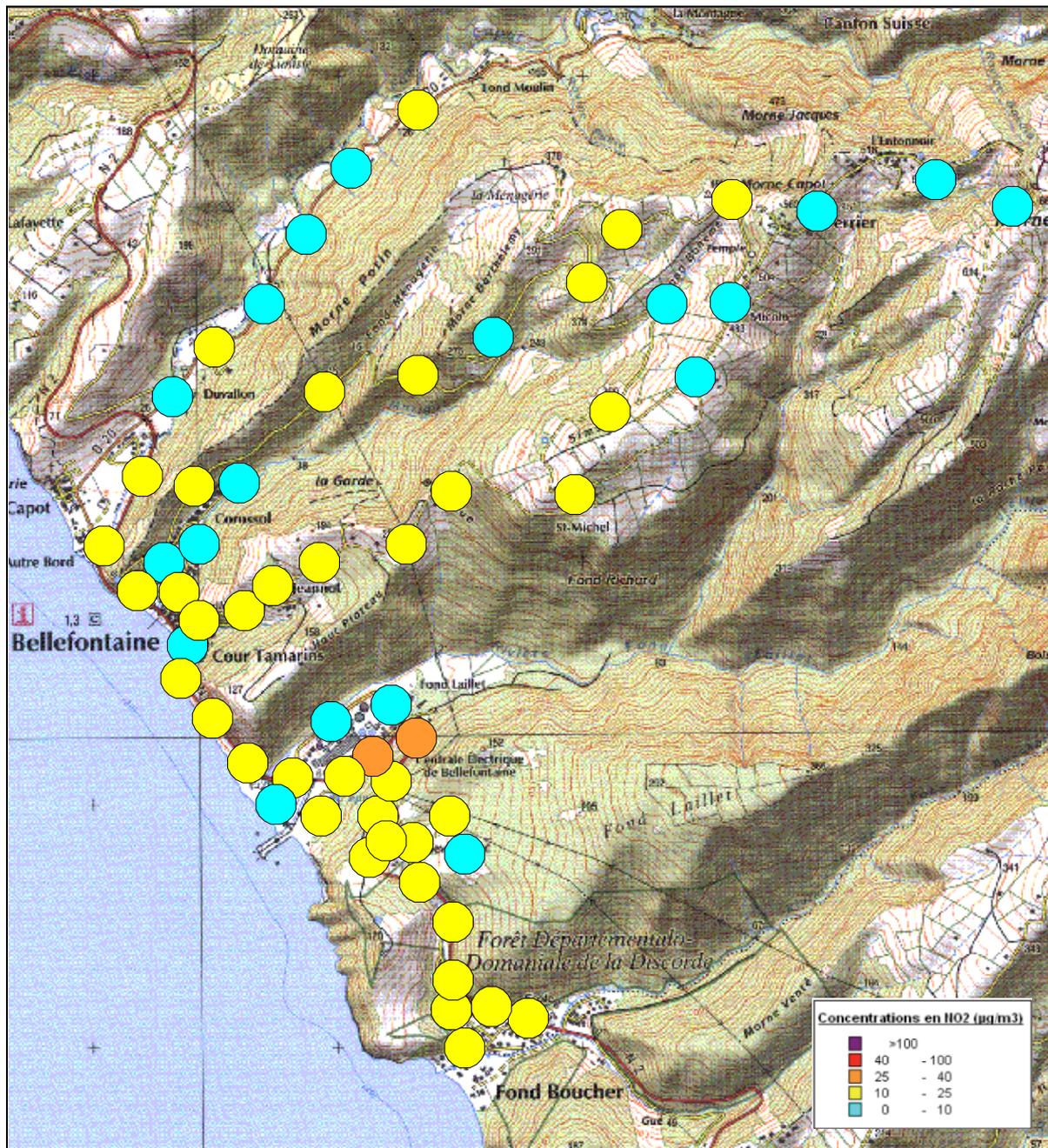
## VI. Annexes



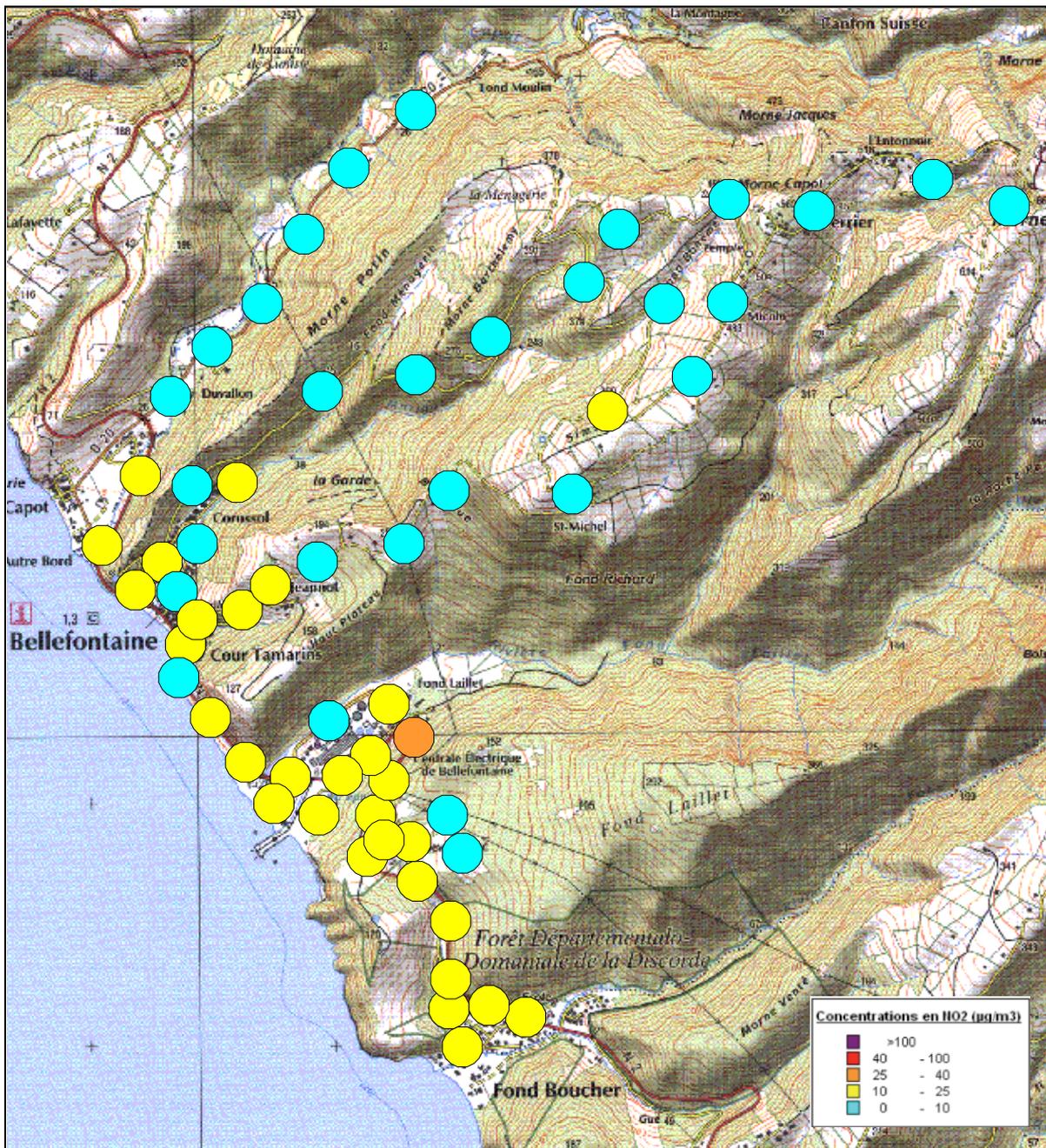
Annexe VI.0 : Implantation des points de mesure sur la commune de Bellefontaine.



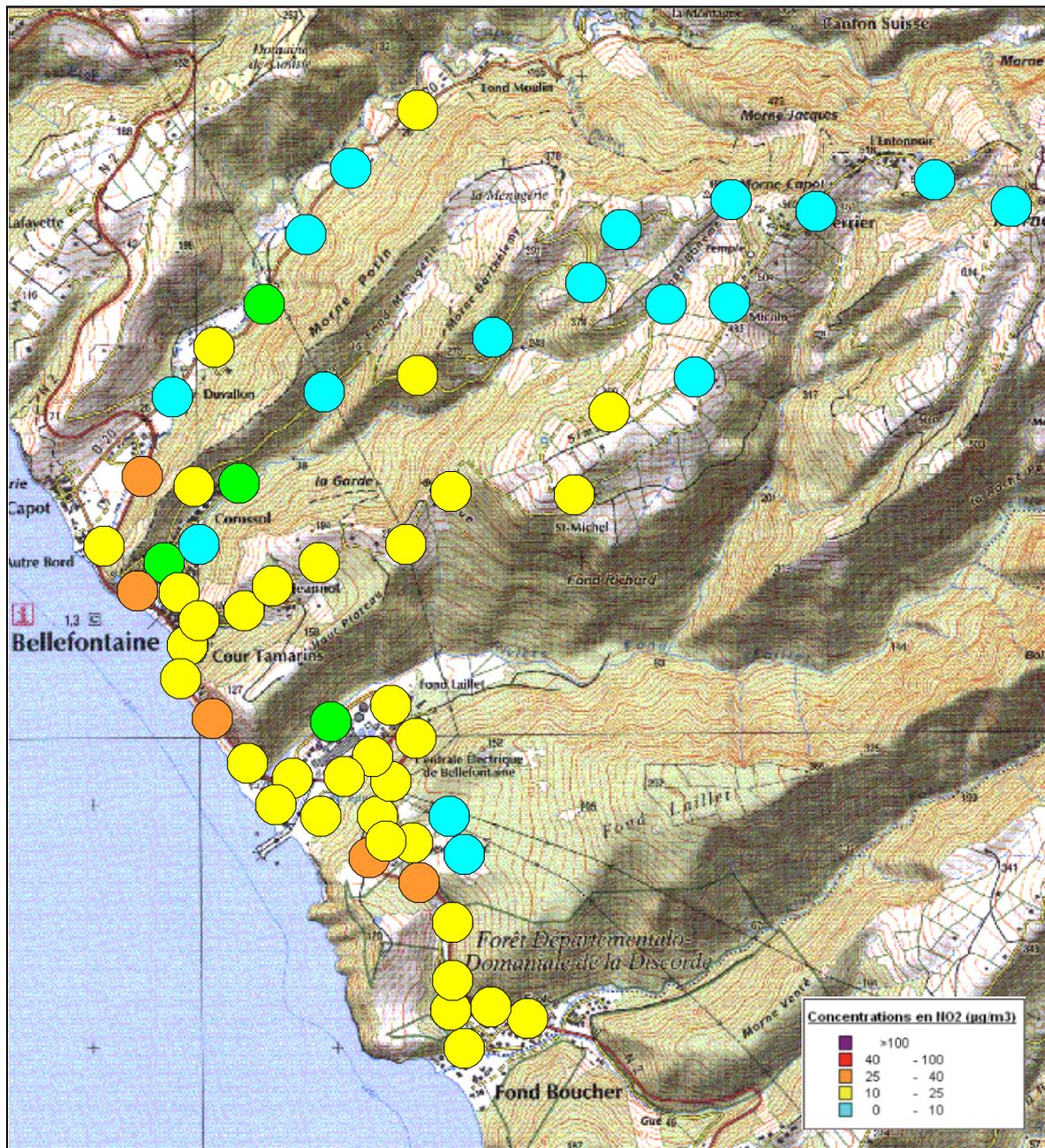
Annexe VI.1 : Dispersion des concentrations en NO<sub>2</sub> sur la commune de Bellefontaine lors de campagne 1 : du 27/10/2010 au 08/11/2010.



Annexe VI.2 : Dispersion des concentrations en NO<sub>2</sub> sur la commune de Bellefontaine lors de campagne 2 : du 08/11/2010 au 22/11/2010.



Annexe VI.3 : Dispersion des concentrations en NO<sub>2</sub> sur la commune de Bellefontaine lors de campagne 3 : du 22/11/2010 au 08/12/2010.



Annexe VI.4 : Dispersion des concentrations en NO<sub>2</sub> sur la commune de Bellefontaine lors de campagne 4 : du 08/12/2010 au 20/12/2010.