



# ÉTUDE DE LA QUALITÉ DE L'AIR

- PAR TUBES PASSIFS -

**Commune du Saint-Esprit**  
**SEPTEMBRE-NOVEMBRE 2011**

# SPATIALISATION DES CONCENTRATIONS EN NO<sub>2</sub> DANS LA COMMUNE DE SAINT-ESPRIT

# SPATIALISATION DES CONCENTRATIONS EN NO<sub>2</sub> DANS LA COMMUNE DE SAINT-ESPRIT

## 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 avec cet objectif que MADININAIR a réalisé une étude de la qualité de l'air dans la commune de Saint-Esprit. Cette étude renseigne sur la spatialisation 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 Saint-Esprit) 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 Saint-Esprit, 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 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> )
Horaire (santé)	Valeur Limite horaire (décret 2010-1250 du 21/10/10)	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
	Valeur OMS 2005	200
Année (santé)	Valeur Limite annuelle (décret 2010-1250 du 21/10/10)	40
Année (écosystème) Valeurs en NO <sub>x</sub>	Valeur Limite annuelle (décret 2010-1250 du 21/10/10)	30
	Valeur OMS 2005 Niveau critique pour la protection de la végétation	30
Seuil d'évaluation NO <sub>2</sub> Santé (horaire)	Seuil supérieur	140 (18 dépassements autorisés)
	Seuil inférieur	100 (18 dépassements autorisés)
Seuil d'évaluation NO <sub>2</sub> Santé (annuel)	Seuil supérieur	32
	Seuil inférieur	26
Seuil d'évaluation NO <sub>x</sub> Végétation (annuel)	Seuil supérieur	24
	Seuil inférieur	19,5

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 des concentrations en NO<sub>2</sub> sur la commune de Saint-Esprit, une étude a été mise en place sur la période de septembre à octobre 2011.

Plusieurs séries de mesures sur les 85 sites choisis ont été réalisées (Annexe VI.0), chaque prélèvement durant en moyenne 2 semaines (Tableau II.2).

Campagne 1	Campagne 2	Campagne 3
Du 31/08/2011 au 14/09/2011	Du 14/09/2011 au 29/09/2011	Du 13/10/2011 au 07/11/2011

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 inférieures à la limite de détection (LD) de 0,4µg/m<sup>3</sup>, lors des 3 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 57 et le site 109) 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).

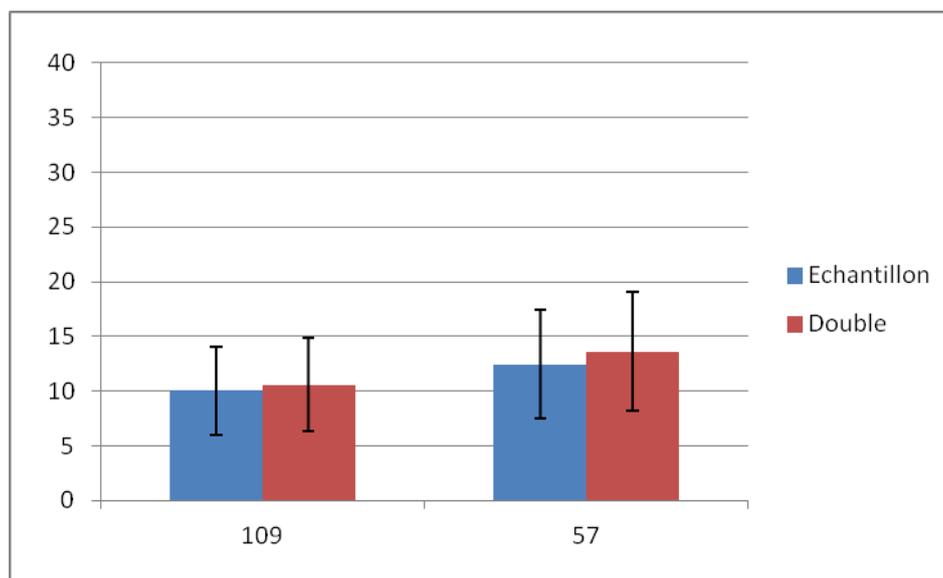


Figure IV.1 : Ecarts des concentrations (µg/m<sup>3</sup>) entre le doublet durant les campagnes de mesure.

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> 31/08/2011 au 14/09/2011	29	Temps beau à mitigé Pluies du 07 au 10/09/11	2,0 Max horaire 6,2	NON	Rentrée scolaire le 05/09/11
<b>Campagne 2</b> 14/09/2011 au 29/09/2011	28	Temps majoritairement mitigé Pluies le 17, 18 et 28/09/11	2,1 Max horaire 4,7	NON	
<b>Campagne 3</b> 13/10/2011 au 07/11/2011	28	Temps beau à mitigé Pluies du 21 au 25/10/11	2,4 Max horaire 6,0	OUI	2 jours fériés

Tableau IV.1 : Conditions météorologiques durant les 3 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 2,2 m/s avec des pointes horaires maximales variant de 5 à 6 m/s selon les périodes.
  - **La direction des vents** est généralement de secteur EST dans la commune de Saint-Esprit.

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

## SPATIALISATION DES CONCENTRATIONS EN NO<sub>2</sub> DANS LA COMMUNE DE SAINT-ESPRIT

### IV.3. Résultats des campagnes

Tubes	C1	C2	C3	Moyenne	Tubes	C1	C2	C3	Moyenne
1	6.41	4.04	5.81	5	44	15.27	14.04	13.20	14
2	5.19	2.92	5.89	5	45	8.81	11.23	9.15	10
3	5.82	3.42	4.84	5	46	15.97	13.31	15.58	15
4	14.64	9.98	10.82	12	47	4.52	1.05	5.36	4
5	15.72	7.63	10.82	11	48	10.10	6.94	11.70	10
6	14.76	9.23	12.06	12	49	3.24	0.44	2.50	2
7	9.85	7.74	8.80	9	50	11.12	6.48	6.78	8
8	11.21	8.02		10	51	7.62	3.40		6
9		12.55	13.02	13	52	4.36	1.80	4.42	4
10		20.50	17.78	19	53	10.78	4.75	9.51	8
11	21.11	12.55	17.07	17	54	15.35	5.25	7.59	9
12	14.19	8.76	10.91	11	55	7.79	1.55	1.76	4
13	21.22	10.79	18.04	17	56	15.78	5.37	11.72	11
14	12.98	9.61	12.31	12	57	6.50	2.17	3.83	4
15	20.00	18.45	20.65	20	58	0.35	0.10	1.03	0
16	24.60	13.55	19.07	19	59	9.93	3.27		7
17	21.08	12.57	14.79	16	60	6.36	3.89	3.83	5
18	10.64	9.50	17.15	12	61	9.91	8.08	9.95	9
19	19.72	13.84	18.24	17	62	6.81	3.27	5.01	5
20	11.66	5.83	5.80	8	63	6.66	2.78	9.66	6
21		3.87	3.87	4	64	2.23	0.10	13.46	5
22	6.81	2.90	6.95	6	65	2.37	0.32	2.43	2
23	8.15	3.40	7.13	6	66	2.08	0.10	1.99	1
24	4.96	1.91	4.75	4	67	2.37	0.81	2.50	2
25		1.05	3.16	2	68	0.10	0.20	2.80	1
26	2.89	0.10	3.16	2	69		0.10	2.13	1
27	3.16	0.10	2.46	2	70	3.85	1.55	4.35	3
28	3.02	2.42	1.75	2	71	3.71	0.56	4.12	3
29	4.01	0.19	2.10	2	72	1.95	0.10	2.19	1
30	2.38	0.10	1.67	1	73	2.22	0.10	2.99	2
31	3.56	0.32	3.25	2	74	3.29	0.10	3.16	2
32	3.82	14.74		9	75	0.88	0.10	1.03	1
33	15.06	19.38	17.72	17	76	1.96	0.10		1
34	13.56	12.78	13.79	13	77	1.02	0.10	1.62	1
35	4.10	1.90	3.76	3	78	3.58	0.56	2.72	2
36	21.30	13.27	20.57	18	79	2.23	0.10	2.65	2
37	18.00	7.64	12.97	13	80	2.23	0.19	2.28	2
38	9.98	4.95	7.81	8	81	0.10	0.10		0
39	2.08	0.10	1.99	1	82	1.02	0.10	1.32	1
40	22.02	13.74	14.74	17	83	2.10	0.10	1.84	1
41	10.03	2.39	7.81	7	84	0.10	0.10	0.58	0
42	1.52	0.10	1.62	1	85	0.62			1
43	9.39	7.54	10.12	9					

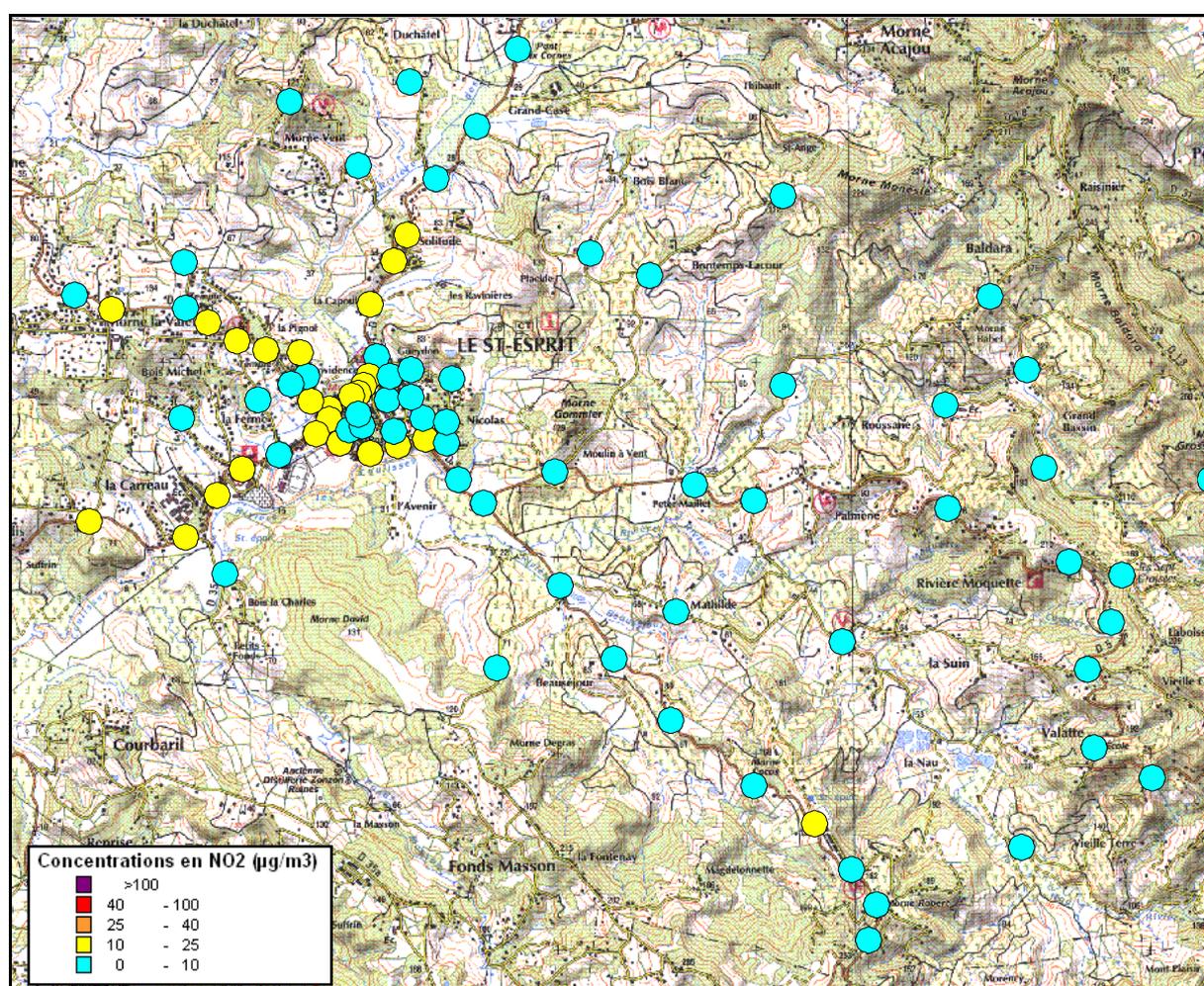
Tableau IV.2 : Concentrations (µg/m<sup>3</sup>) en NO<sub>2</sub> mesurées aux différents points de prélèvement du 31/08/2011 au 07/11/2011.

## SPATIALISATION DES CONCENTRATIONS EN NO<sub>2</sub> DANS LA COMMUNE DE SAINT-ESPRIT

Le Tableau II.2 représente les concentrations en NO<sub>2</sub> mesurées lors des 3 campagnes. Ces 3 campagnes, de 2 semaines chacune, permettent d'estimer une moyenne annuelle. Lors de la campagne 2, les concentrations en NO<sub>2</sub> semblent plus faibles que celles mesurées lors des autres campagnes. En effet, lors de cette campagne 2, le temps est principalement mitigé avec des jours de fortes pluies.

Cependant, sur les 3 campagnes, bien que les valeurs des concentrations soient différentes (Tableau IV.3), la répartition spatiale en NO<sub>2</sub> est à peu près similaire (Annexe VI.1, VI.2, VI.3 et VI.4).

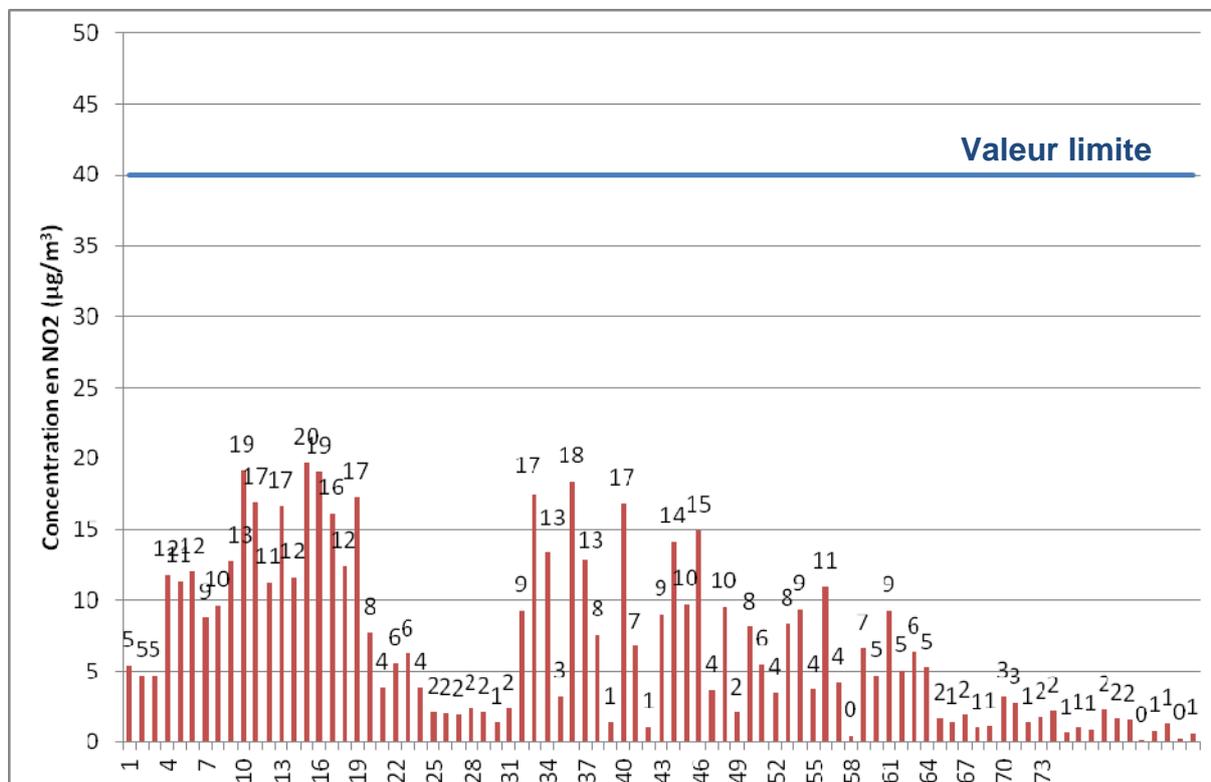
On se base donc sur les concentrations moyennées sur les 3 campagnes en chaque point de mesure pour réaliser une cartographie de la pollution automobile (Figure IV.2).



Les concentrations les plus élevées sont observées le long de la D5 et la D6 et principalement dans le bourg de Saint-Esprit. En effet, 26% des concentrations en NO<sub>2</sub> sont supérieures à 10µg/m<sup>3</sup>, dont 95% se situant sur ces deux axes et 5% dans le bourg de Saint-Esprit.

## SPATIALISATION DES CONCENTRATIONS EN NO<sub>2</sub> DANS LA COMMUNE DE SAINT-ESPRIT

Ces lieux sont les plus fréquentés de la commune par les automobilistes et sont susceptibles à l'occasion d'être encombrés, à l'origine d'une légère dégradation de la qualité de l'air.



**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

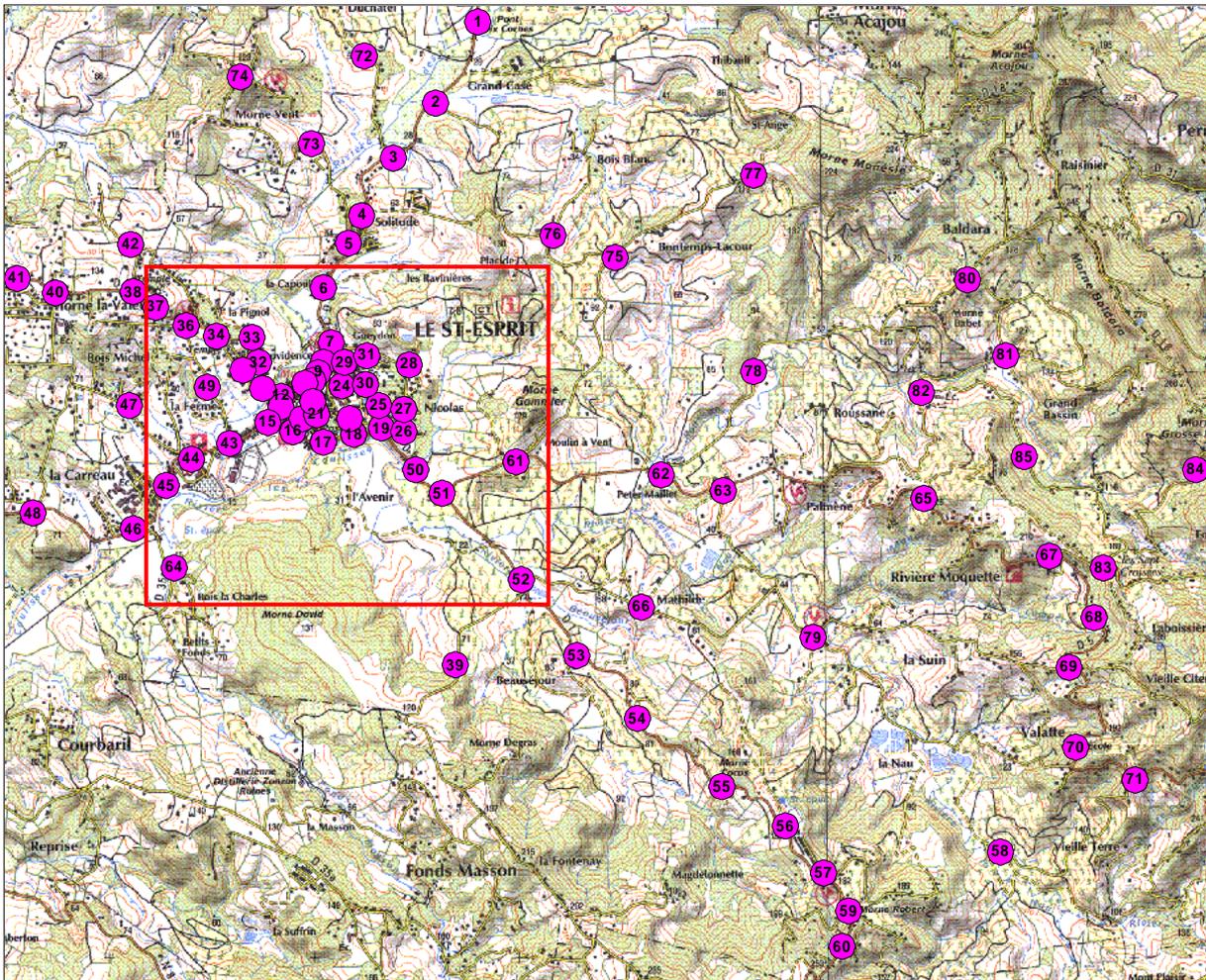
Durant ces 3 campagnes, les concentrations les plus élevées en NO<sub>2</sub> sont mesurées sur les départementales 5 et 6, et principalement sur les portions traversant le bourg de Saint-Esprit. Ces routes relient la commune de Saint-Esprit aux communes de Ducos, Rivière-Salée et François.

**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.**

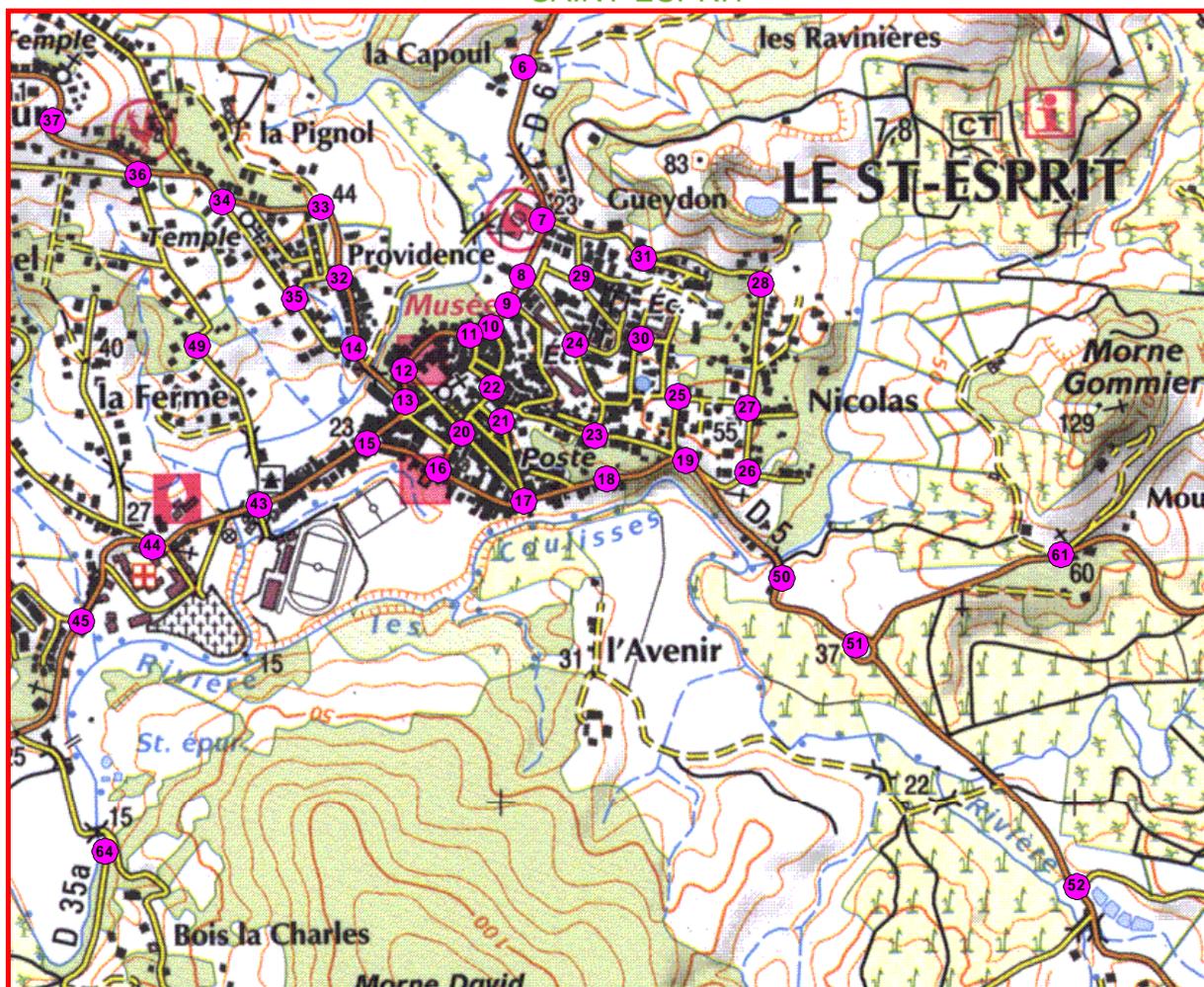
Cependant, le renouvellement d'une étude sera à prévoir pour observer l'évolution des concentrations en polluants automobiles. En effet, le nombre de véhicules ne cesse d'augmenter en Martinique depuis quelques années.

# SPATIALISATION DES CONCENTRATIONS EN NO<sub>2</sub> DANS LA COMMUNE DE SAINT-ESPRIT

## VI. Annexes

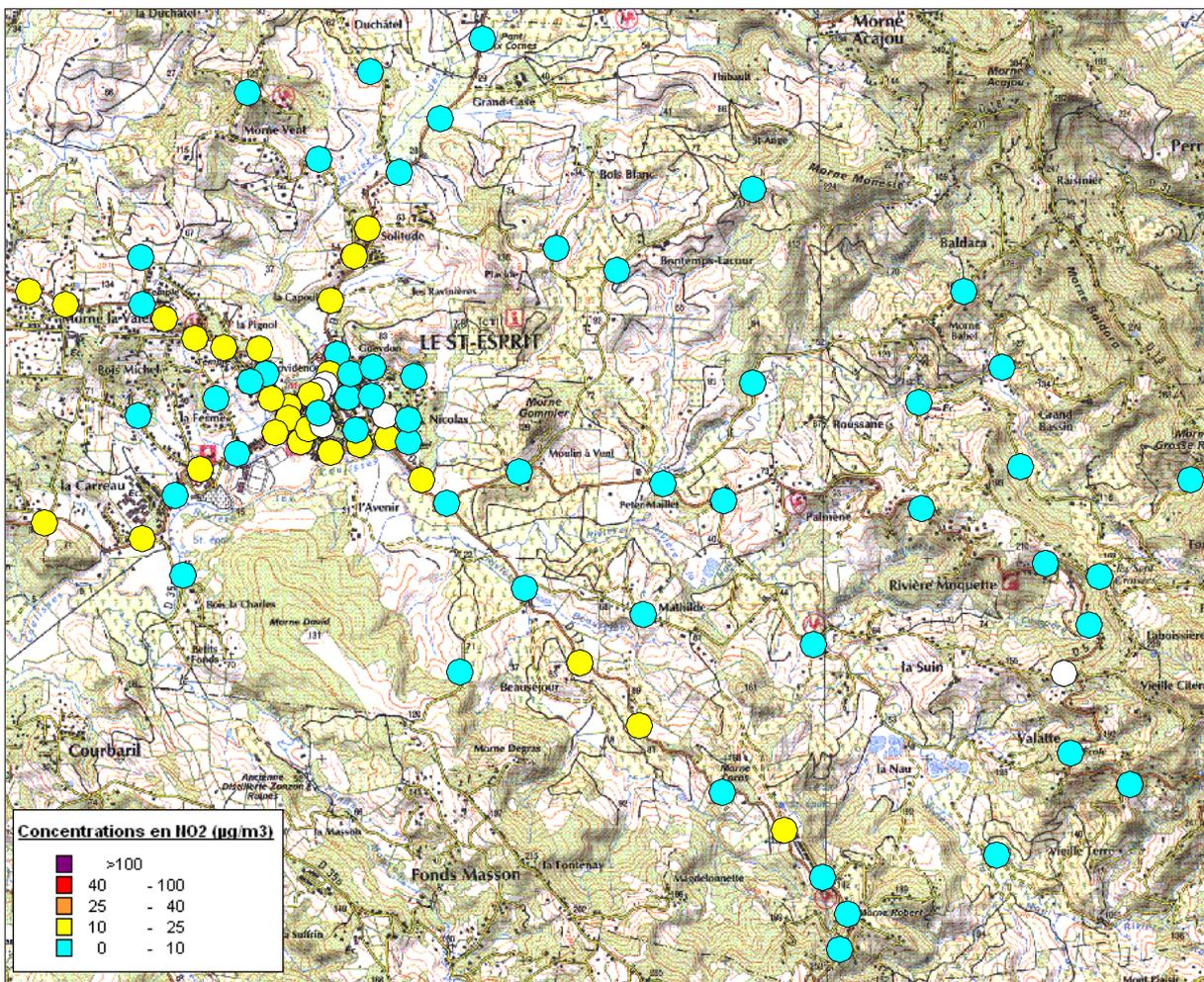


## SPATIALISATION DES CONCENTRATIONS EN NO<sub>2</sub> DANS LA COMMUNE DE SAINT-ESPRIT



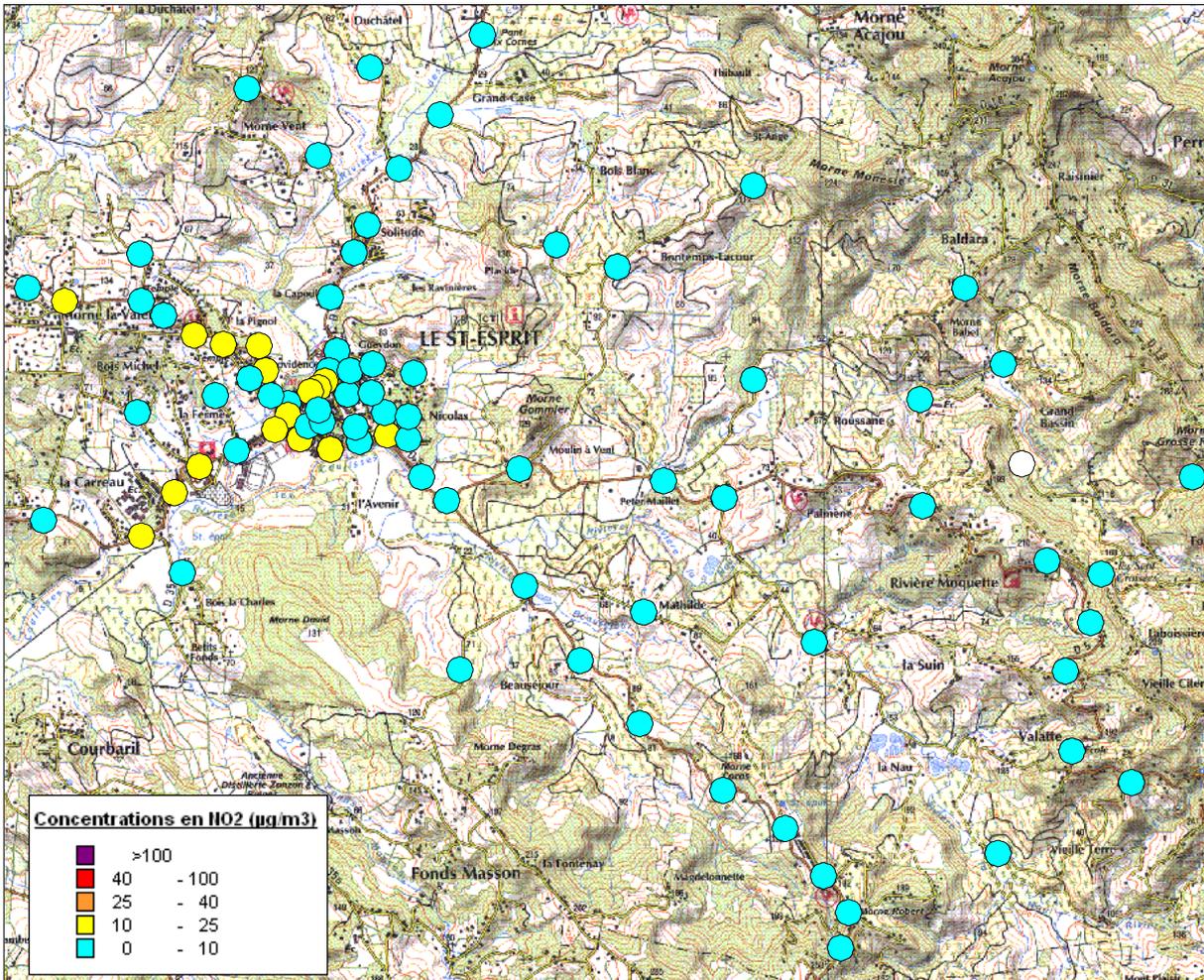
Annexe VI.0 : Implantation des points de mesure sur la commune de Saint-Esprit.

## SPATIALISATION DES CONCENTRATIONS EN NO<sub>2</sub> DANS LA COMMUNE DE SAINT-ESPRIT



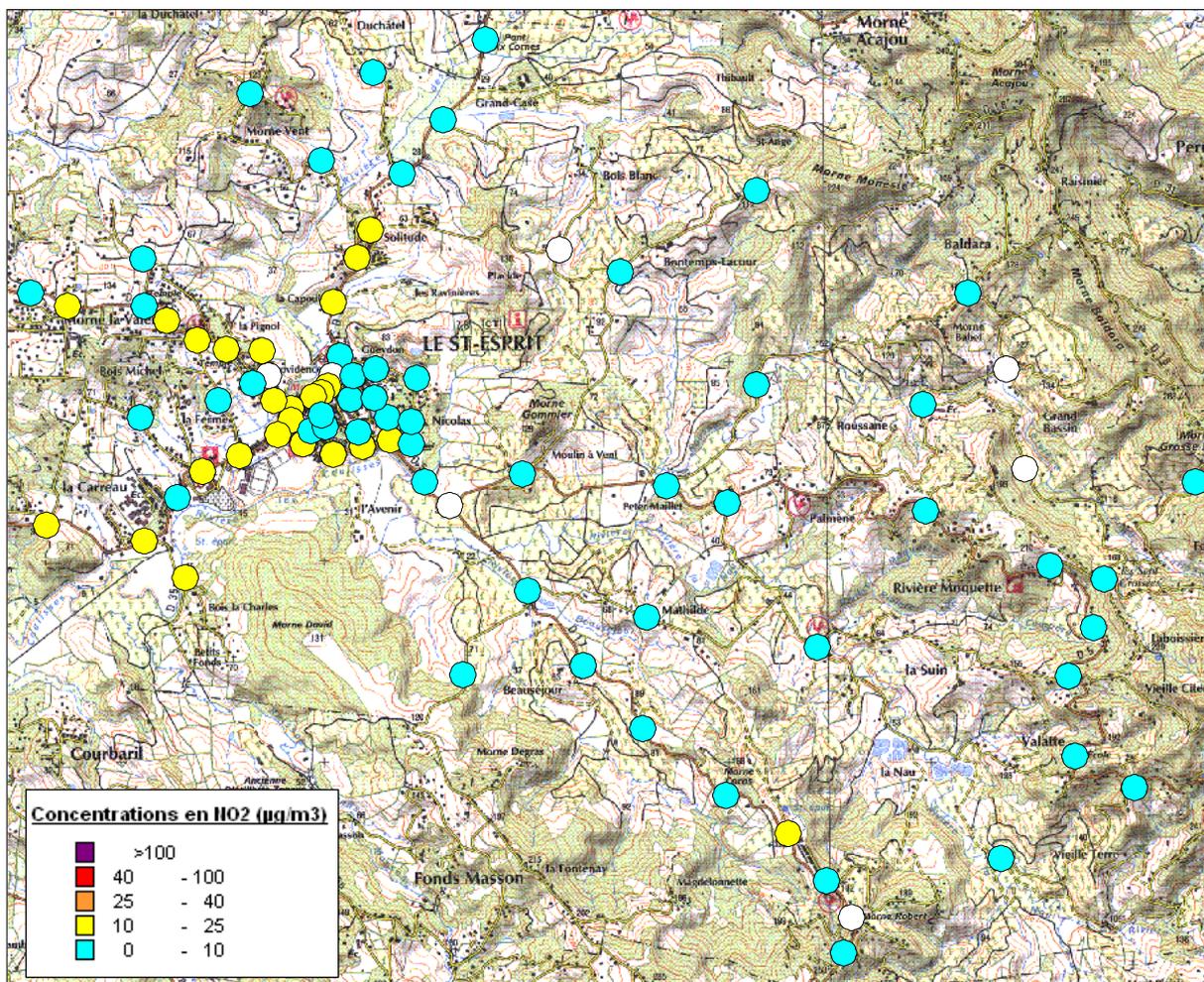
**Annexe VI.1 : Spatialisation de la concentration en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) sur la commune de Saint-Esprit lors de la Campagne 1 du 31/08/2011 au 14/09/2011.**

## SPATIALISATION DES CONCENTRATIONS EN NO<sub>2</sub> DANS LA COMMUNE DE SAINT-ESPRIT



**Annexe VI.2 : Spatialisation de la concentration en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) sur la commune de Saint-Esprit lors de la Campagne 2 du 14/09/2011 au 29/09/2011.**

## SPATIALISATION DES CONCENTRATIONS EN NO<sub>2</sub> DANS LA COMMUNE DE SAINT-ESPRIT



**Annexe VI.3 : Spatialisation de la concentration moyenne en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) sur la commune de Saint-Esprit lors de la Campagne 3 du 13/10/2011 au 07/11/2011.**