



EVALUATION DES CONCENTRATIONS EN DIOXYDE D'AZOTE

- MESURES PAR TUBES PASSIFS -

Commune de DUCOS

Mars à Mai 2016



Parution : oct 2016
Rédacteur : K. RAMASSAMY
Ref : 10/16/NO2DUCOS2016

Evaluation des concentrations en dioxyde d'azote

- Mesures par tubes passifs -

Commune de Ducos
Mars à Mai 2016

Madinair : 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 études	Directeur
Visa			

Sommaire

I. Présentation de l’étude	3
II. Contexte de l’étude.....	4
II.1 La commune de Ducos	4
II.2 Polluant étudié : Le dioxyde d’azote.....	4
a. Emissions par secteur.....	4
b. Réglementation et norme	5
c. Effets sur la santé	5
d. Effets sur l’environnement.....	6
II.3 Campagne de mesure	6
III. Méthodes et matériels utilisés	7
III.1 Sur site	7
III.2 Au laboratoire.....	8
IV. Résultats	9
IV.1 Fiabilité de la méthode	9
IV.2 Données météorologiques.....	10
IV.3 Résultats des campagnes	11
V. Comparaison aux années antérieures	15
VI. Conclusion	17
VII. Annexes	18

I. Présentation de l'étude

L'Association Régionale de surveillance de la qualité de l'air en Martinique, Madinair, dispose actuellement de 12 stations de mesure dispersées stratégiquement dans 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 SO₂, les oxydes d'azote NO_x, l'ozone O₃, les particules PM₁₀ (inférieures à 10 microns), les particules fines PM_{2,5} (inférieures à 2,5 microns) et le benzène.

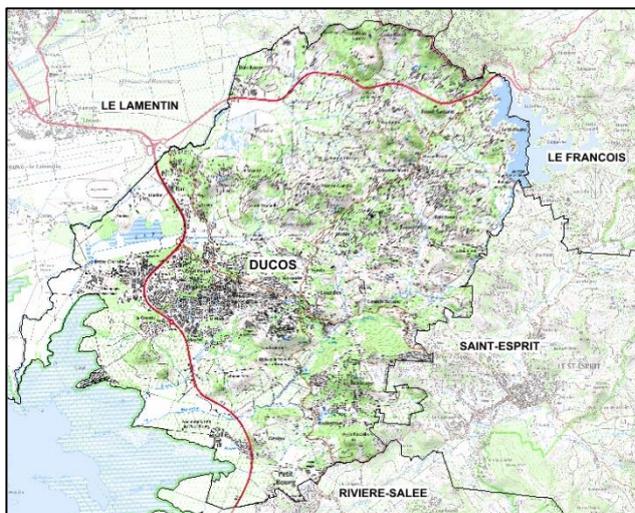
La stratégie de mesure comprend une évaluation de la qualité de l'air dans les zones où aucune mesure en continu n'est réalisée. Ces évaluations permettent de confirmer la stratégie de mesure déployer sur la Martinique et de renseigner les zones non couvertes quotidiennement, conformément aux exigences des directives européennes. L'évaluation de la qualité de l'air dans la commune de Ducos, comptant à elle seule 4% de la population et traversée par deux nationales enregistrant entre 20 000 et 70 000 véhicules par jour, s'inscrit dans cette démarche. De plus, la Collectivité d'Agglomération de l'Espace Sud de la Martinique a souhaité intégrer cette étude dans une de ces actions du Plan Climat Energie Air Territorial. Cette étude spatialise le dioxyde d'azote, NO₂, pris comme traceur de la pollution automobile, le transport étant la principale source de dioxyde d'azote dans cette commune.

C'est avec cet objectif qu'une étude a été réalisée dans la ville de Ducos. Cette étude renseigne sur la spatialisation de la pollution automobile, permettant d'évaluer l'évolution éventuelle du trafic dans cette zone, de valider les données exploratoires de modélisation de la pollution routière effectuée par Madinair, 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, le Schéma de COhérence Territorial, le Plan Climat Energie Air Territorial, les Plans de Déplacement Urbain... et ainsi, fournir une aide éventuelle à la décision locale sur des projets concernant l'urbanisme, les transports, l'aménagement ou l'environnement en général.

Le but de cette étude est donc d'évaluer la concentration de dioxyde d'azote NO₂ présente sur différents sites de la commune de Ducos, et de confronter les résultats obtenus avec les normes environnementales en vigueur.

II. Contexte de l'étude

II.1 La commune de Ducos



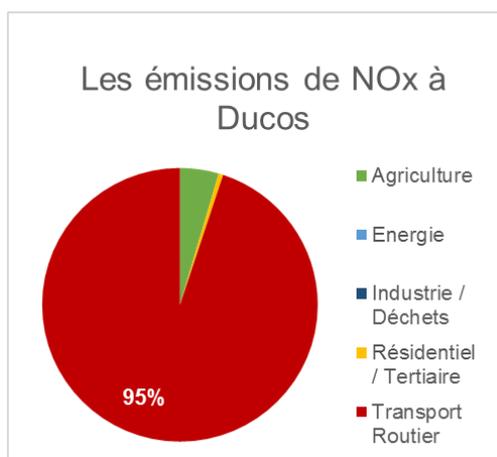
La commune de Ducos, avec ses 17 357 habitants est la 7^{ème} commune de Martinique par son nombre d'habitants et la 14^{ème} par la superficie (37,7 km²). De par sa situation centrale, Ducos fait office de jonction entre les communes de la CACEM, l'Est et le Sud de la Martinique. La commune est ainsi traversée par deux des axes routiers principaux de l'île. La RN5, reliant le centre et le sud, est emprunté par près de 68000 véhicules par jour tandis que la RN6 reliant l'est de l'île est utilisée

par 20 000 véhicules quotidiennement.

La proximité de l'aéroport Aimé Césaire, des grands axes routiers et ses nombreuses zones d'activités en font la 3^{ème} plateforme économique de Martinique après Fort-de-France et le Lamentin. Limitrophe du François, de Saint-Esprit, de Rivière-Salée et du Lamentin, Ducos fait partie des 12 communes la Communauté d'Agglomération de l'Espace Sud Martinique.

II.2 Polluant étudié : Le dioxyde d'azote

a. Emissions par secteur



Avec 234 tonnes d'oxydes d'azote (NOx) émises sur son territoire en 2013, Ducos est la cinquième commune émettrice de ce polluant en Martinique.

A près de 95%, ces rejets proviennent du trafic automobile. Ducos est en effet traversée par la RN5 sur laquelle transitent près de 68 000 véhicules par jour. Cette voie, régulièrement embouteillée, est responsable de 70% des émissions communales en NOx.

La combustion des carburants routiers est responsable des rejets de ce polluant.

Les 10 tonnes (soit 5%) de l'agriculture sont issues des engins agricoles et de l'usage d'engrais azotés.

Les contributions d'autres secteurs d'activités sont négligeables pour ce polluant

b. Réglementation et norme

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur de la norme (µg/m ³)
Année (Santé)	Valeur Limite annuelle (Décret 2010-1250 du 21/10/10)	40
Seuil d'évaluation NO2 Santé (annuel)	Seuil supérieur	32
	Seuil inférieur	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 NO₂ 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 NO₂ est également un précurseur de l'ozone (O₃) qui est, en basse altitude, un composé néfaste pour la santé humaine et l'environnement.

II.3 Campagne de mesure

Dans le but de fournir une spatialisation en NO₂ sur la commune de Ducos, une étude a été faite durant les mois de Mars à Mai 2016.

Plus de quatre-vingt sites ont fait l'objet de mesure, chaque prélèvement durant en moyenne 15 jours.

- Campagne 1 : du 23 mars au 6 avril
- Campagne 2 : du 6 avril au 21 avril
- Campagne 3 : du 21 avril au 4 mai
- Campagne 4 : du 4 mai au 18 mai

Remarque : Période de vacances scolaires du 24 mars au 7 avril.

III. Méthodes et matériels utilisés

III.1 Sur site



La méthode de prélèvement du 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+BR1J35) adaptée à l'absorption de NO_2 qui diffuse naturellement dans le tube.



Pendant la durée d'exposition du tube dans l'atmosphère, le gaz NO_2 est piégé dans le tube sous forme de nitrite 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 NO_2^- captée.

La masse de nitrite 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 NO_2^- , donne une coloration plus ou moins rose en fonction de la concentration en 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 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.

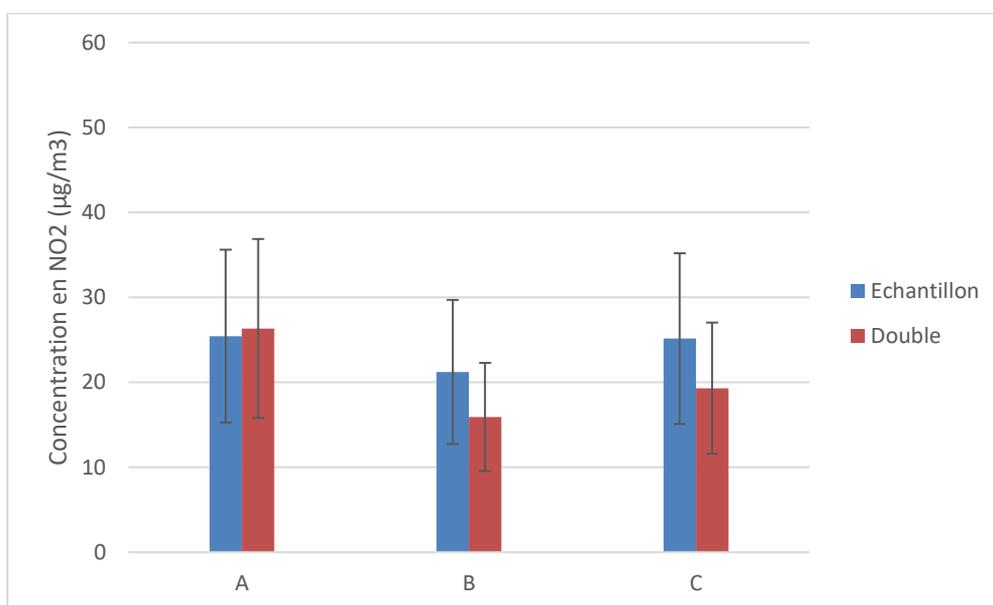


IV. Résultats

IV.1 Fiabilité de la méthode

Des tubes « blancs » ont été placés sur site durant les campagnes. Les valeurs obtenues sont inférieures à la limite de détection (LD) de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette observation permet d'assurer qu'il n'y a eu aucune contamination des tubes hors période de prélèvement.

Des tubes « double » ont été implantés sur le même site de mesure permettant de vérifier la répétabilité des résultats. Ces tubes sont donc censés donner des résultats identiques. L'écart relatif est satisfaisant pour conclure à une bonne répétabilité des analyses.



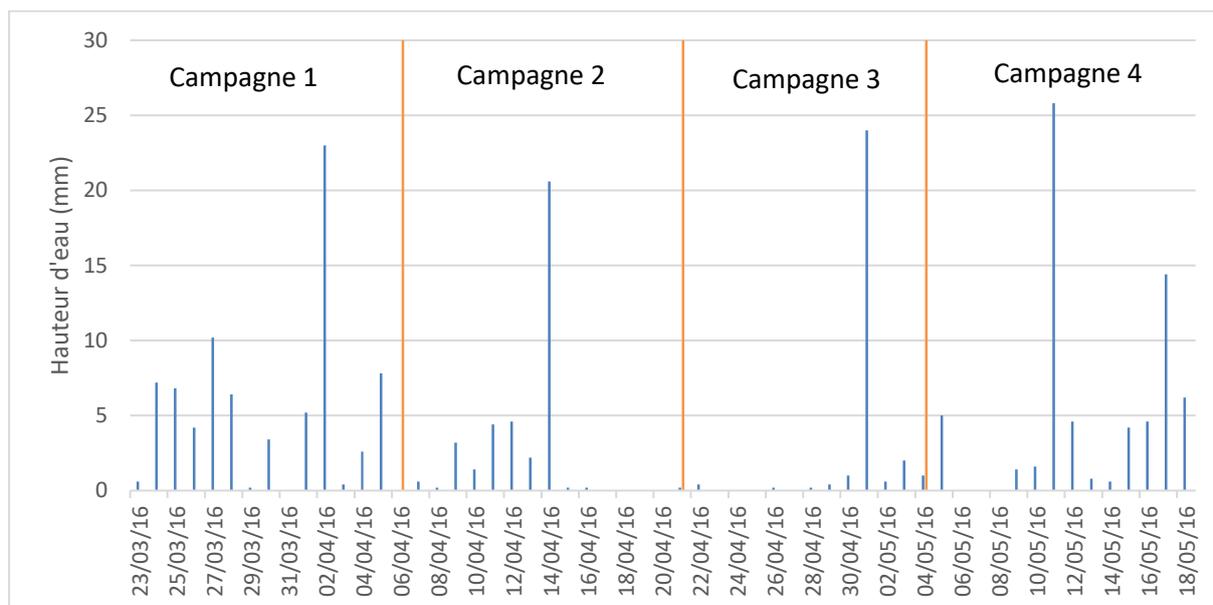
Graphique IV-1 : Comparaison des concentrations des échantillons et des doubles

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.

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



Graphique IV-2 : Précipitations et température « Station Météo France Génipa » (Source Météo France)

La pluie, par contre, jouera un rôle de lixiviation de l'atmosphère. On pourra donc s'attendre à des concentrations plus faibles en NO_2 les jours de pluies, c'est-à-dire durant les campagnes 1 et 4.

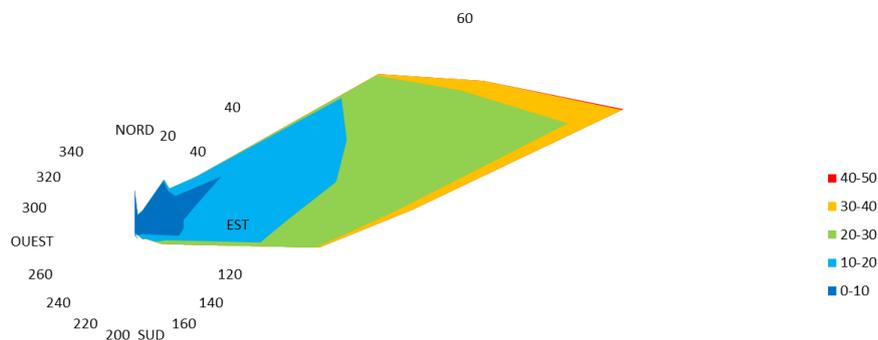


Figure IV-1 : Rose des vents (km/h) sur la période de mesure « Station Météo France Aéroport » (Source Météo France)

Le vent est le principal acteur de la dispersion des polluants. La direction des vents est de secteur Nord-Est à Est.

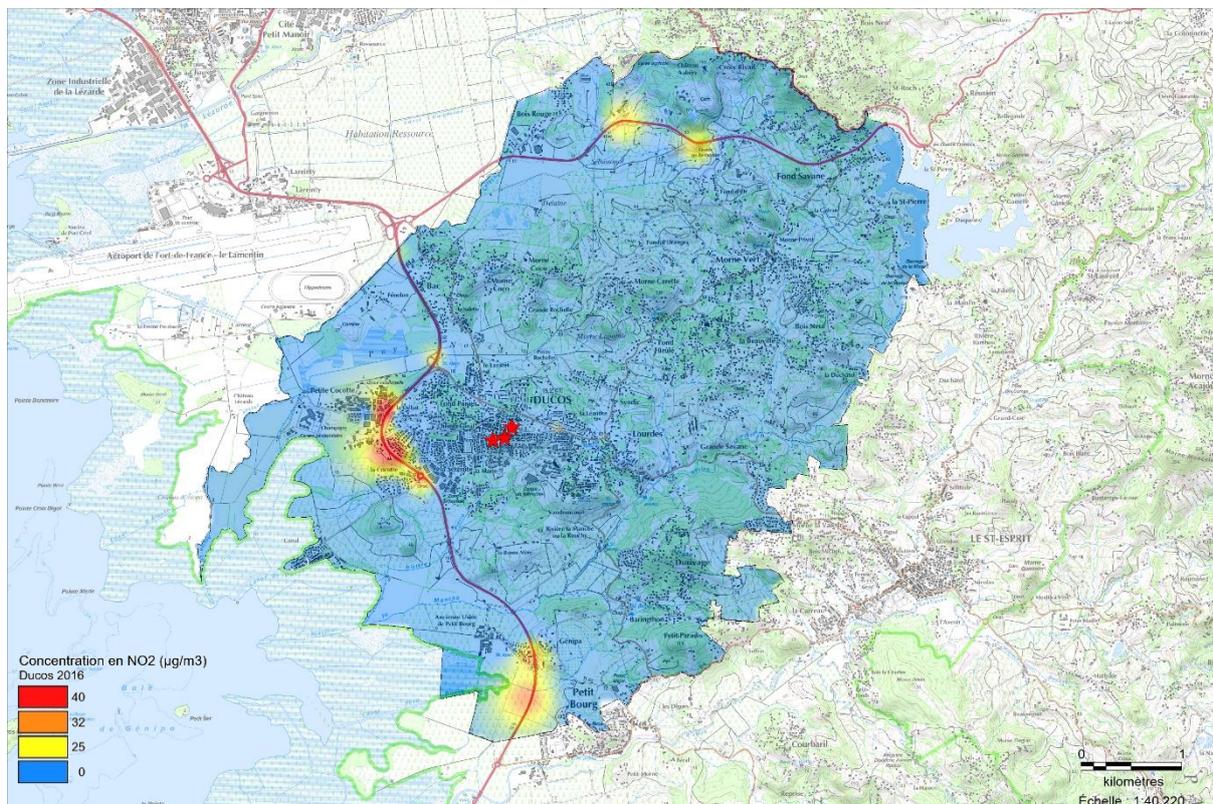
IV.3 Résultats des campagnes

DUCOS					
Tubes	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tubes	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tubes	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	6	29	0	58	1
2	11	30	6	59	24
3	29	31	1	60	5
4	29	32	2	61	3
5	3	33	2	62	22
6	3	34	4	63	3
7	4	35	4	64	2
8	10	36	5	65	2
9	11	37	7	66	4
10	6	38	5	67	10
11	20	39	1	68	4
12	5	40	3	69	5
13	1	41	4	70	4
14	0	42	6	71	4
15	8	43	13	72	5
16	3	44	10	74	1
17	5	45	32	75	7
18	3	46	35	76	13
19	1	47	25	77	17
20	3	48	59	78	0
21	5	49	56	79	3
22	3	50	36	80	6
23	5	51	1	81	8
24	1	53	5	82	7
25	1	54	12	83	9
26	18	55	19	84	4
27	1	56	2	85	3
28	11	57	12		

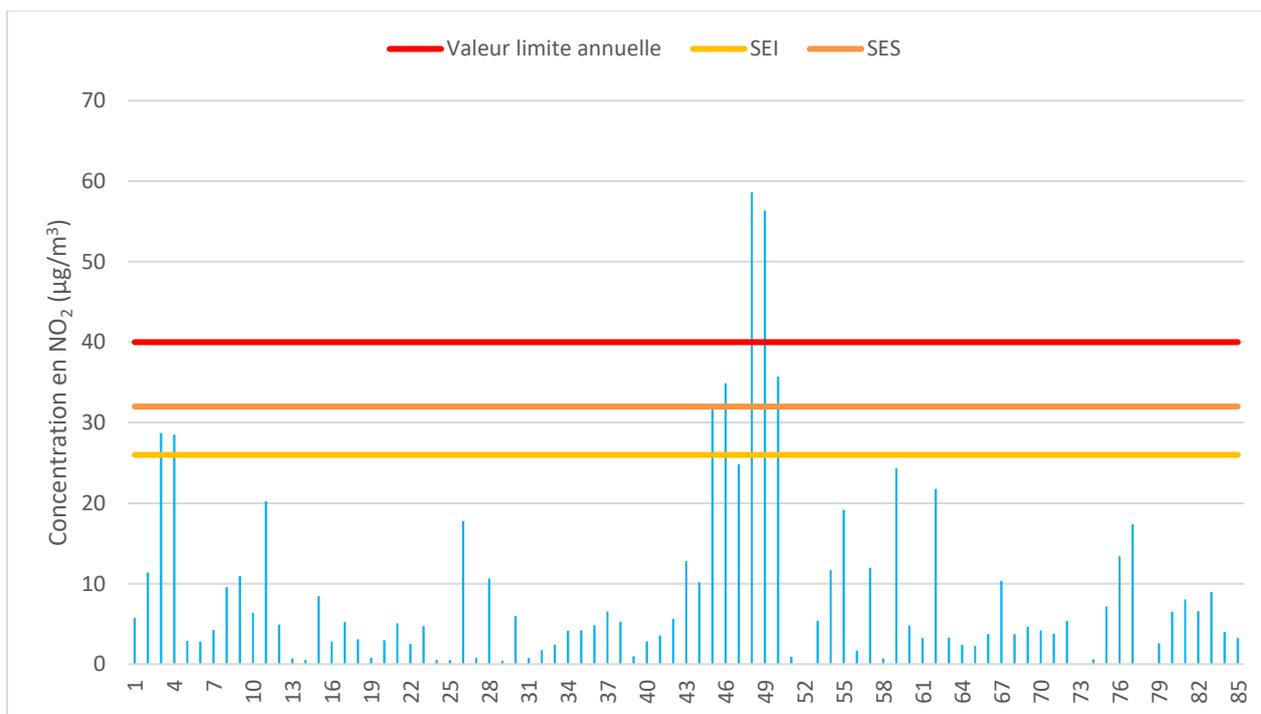
Tableau IV-1 : Concentrations moyennes en NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées aux différents points de prélèvement. En jaune les concentrations en NO_2 supérieures au SEI, en orange celles qui sont supérieures au SES et en rouge celles sont supérieures à la valeur limite de protection de la santé

Le tableau ci-dessus représente les concentrations moyennes en NO_2 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 comparable 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.



Cartographie IV-1 : Spatialisation de la pollution automobile sur la commune de Ducos, moyennée sur les 4 campagnes de mesure. Les étoiles rouges ★ localisent les écoles situées dans le bourg de Ducos.



Graphique IV-3 : Concentrations moyennes en NO₂ aux différents points de mesure

Les concentrations les plus élevées sont observées le long des nationales. Deux sites dépassent la valeur limite de protection de la santé :

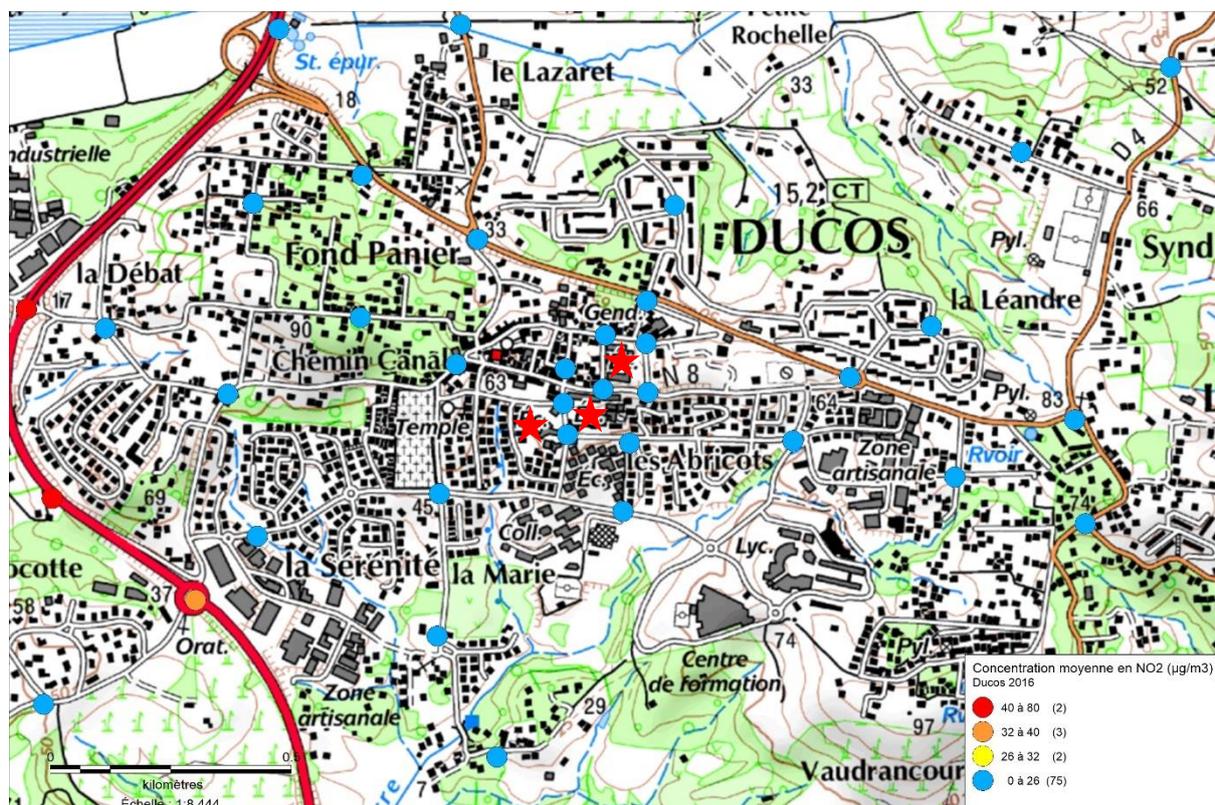
- Le site 48, au rond-point de Champigny, enregistre une concentration moyenne de $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Le site 49, qui se situe dans la côte entre les rond-point Champigny et Cocotte, enregistre une concentration moyenne de $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Les sites 45 et 46 qui se situent sur la portion de route entre Génipa et le rond-point Petit Bourg, enregistrent des concentrations supérieures au seuil d'évaluation supérieur.

Et les sites 3 et 4, localisés sur la nationale 6 à Bois Rouge, enregistrent des concentrations supérieures au seuil d'évaluation inférieur.

Sur ces sites, le risque de dépasser les normes environnementales si une mesure était effectuée en continu toute l'année est donc modéré (sites dépassant le seuil d'évaluation inférieur) à élevé (site dépassant le seuil d'évaluation supérieur).

Cette étude portait également sur l'évaluation de la qualité de l'air à proximité des écoles de Ducos. Des tubes de prélèvement ont été positionnés au bourg de Ducos.

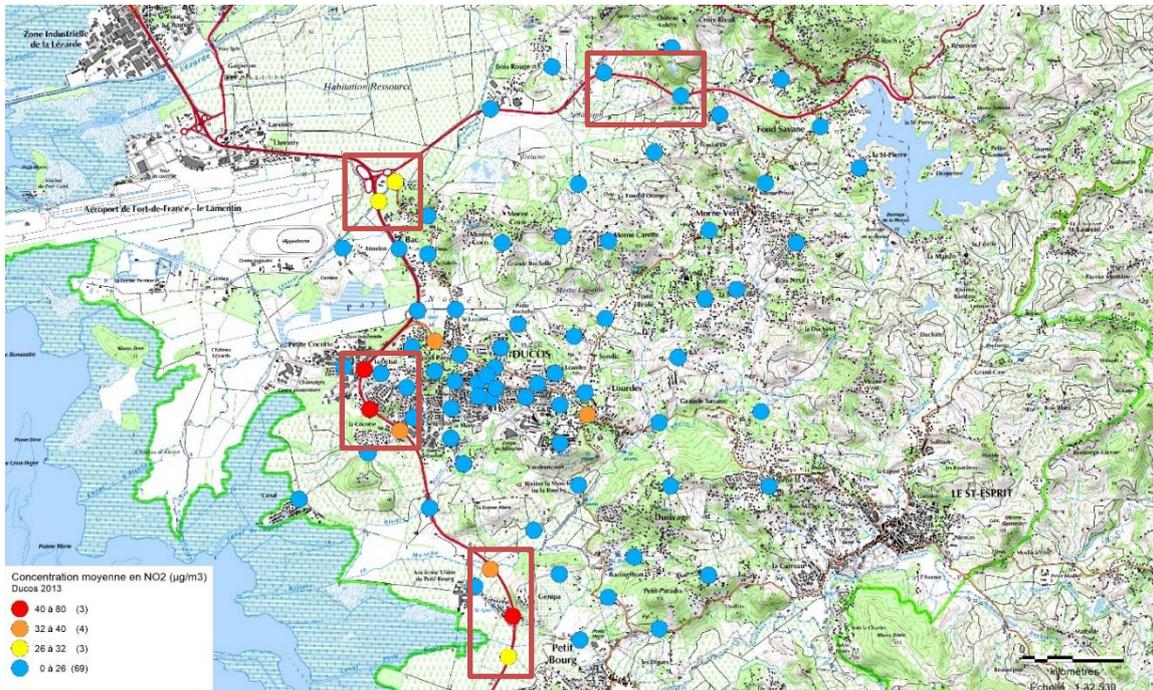


Cartographie IV-2 : Spatialisation du NO₂ au bourg de Ducos, à proximité des écoles. Les étoiles rouges ★ localisent les écoles situées dans le bourg de Ducos.

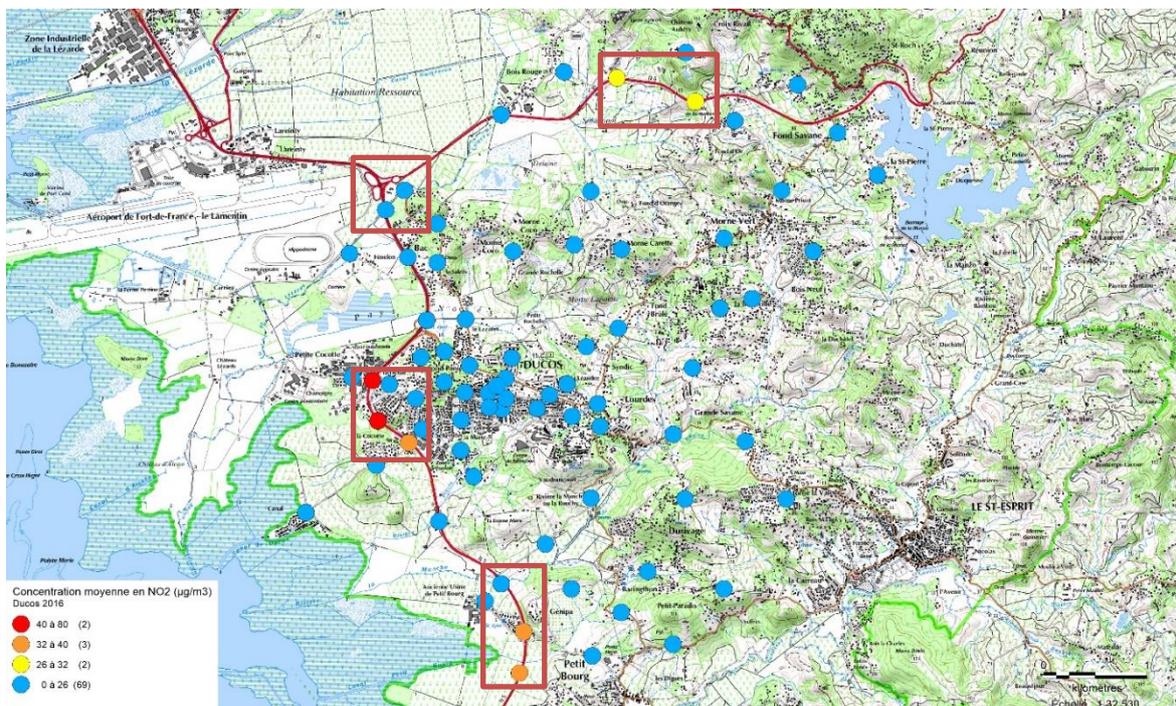
Sur la période de mesure, au bourg de Ducos ainsi qu'à proximité des écoles, la qualité de l'air est bonne.

V. Comparaison aux années antérieures

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 (même si pour ce dernier paramètre, il y a maintien des sites identiques lorsque c'est possible) ...



Cartographie V-1 : Spatialisation du NO₂ sur la commune de Ducos - 2013



Cartographie V-2 : Spatialisation du NO₂ sur la commune de Ducos - 2016

Ces cartes résument les concentrations moyennes mesurées, en 2013 et 2016, sur la commune de Ducos.

Sur ces deux cartographies, les sites sont sensiblement les mêmes.

Le nombre de sites qui enregistre une concentration supérieure à la valeur limite pour la protection de la santé ou un risque élevé de dépasser cette norme est sensiblement identique. Toutefois, sur ces périodes de mesure, il semble qu'une légère dégradation de la qualité de l'air est observée sur la RN6 (Bois Rouge), et une amélioration est observée au rond-point de Carrère et dans le centre de Ducos.

VI. Conclusion

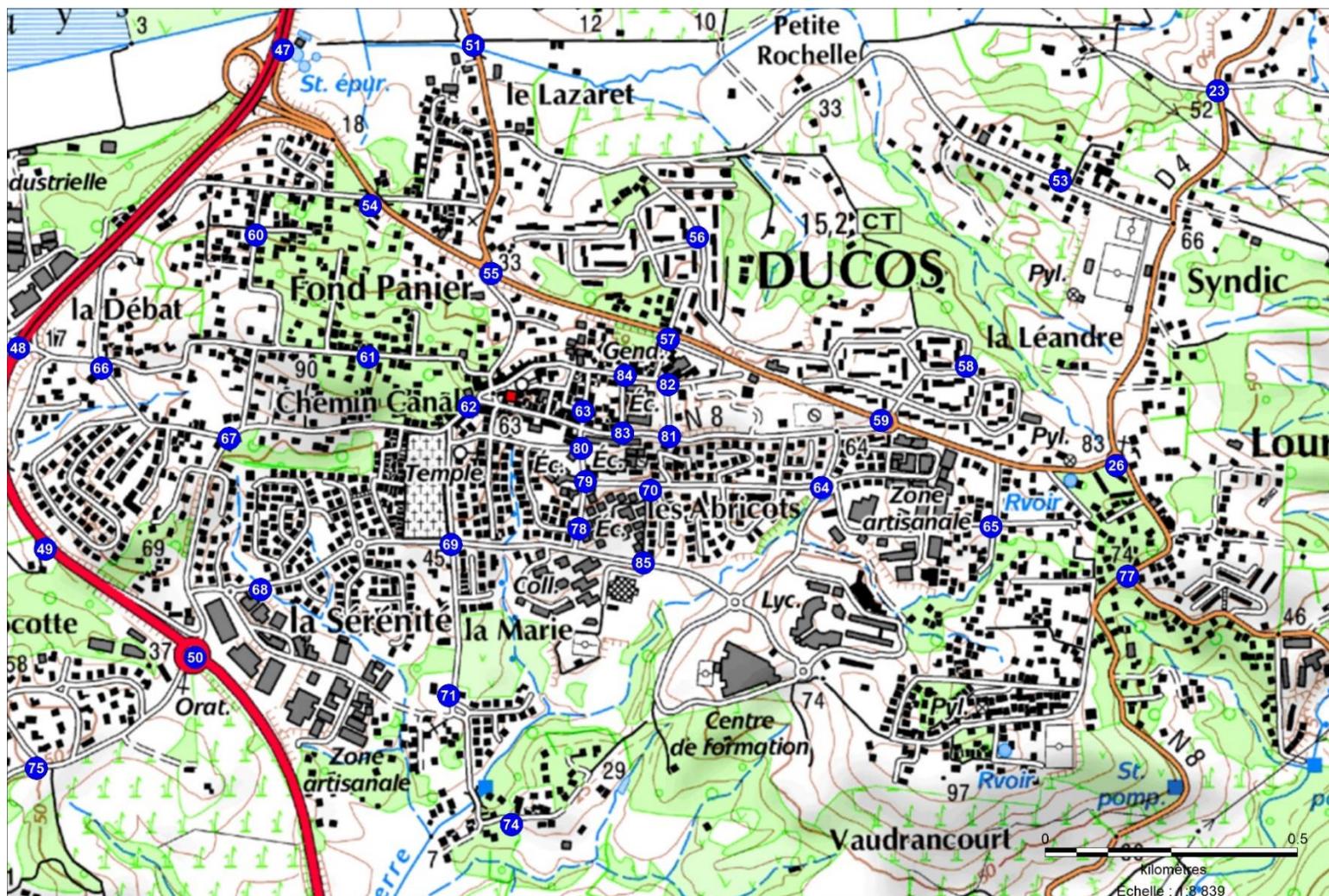
L'étude qui a été menée sur la commune de Ducos a permis d'évaluer la quantité dans l'air de dioxyde d'azote NO₂, traceur de la pollution automobile par la mise en place de tubes passifs, sur différents sites.

Durant ces 4 campagnes de 2 semaines chacune, les concentrations les plus élevées en NO₂ sont mesurées le long de la RN5 : 2 sites dépassent la valeur limite pour la protection de la santé et 3 sites enregistrent un risque élevé de dépasser cette valeur pour une mesure effectuée toute l'année (dépassement du seuil d'évaluation supérieur).

Au bourg et à proximité des écoles de Ducos les concentrations sont relativement faibles. Pour une mesure annuelle, le risque de dépasser la valeur limite annuelle dans le centre de Ducos semble faible.

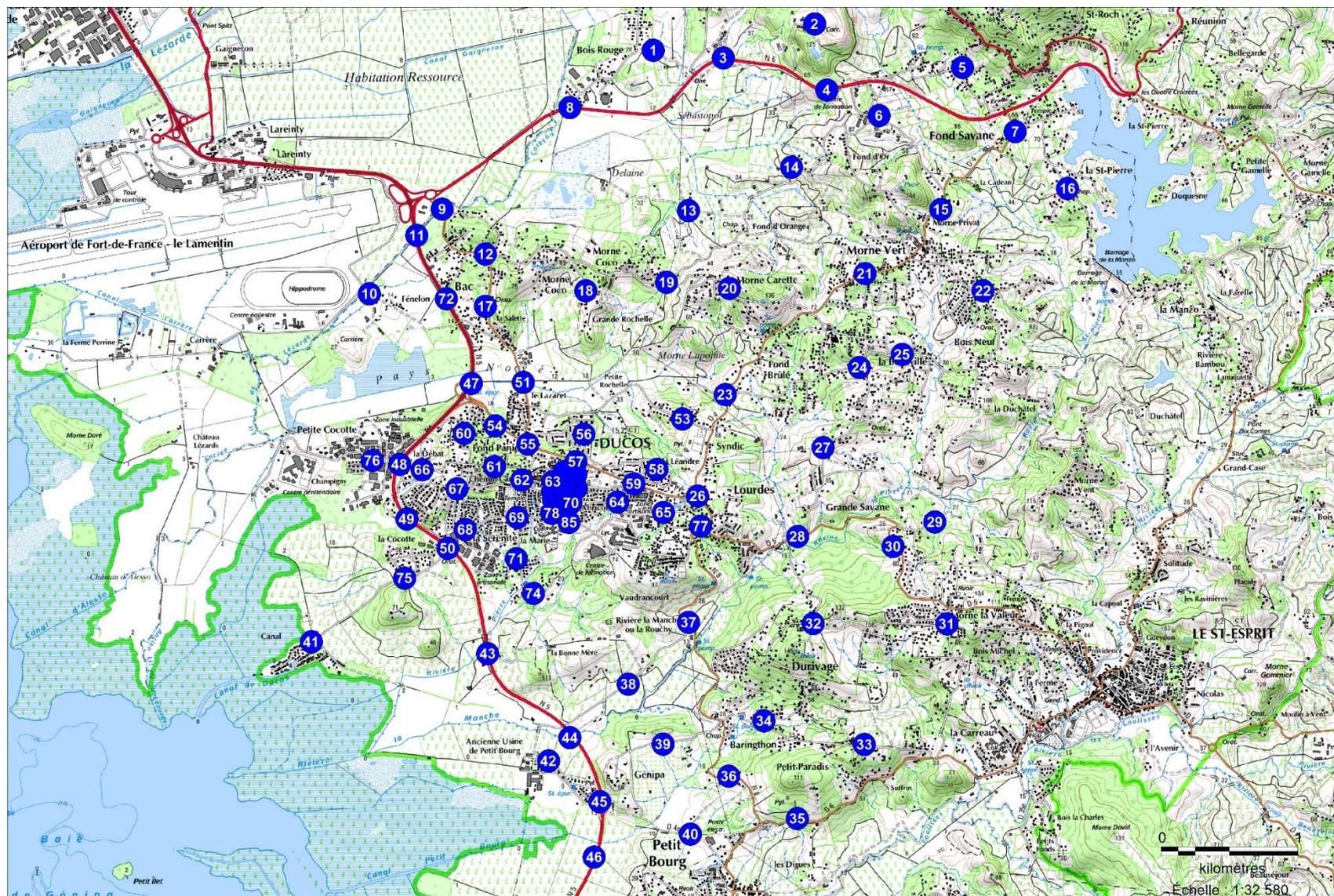
Un renouvellement de cette étude permettrait de visualiser l'évolution des concentrations en NO₂ sur le long des nationales et, ainsi rendre compte de l'impact environnemental des aménagements urbains et routiers (mise en fonctionnement du TCSP) sur la qualité de l'air.

VII. Annexes



Cartographie VII-1 : Implantation des sites de mesure – Bourg de Ducos

EVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR DANS LA COMMUNE DE DUCOS – 2016



Cartographie VII-2 : Implantation des sites de mesure dans la commune de Ducos