

EVALUATION DES
CONCENTRATIONS EN DIOXYDE
D'AZOTE LE LONG DE L'AXE
ROUTIER PRINCIPAL RELIANT
CASE-PILOTE A SAINT-PIERRE

2024

Evaluation des concentrations en dioxyde d'azote le long de l'axe routier principal reliant Case-Pilote à Saint-Pierre

Année 2024

Madininair : Observatoire de la Qualité de l'Air



Rapport édité sous système de management de la qualité
certifié AFAQ ISO 9001 : 2015

	Rédaction	Vérification	Approbation
Nom	L.BIHAN	K.RAMASSAMY	C.BOULLANGER
Qualité	Chargée d'études	Ingénieure d'études	Responsable études
Visa			

○ SOMMAIRE ○

I.	Présentation de l'étude	4
II.	Contexte de l'étude	5
II.1	Polluant étudié : Le dioxyde d'azote	5
II.1.1	Origines et sources	5
II.1.2	Réglementation et norme	6
II.1.3	Effets sur la santé	7
II.1.4	Effets sur l'environnement	7
II.2	Description des campagnes de mesures	7
III.	Matériels et méthodes	8
III.1	Sur site	8
III.2	Au laboratoire	8
IV.	Données météorologiques	9
IV.1	Pluviométrie	9
IV.2	Vent	9
V.	Résultats des concentrations mesurées	10
VI.	Conclusion	15
VII.	Annexe	16

I. Présentation de l'étude

L'observatoire de la qualité de l'air en Martinique, Madininair, surveille et évalue la qualité de l'air ambiant sur l'ensemble du territoire martiniquais. Il dispose actuellement de 11 stations de mesure dispersées stratégiquement sur le territoire. Ces stations mesurent divers polluants : dioxyde de soufre SO₂, dioxyde d'azote NO₂, ozone O₃, particules PM10 (inférieures à 10 microns de diamètre), particules PM2.5 (inférieures à 2,5 microns de diamètre), benzène, métaux lourds et hydrocarbures aromatiques polycycliques.

La surveillance et l'évaluation de la qualité de l'air ambiant s'effectuent à l'aide de mesures fixes complétées par des mesures indicatives. En 2024, Madininair a réalisé, dans le cadre du programme AIR de la Communauté d'Agglomération du Pays Nord Martinique (CAP Nord), une évaluation des concentrations en dioxyde d'azote (NO₂), traceur de la pollution automobile, le long de l'axe routier principal reliant Case-Pilote à Saint-Pierre (route nationale 2 et route départementale 10).

Cette étude a pour objectif d'évaluer la concentration de dioxyde d'azote NO₂, traceur de la pollution automobile, présente sur cette zone et de confronter les résultats obtenus avec les normes environnementales en vigueur. Cette étude nous permet d'établir une spatialisation de la pollution en dioxyde d'azote NO₂. Les résultats de cette étude permettront d'évaluer l'influence du transport de marchandises le long de la route nationale N2 et départementale D10. Ainsi, cette étude est une aide à la décision territoriale pour améliorer les connaissances sur la qualité de l'air des territoires, d'identifier les zones à fort enjeu et d'accompagner les politiques publiques dans la réduction de la pollution atmosphérique.

II. Contexte de l'étude

II.1 Polluant étudié : Le dioxyde d'azote

II.1.1 Origines et sources

Le dioxyde d'azote (NO_2) 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_2 augmentent en règle générale dans les villes aux heures de pointe dues au trafic automobile.

Les concentrations de dioxyde d'azote (NO_2) 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.

II.1.2 Réglementation et norme

L'arrêté du 16 avril 2021 définit les normes environnementales du NO₂. La directive européenne 2008/50/CE précise que la norme annuelle est comparable à une concentration calculée sur la base d'une mesure effectuée pendant 14% du temps de l'année, répartie dans l'année. Les oxydes d'azote sont mesurés dans l'air ambiant, en microgramme par mètre cube d'air prélevé (µg/m³).

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur de la norme NO ₂ (µg/m ³)
Horaire (Santé)	Valeur Limite horaire	200 (18 dépassements autorisés par an)
	Seuil d'information et de recommandation	200
	Seuil d'alerte	400
Année (Santé)	Valeur Limite annuelle	40
	Seuil d'évaluation supérieur ¹	32
	Seuil d'évaluation inférieur ²	26
	Valeur OMS	10

Tableau II-1 : Normes environnementales pour le dioxyde d'azote (Arrêté du 16 avril 2021)

La directive européenne 2008/50/CE définit des seuils d'évaluation inférieur et supérieur permettant d'évaluer le risque de dépassement des normes environnementales si la mesure était réalisée toute l'année.

¹ Niveau au-delà duquel il est permis, pour évaluer la quantité de l'air ambiant, d'utiliser une combinaison de mesures fixes et de techniques de modélisation et/ou de mesures indicatives. Un dépassement du seuil supérieur correspond à un risque élevé d'atteindre la valeur limite pour la protection de la santé, si la mesure était effectuée en continu toute l'année.

² Niveau au deçà duquel il est suffisant, pour évaluer la qualité de l'air ambiant, d'utiliser des techniques de modélisation ou d'estimation objective. Un dépassement du seuil inférieur correspond à un risque modéré d'atteindre la valeur limite pour la protection de la santé, si la mesure était effectuée en continu toute l'année.

II.1.3 Effets sur la santé

Le NO₂ est un gaz irritant qui pénètre dans les fines ramifications des voies respiratoires, il entraîne une hyper réactivité bronchique chez les patients asthmatiques. 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. Il pénètre dans les voies respiratoires profondes et accroît la sensibilité des bronches face aux infections chez l'enfant. Il fragilise la muqueuse pulmonaire face aux agressions infectieuses, notamment chez les enfants.

II.1.4 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.2 Description des campagnes de mesures

Dans le but de fournir une spatialisation en NO₂ le long de l'axe routier reliant Case-Pilote à Saint-Pierre, une étude a été réalisée durant les mois d'avril à juin 2024. La carte des sites d'implantation est présentée en annexe.

Ces quatre campagnes successives, de deux 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.

- Campagne 1 : du 22 avril au 06 mai 2024
- Campagne 2 : du 06 mai au 23 mai 2024
- Campagne 3 : du 23 mai au 03 juin 2024
- Campagne 4 : du 03 juin au 18 juin 2024

III. Matériels et méthodes

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+BRIJ35) 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...) tout en restant représentatifs de l'air respirable. Les tubes sont posés sur des supports 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 au laboratoire de Madininair. 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^- .

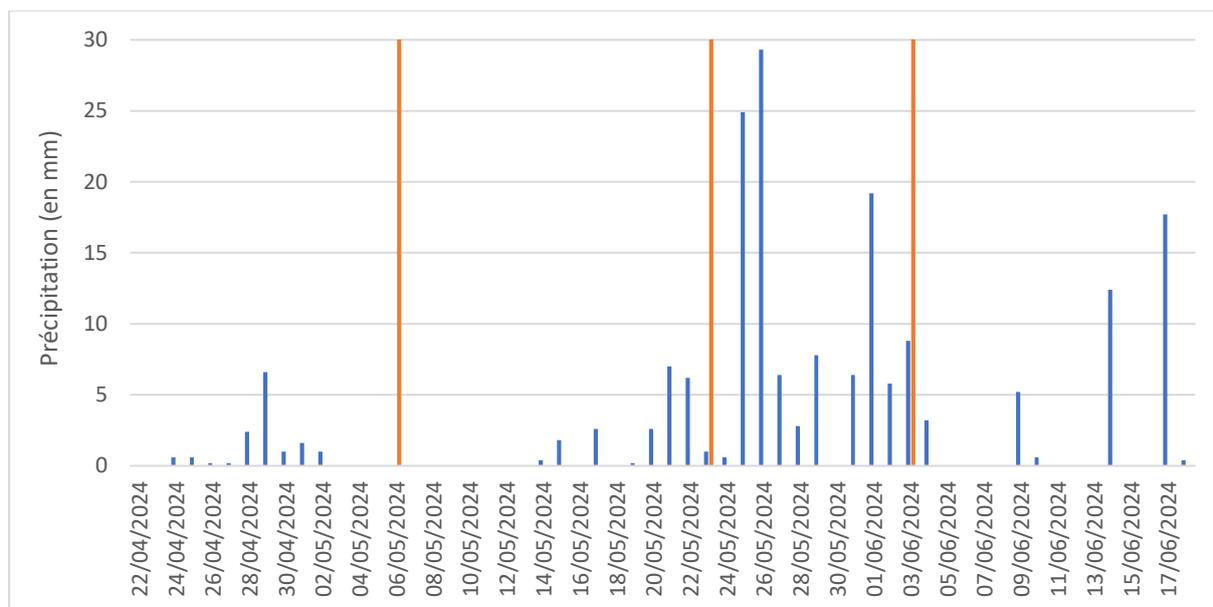
Une fois la coloration développée, les mesures de l'absorbance des différentes solutions sont réalisées, puis comparées à la droite d'étalonnage, préalablement établie à partir de solutions étalons.

Les concentrations en microgramme de nitrite par millilitre de réactif colorimétrique utilisé sont obtenues et correspondant au gaz NO_2 capté par les supports imprégnés. Les concentrations dans l'air, en microgramme par mètre cube d'air ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), sont ensuite calculées en tenant compte de la durée d'exposition et du débit de diffusion à l'intérieur du tube.

IV. Données météorologiques

IV.1 Pluviométrie

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.



Graphique IV-1 : Précipitation durant la période de mesure sur la station « Cadet - Fond Saint Denis » de Météo France

La pluie joue un rôle de lixiviation de l'atmosphère. On pourra donc s'attendre à des concentrations plus faibles en NO₂ les jours de pluie. L'observation des moyennes journalières montre que la hauteur d'eau maximale a été mesurée le 26/05/2024 avec 29.3 mm d'eau. Durant les huit semaines de campagne, le cumul des précipitations est de 187.5 mm d'eau.

IV.2 Vent

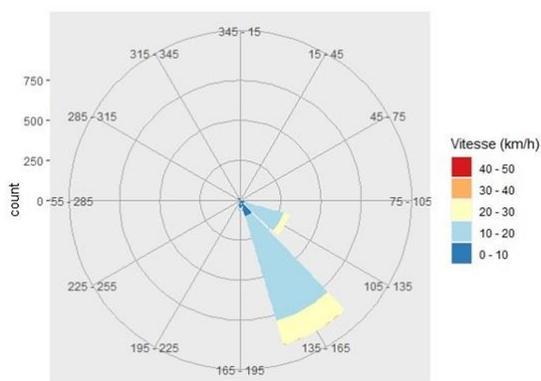


Figure IV-1 : Direction des vents dominants sur la station « Cadet – Fond Saint Denis » de Météo France

Les données de vents proviennent de la station de Météo France® située à Cadet à Fond Saint Denis.

Durant la période de mesure, la vitesse moyenne des vents enregistrée s'élève à 14.8 km/h, avec un maximum horaire de 33.1 km/h.

Les vents sont principalement orientés de secteur Sud-Est.

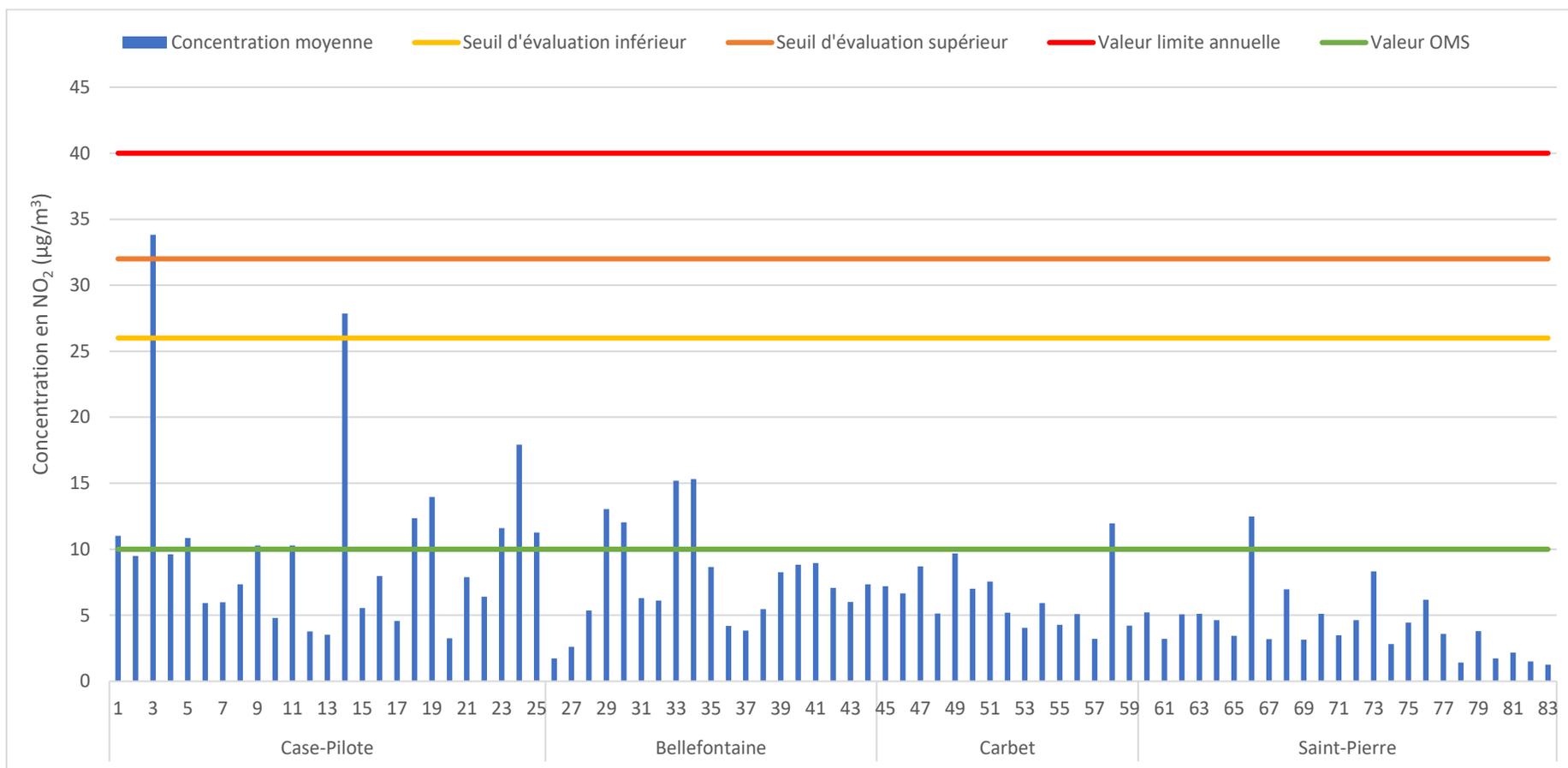
V. Résultats des concentrations mesurées

Le tableau ci-dessous présente les concentrations moyennes annuelles en NO₂ le long de l'axe routier reliant Case-Pilote à Saint-Pierre en 2024, comparables aux normes environnementales en vigueur. La carte des sites d'implantation est présentée en annexe.

Tubes	Concentration moyenne en NO ₂ (µg/m ³)	Tubes	Concentration moyenne en NO ₂ (µg/m ³)
1	11.0	43	6.0
2	9.5	44	7.3
3	33.8	45	7.2
4	9.6	46	6.7
5	10.8	47	8.7
6	5.9	48	5.1
7	6.0	49	9.7
8	7.3	50	7.0
9	10.3	51	7.6
10	4.8	52	5.2
11	10.3	53	4.1
12	3.8	54	5.9
13	3.5	55	4.3
14	27.9	56	5.1
15	5.6	57	3.2
16	8.0	58	12.0
17	4.6	59	4.2
18	12.4	60	5.2
19	14.0	61	3.2
20	3.3	62	5.1
21	7.9	63	5.1
22	6.4	64	4.6
23	11.6	65	3.4
24	17.9	66	12.5
25	11.3	67	3.2
26	1.7	68	7.0
27	2.6	69	3.1
28	5.4	70	5.1
29	13.0	71	3.5
30	12.0	72	4.6
31	6.3	73	8.3
32	6.1	74	2.8
33	15.2	75	4.5
34	15.3	76	6.2
35	8.7	77	3.6
36	4.2	78	1.4
37	3.8	79	3.8
38	5.5	80	1.7

Tubes	Concentration moyenne en NO₂ (µg/m³)	Tubes	Concentration moyenne en NO₂ (µg/m³)
39	8.3	81	2.2
40	8.8	82	1.5
41	9.0	83	1.3
42	7.1		

Tableau V-1 : Concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote (NO₂) mesurées sur l'axe routier reliant Case-Pilote à Saint-Pierre en 2024



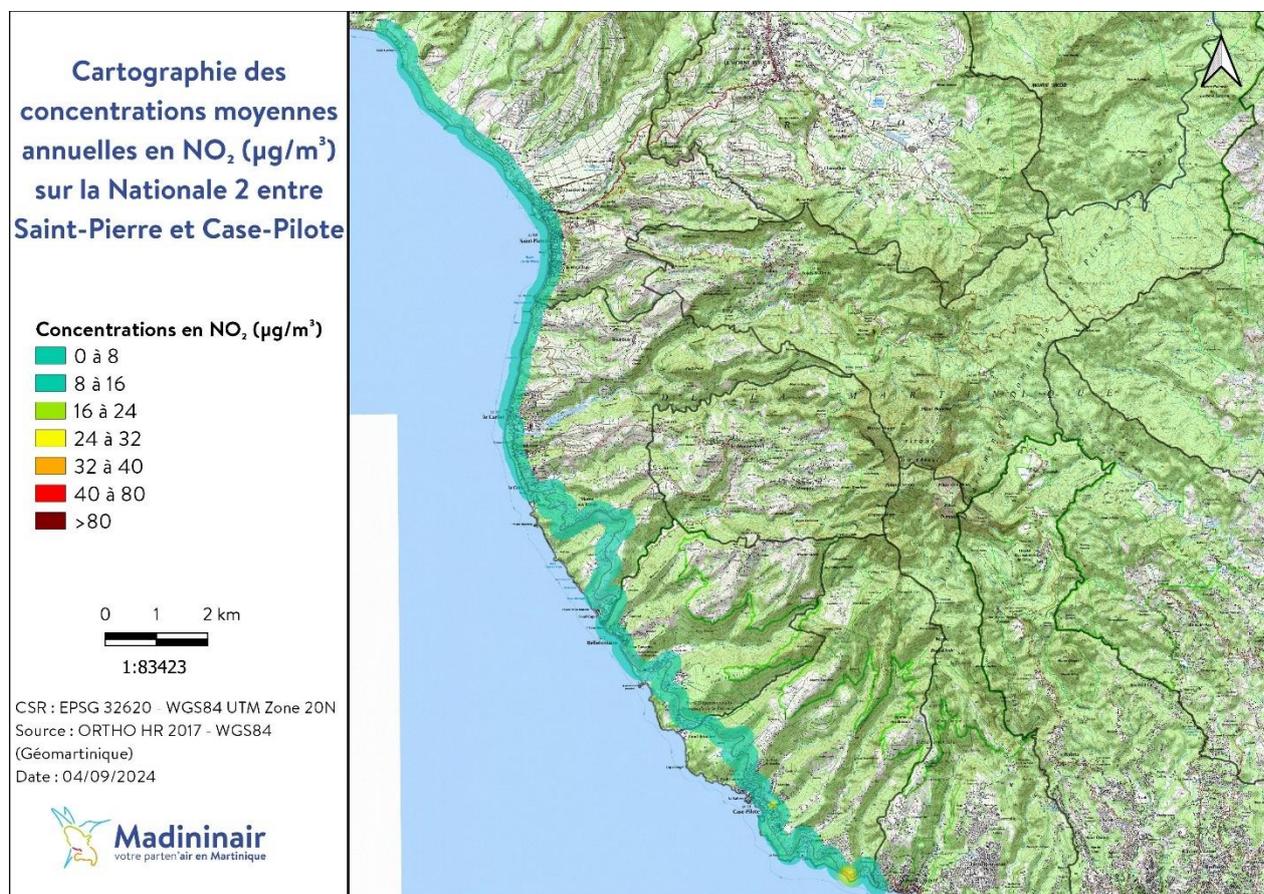
Graphique V-1 : Concentrations moyennes annuelles en NO₂ (µg/m³) aux différents points de mesure sur l'axe routier reliant Case-Pilote à Saint-Pierre

Les concentrations maximales sont mesurées sur la commune de Case-Pilote. Il est intéressant de constater que, de manière générale, plus on s'éloigne du centre de la Martinique, plus les concentrations en dioxyde d'azote, polluant automobile, diminuent. La concentration maximale (33.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), mesurée sur le site 3 le long de la route nationale N2 à Case-Pilote entre La Colline et le lotissement La Caraïbe, dépasse le seuil d'évaluation supérieur de 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Un autre site dépasse le seuil d'évaluation inférieur de 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Le site 14 enregistre une concentration de 27.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Il se situe également le long de la RN2, à l'entrée du bourg de Case-Pilote. Le risque de dépasser les normes environnementales sur ces sites de mesure, pour une mesure réalisée toute l'année, semble modéré à élevé. Aucun site ne dépasse la valeur limite annuelle pour la protection de la santé de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Quinze sites dépassent le seuil de référence préconisé par l'OMS de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$: 9 sites à Case-Pilote, 4 sites à Bellefontaine, 1 site au Carbet et 1 site à Saint-Pierre. L'ensemble de ces sites est situé le long de la RN2, axe principal reliant les communes du Nord Caraïbes au centre d'activité de Fort-de-France. Cet axe est largement emprunté par les poids lourds pour le transport de marchandises. L'axe enregistre un trafic de plus de 35 000 véhicules par jour et est embouteillé aux heures de pointe ou lors de travaux, ce qui entraîne une augmentation des concentrations en NO_2 .

En dehors de ces sites, les concentrations en dioxyde d'azote sont faibles. Le risque de dépasser les normes environnementales en dioxyde d'azote sur ces sites, pour une mesure réalisée toute l'année, semble faible.

La carte ci-dessous présente la spatialisation de la pollution automobile le long de l'axe routier reliant Case-Pilote à Saint-Pierre.



Carte V-1 : Spatialisation des concentrations moyennes annuelles en NO₂ sur l'axe reliant Case-Pilote à Saint-Pierre

Cette carte permet de visualiser l'influence de la pollution automobile sur la qualité de l'air. Les concentrations en dioxyde d'azote NO₂ sont inférieures à la valeur limite pour la protection de la santé pour tous les points de mesure. Les concentrations maximales sont mesurées à Case-Pilote.

VI. Conclusion

L'étude qui a été menée le long de l'axe routier reliant Case-Pilote à Saint-Pierre, dans le cadre du programme AIR de la Communauté d'Agglomération du Pays Nord Martinique (CAP Nord), a permis d'évaluer la quantité de dioxyde d'azote NO₂ dans l'air. La mise en place de tubes passifs permet ainsi de spatialiser les concentrations en NO₂ et de définir les zones les plus impactées par la pollution automobile.

Cette étude s'est déroulée durant quatre campagnes de deux semaines représentant 14% du temps de l'année permettant d'estimer une moyenne annuelle. Les concentrations moyennes annuelles en NO₂ sont ainsi comparées aux normes environnementales en vigueur. La valeur limite annuelle pour la protection de la santé de 40 µg/m³ et les seuils d'évaluation sont utilisés pour définir le risque de dépassement des normes environnementales et ainsi, la stratégie de mesure à mettre en place dans ces zones.

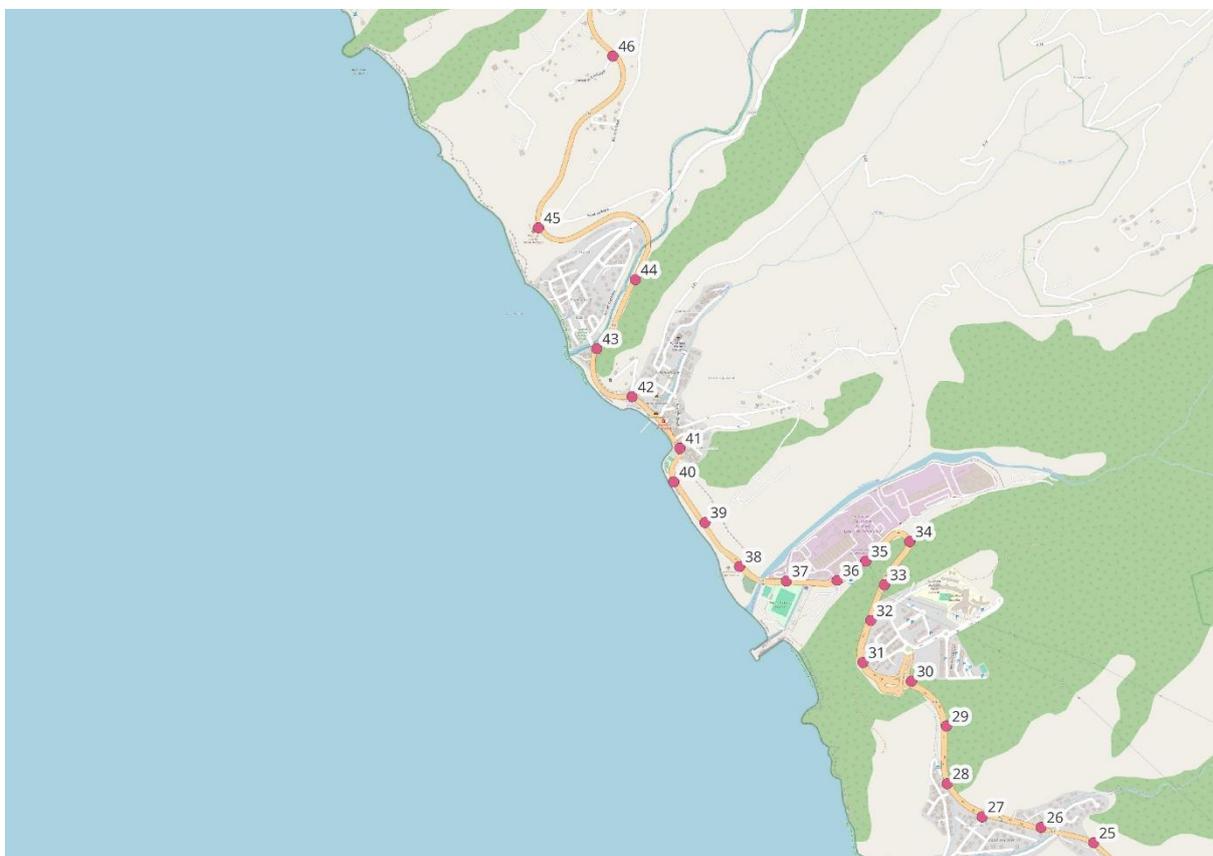
Les concentrations maximales en dioxyde d'azote NO₂ sont mesurées dans la commune de Case-Pilote. Il est intéressant de constater que, de manière générale, plus on s'éloigne du centre de la Martinique, plus les concentrations en dioxyde d'azote, polluant automobile, diminue. Le site 3 (33.8 µg/m³) le long de la RN2 entre La Colline et le lotissement La Caraïbe à Case-Pilote dépasse le seuil d'évaluation supérieur. Le site 14 (27.9 µg/m³) le long de la RN2 à l'entrée du bourg de Case-Pilote dépasse le seuil d'évaluation inférieur. Le risque de dépasser les normes environnementales sur ces sites de mesure, pour une mesure réalisée toute l'année, semble modéré à élevé. Aucun site ne dépasse la valeur limite annuelle pour la protection de la santé de 40 µg/m³. Quinze sites, majoritairement situés le long de la RN2 à Case-Pilote et Bellefontaine, dépassent le seuil de référence préconisé par l'OMS de 10 µg/m³. En dehors de ces sites, le risque de dépasser les normes environnementales en dioxyde d'azote pour une mesure réalisée toute l'année, sur ces sites, semble faible.

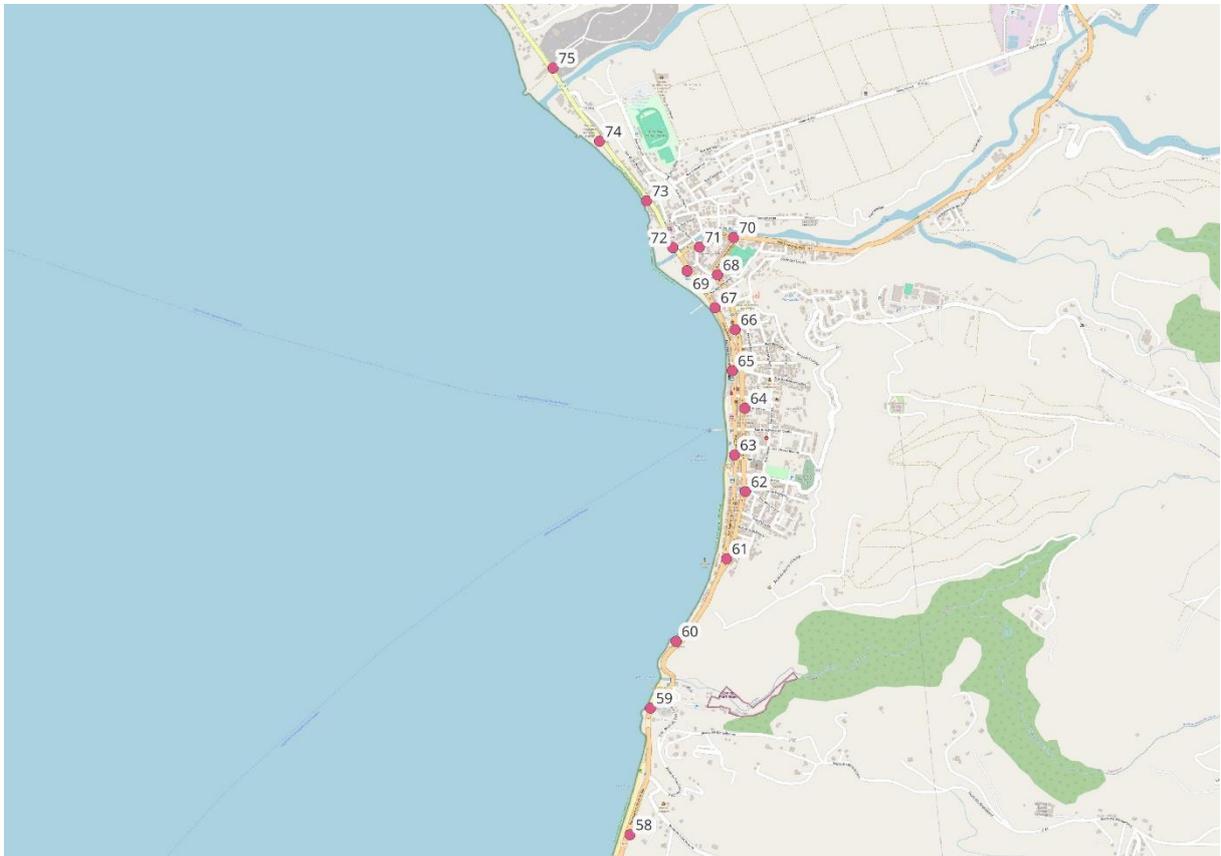
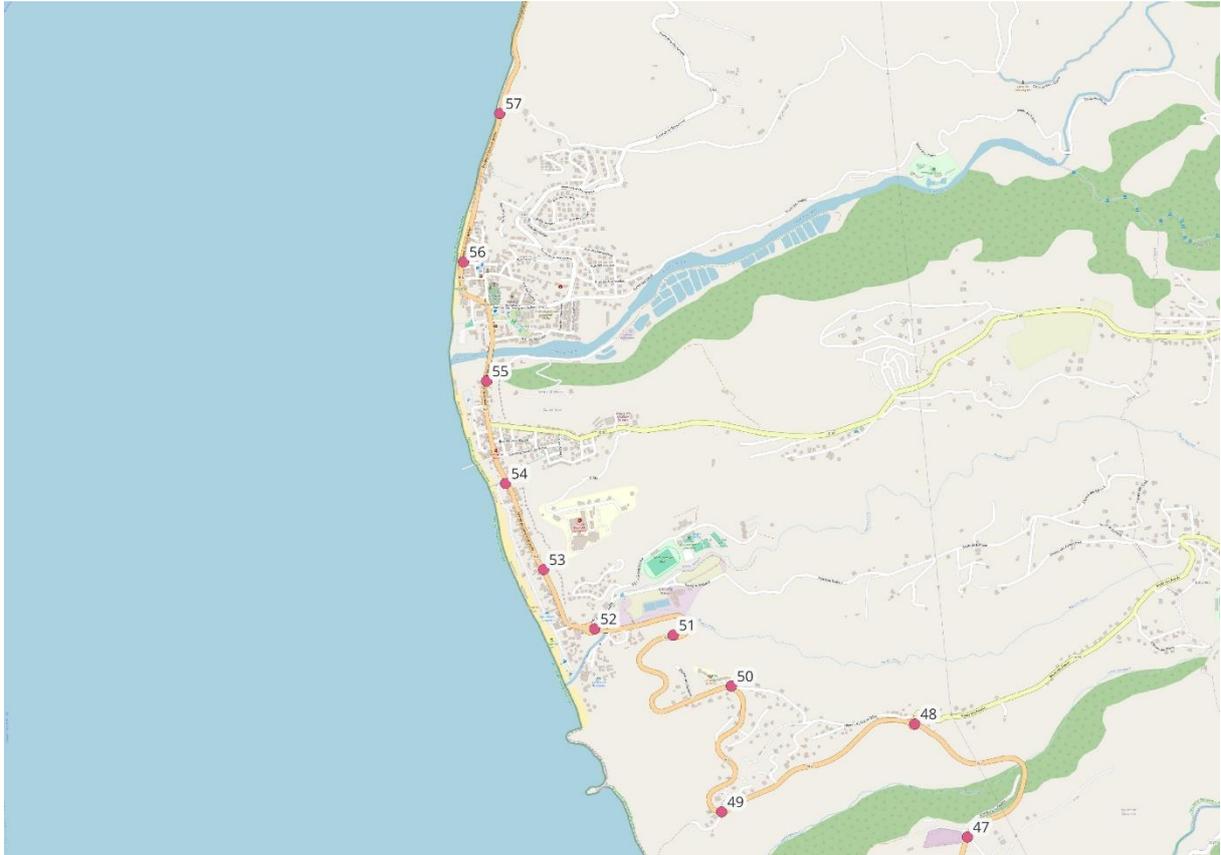
Cette étude pourra être renouvelée dans 3 à 5 ans. Ce renouvellement permettra de visualiser l'évolution de la qualité de l'air sur cet axe, notamment en lien avec les aménagements, les plans de déplacement ou encore l'évolution du trafic automobile.

VII. Annexe

Implantation des sites de mesure











31, rue du Professeur Raymond Garcin
Allée du Prunier - 97200 Fort-de-France
Tél. : 0596 60 08 48
info@madininair.fr
www.madininair.fr

