

EVALUATION DES CONCENTRATIONS EN DIOXYDE D'AZOTE DANS LES ETABLISSEMENTS SITUES A PROXIMITE DES AXES ROUTIERS DANS LA ZONE DE LA CAESM

2021



Evaluation des concentrations en dioxyde d'azote dans les établissements situés à proximité des axes routiers dans la zone de la CAESM

Année 2021

Madininair : Observatoire 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
Qualité	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.....	5
II.1.3	Effets sur la santé.....	6
II.1.4	Effets sur l'environnement.....	6
II.2	Choix des établissements scolaires dans la zone de la CAESM.....	7
II.2.1	Méthode.....	7
II.2.1	Les établissements identifiés.....	7
II.3	Description des campagnes.....	8
III.	Matériels utilisés.....	9
III.1	Sur site.....	9
III.2	Au laboratoire.....	9
IV.	Données météorologiques.....	10
IV.1	Pluviométrie.....	10
IV.2	Vent.....	10
V.	Résultats dans l'environnement des établissements scolaires.....	11
V.1	Ecole élémentaire Jules LUCRECE (Rivière Pilote).....	11
V.2	Ecole élémentaire S. et A. CABRISSEAU (Sainte Luce).....	12
V.3	Cité scolaire adventiste Rama (Sainte Luce).....	13
V.4	Ecole élémentaire Omer Lesueur Monésie (Sainte Luce).....	14
V.5	Ecole privée Les Chérubins du Sud (Diamant).....	15
V.6	Ecole Communautaire Entrepreneuriale Montessori (E. C.E.M) à Rivière Salée.....	16
V.7	Ecole élémentaire A-ILETS CHARLES (Trois Ilets).....	17
V.8	Ecole maternelle de Galochat (Anses d'Arlets).....	18
VI.	Conclusion.....	19
VII.	Annexes.....	20
VII.1	Etablissements scolaires.....	20
VII.2	Concentrations moyennes par points.....	25

I. Présentation de l'étude

L'Association régionale de surveillance de la qualité de l'air en Martinique, Madinair, a été sollicitée par la Communauté d'Agglomération de l'Espace Sud Martinique (CAESM) avec l'objectif d'améliorer les connaissances sur la qualité de l'air à proximité des établissements d'enseignement primaire et secondaire de son territoire.

Les établissements ont été définis suivant la modélisation de la dispersion du dioxyde d'azote (NO₂), traceur de la pollution automobile. Cette étude préliminaire, réalisée par Madinair, a permis d'identifier et sélectionner les établissements susceptibles d'être les plus impactés. Dans un second temps, Madinair a réalisé une spatialisation des concentrations en dioxyde d'azote dans l'environnement des établissements sélectionnés sur le territoire de la CAESM.

Le but de cette étude est donc d'évaluer la concentration de dioxyde d'azote (NO₂), traceur de la pollution automobile, dans l'environnement des établissements du premier et du second degré de l'Espace Sud les plus proches des axes routiers et les plus empruntés et de confronter les résultats obtenus avec les normes environnementales en vigueur.

II. Contexte de l'étude

II.1 Polluant étudié : Le dioxyde d'azote

II.1.1 Origines et sources

Le dioxyde d'azote (NO₂) 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 NO₂ augmentent en règle générale dans les agglomérations aux heures de pointe.

Les concentrations de dioxyde d'azote (NO₂) 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. La directive définit des Seuils d'Evaluation Inférieur (SEI) et Seuils d'Evaluation Supérieurs (SES) permettant d'évaluer le risque de dépasser la valeur limite annuelle donc le dépassement des normes environnementales si la mesure était réalisée toute l'année.

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur de la norme NO ₂ (µg/m ³)
Année (Santé)	Valeur Limite annuelle	40

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.

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur du seuil NO ₂ (µg/m ³)
Année (Santé)	Seuil d'évaluation supérieur ¹	32
	Seuil d'évaluation inférieur ²	26

Tableau II-2 : Seuils d'évaluation pour le dioxyde d'azote (Arrêté du 16 avril 2021)

II.1.3 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.

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.

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.2 Choix des établissements scolaires dans la zone de la CAESM

II.2.1 Méthode

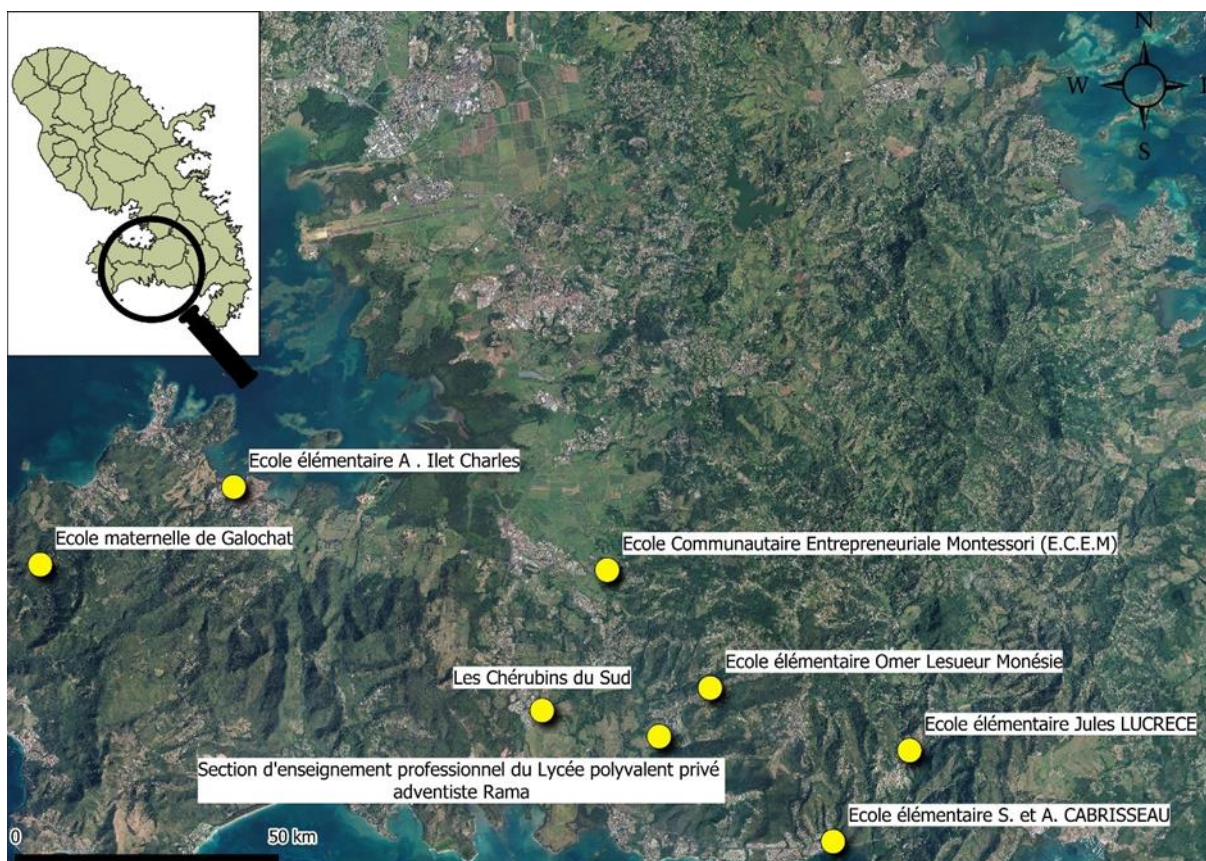
Madininair a modélisé la dispersion du dioxyde d'azote de sources routières sur le territoire de la CAESM. Le logiciel ADMS-Urban® a été utilisé pour simuler les concentrations annuelles en NO₂ aux emplacements des établissements qui appartiennent à la CAESM. La liste des établissements scolaires du primaire et secondaire a été récupérée et spatialisée à l'aide de la BD TOPO de l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN).

Afin de mieux identifier l'impact du réseau routier, seules les sources de pollution automobile ont été intégrées aux calculs. Les rejets d'autres sources (industries, transport autres que routiers etc...) ne sont pas pris en compte dans cette étude.

La sélection des huit établissements ciblés dans cette étude résulte du classement par ordre décroissant des concentrations annuelles modélisées aux emplacements de chaque établissement.

II.2.1 Les établissements identifiés

Parmi tous les établissements de la CAESM, huit établissements situés au sud-ouest, ont été sélectionnés. Ils sont situés à proximité d'axes routiers importants comme la nationale 5 sur laquelle 22 000 véhicules circulent chaque jour (source : inventaire des émissions en polluants atmosphériques de la Martinique – 2018). Certains sont en bordure immédiate de la route tandis que d'autres sont à l'écart.



Cartographie II-1 : Localisation des établissements sélectionnés dans la zone de la CAESM

II.3 Description des campagnes

Dans le but de fournir une spatialisation en NO₂ sur les axes routiers les plus empruntés de la CAESM, une étude a été réalisée durant les mois de septembre à novembre 2021.

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 13 septembre au 27 septembre
- Campagne 2 : du 27 septembre au 11 octobre
- Campagne 3 : du 11 octobre au 25 octobre
- Campagne 4 : du 9 novembre au 29 novembre

III. 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+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 deux 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 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 (près de deux heures), on mesure l'absorbance des différentes solutions obtenues, qui sont comparés à la droite d'étalonnage, préalablement établie à partir de solutions étalons.

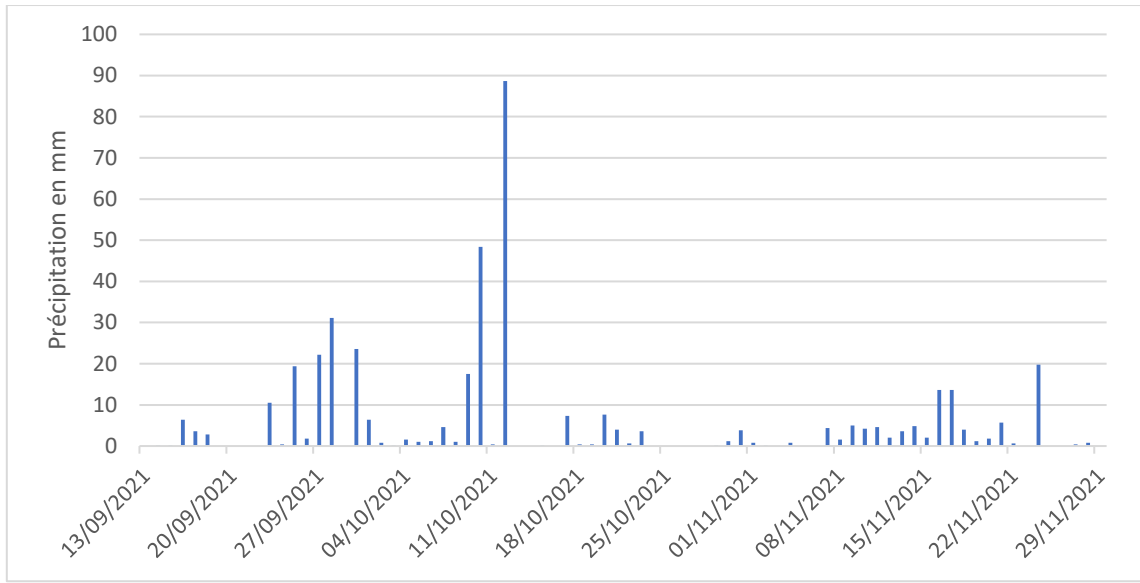
On obtient des concentrations en microgramme de nitrite par millilitre de réactif colorimétrique utilisé et correspondant au gaz NO_2 capté par les supports imprégnés.

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

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.1 Pluviométrie



Graphique IV-1 : Précipitation en millimètre sur la station Météo France « Desaix »

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 pluies. Durant les campagnes de mesure le temps est mitigé avec quelques jours de pluies. L'observation des moyennes journalières montre que la hauteur d'eau la plus importante a été mesurée le 12/10/21 avec 88.7 mm.

IV.2 Vent

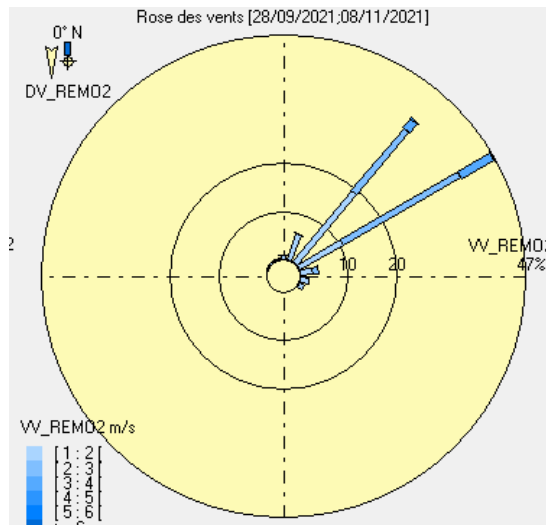


Figure IV-1 : Rose des vents

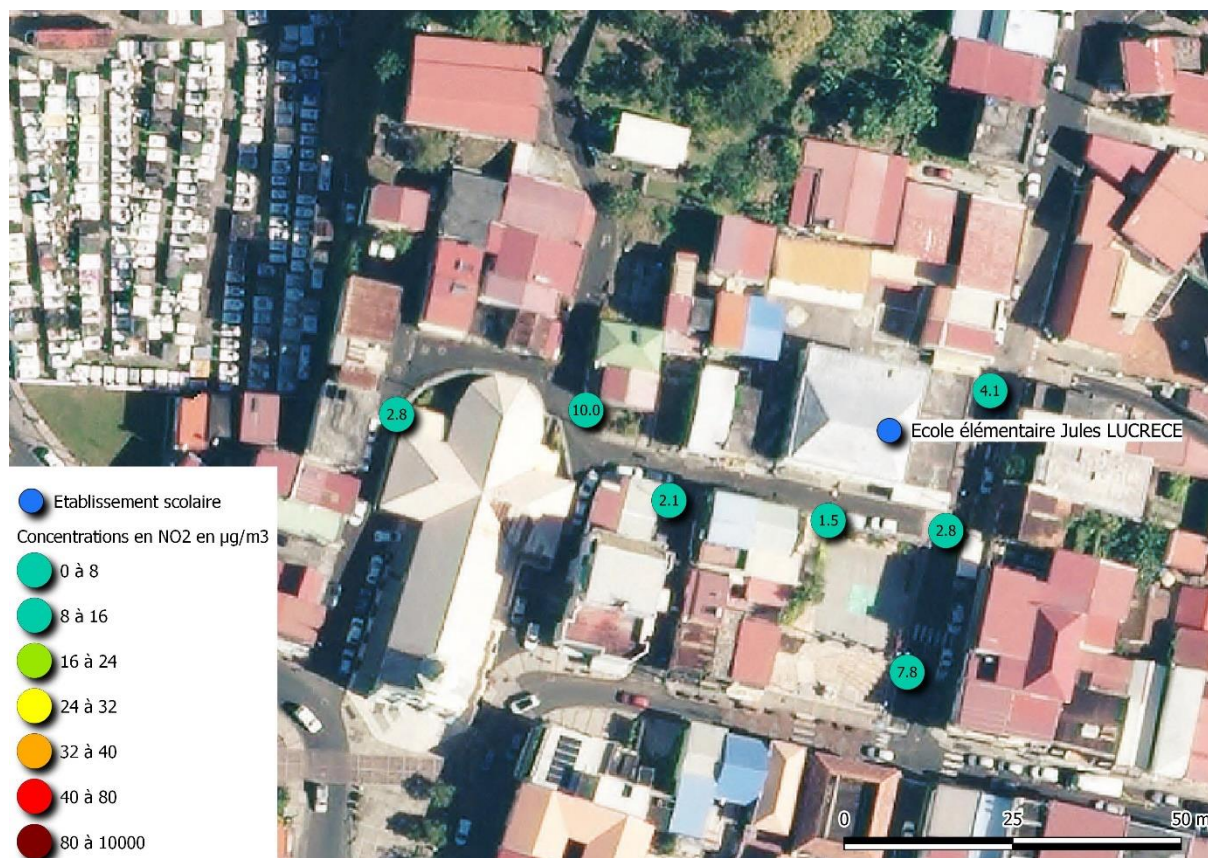
Le vent est le principal acteur de la dispersion des polluants, durant les campagnes de mesure la vitesse moyenne des vents enregistrée s'élève à 1,8 km/h.

Les vents sont principalement orientés du secteur nord-est à est-nord-est

V. Résultats dans l'environnement des établissements scolaires

V.1 Ecole élémentaire Jules LUCRECE (Rivière Pilote)

Cet établissement est situé dans le bourg de Rivière Pilote à 100 mètres de la route départementale 18 (8 000 véh/jour)



Cartographie V-1 : Concentrations moyenne en NO₂ (µg/m³) à proximité de l'école élémentaire Jules Lucrece

Les concentrations mesurées à proximité de cet établissement sont inférieures aux seuils d'évaluation. Ainsi, le risque semble faible de dépasser les normes environnementales pour le dioxyde d'azote pour une mesure réalisée toute l'année. La concentration moyenne maximale est de 10 µg/m³.

V.2 Ecole élémentaire S. et A. CABRISSEAU (Sainte Luce)

Cet établissement est situé dans la zone périurbaine de Sainte Luce, au Nord-Est du bourg et à une distance de 60 mètres de la nationale 5 (20 000 véh/jour)

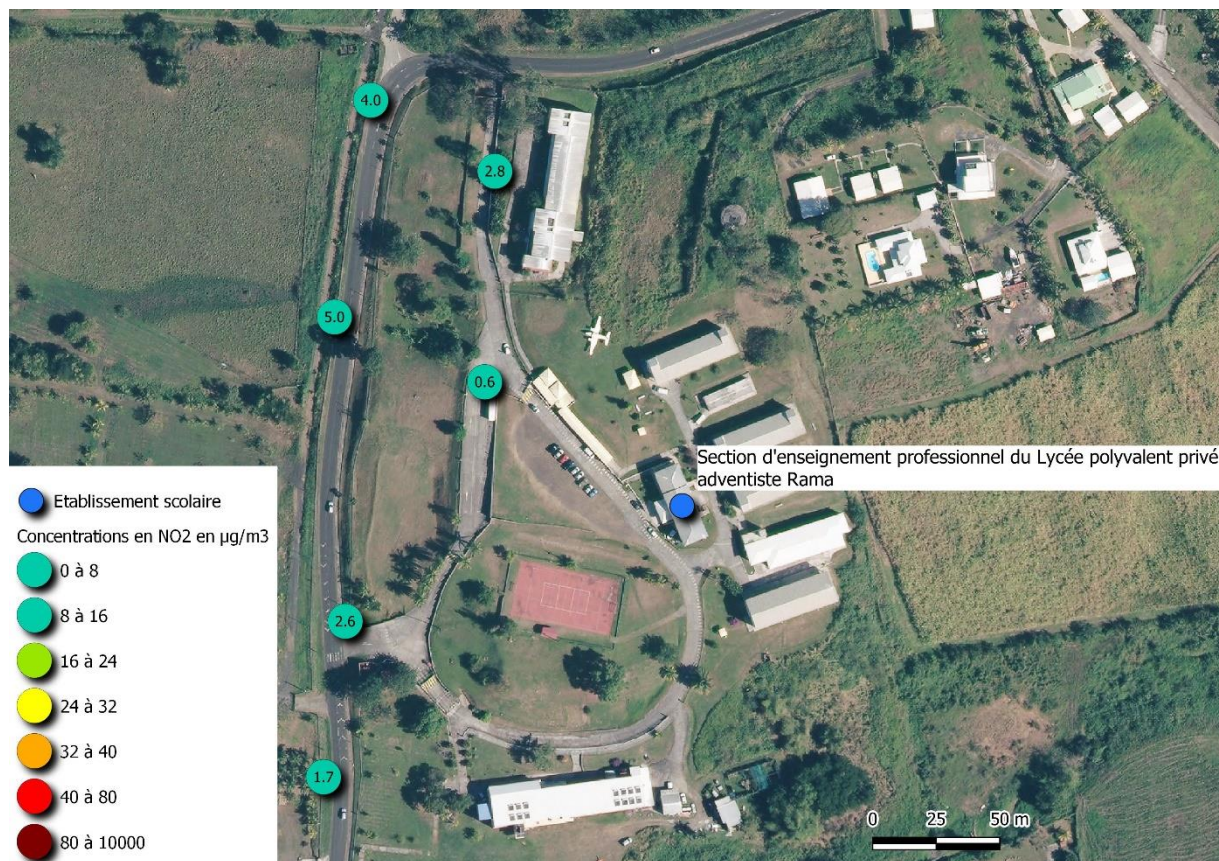


Cartographie V-2 : Concentrations moyenne en NO₂ (µg/m³) à proximité de l'école élémentaire S et A Cabrisseau

Les concentrations mesurées à proximité de cet établissement sont inférieures aux seuils d'évaluation. Ainsi, le risque semble faible de dépasser les normes environnementales pour le dioxyde d'azote pour une mesure réalisée toute l'année. La concentration moyenne maximale est entre 3 et 4 µg/m³.

V.3 Cité scolaire adventiste Rama (Sainte Luce)

Cet établissement est situé à la périphérie de Sainte Luce, à proximité de la route départementale D36 (3 000 véh./jour)



Cartographie V-3 : Concentrations moyenne en NO₂ (µg/m³) à proximité du lycée polyvalent RAMA

Les concentrations mesurées à proximité de cet établissement sont inférieures aux seuils d'évaluation. Ainsi, le risque semble faible de dépasser les normes environnementales pour le dioxyde d'azote pour une mesure réalisée toute l'année. La concentration moyenne maximale est de 5µg/m³.

V.4 Ecole élémentaire Omer Lesueur Monésie (Sainte Luce)

Cet établissement est situé à la périphérie de Sainte Luce, à proximité de la route départementale D36 (3 000 véh./jour)

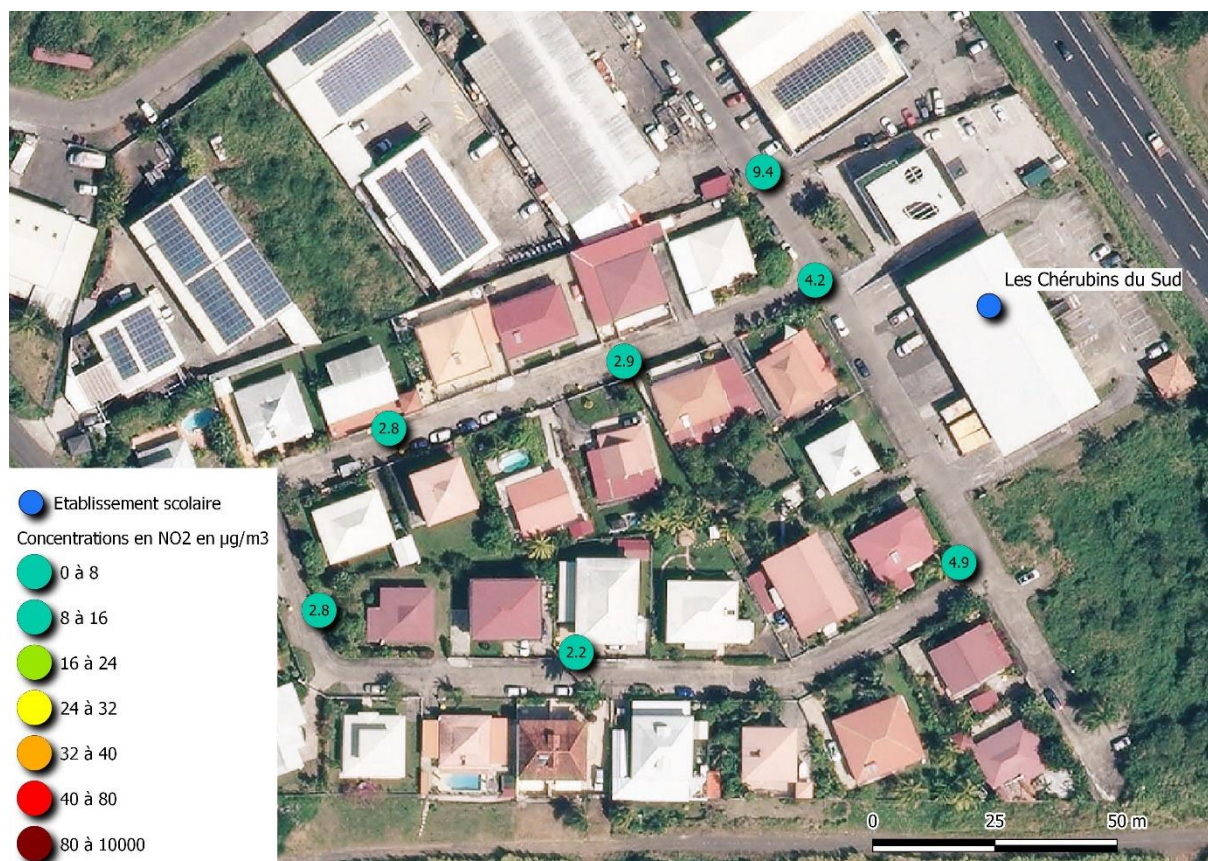


Cartographie V-4 : Concentrations moyenne en NO₂ (µg/m³) à proximité de l'école élémentaire Omer Lesueur Monésie

Les concentrations mesurées à proximité de cet établissement sont inférieures aux seuils d'évaluation. Ainsi, le risque semble faible de dépasser les normes environnementales pour le dioxyde d'azote pour une mesure réalisée toute l'année. La concentration moyenne maximale est de 2µg/m³.

V.5 Ecole privée Les Chérubins du Sud (Diamant)

Cet établissement est situé à la périphérie du Diamant, à proximité de la route nationale N5 (22 000 véh/jour)



Cartographie V-5 : Concentrations moyenne en NO₂ (µg/m³) à proximité de l'école Les Chérubins du Sud

Les concentrations mesurées à proximité de cet établissement sont inférieures aux seuils d'évaluation. Ainsi, le risque semble faible de dépasser les normes environnementales pour le dioxyde d'azote pour une mesure réalisée toute l'année. La concentration moyenne maximale est entre 9 et 10 µg/m³.

V.6 Ecole Communautaire Entrepreneuriale Montessori (E. C.E.M) à Rivière Salée

Cet établissement est situé à la périphérie de Rivière Salée, à proximité de la route départementale D35 (4 600 véh/jour)



Cartographie V-6 : Concentrations moyenne en NO₂ (µg/m³) à proximité de l'ECM

Les concentrations mesurées à proximité de cet établissement sont inférieures aux seuils d'évaluation. Ainsi, le risque semble faible de dépasser les normes environnementales pour le dioxyde d'azote pour une mesure réalisée toute l'année. La concentration moyenne maximale est de 9 µg/m³.

V.7 Ecole élémentaire A-ILETS CHARLES (Trois Ilets)

Cet établissement est situé au bourg des Trois Ilets, à proximité de la route départementale D7 (12 000 véh/jour)



Cartographie V-7 : Concentrations moyenne en NO₂ (µg/m³) à proximité de l'école élémentaire A Ilet Charles

Les concentrations mesurées à proximité de cet établissement sont inférieures aux seuils d'évaluation. Ainsi, le risque semble faible de dépasser les normes environnementales pour le dioxyde d'azote pour une mesure réalisée toute l'année. La concentration moyenne maximale est de 10 µg/m³.

V.8 Ecole maternelle de Galochat (Anses d'Arlets)

Cet établissement est situé à la périphérie des Anses d'Arlets, à proximité de la route départementale D7 (7 500 véh/jour)



Cartographie V-8 : Concentrations moyenne en NO₂ (µg/m³) à proximité de l'école maternelle de Galochat

Sur la période de mesure, les concentrations mesurées à proximité de cet établissement sont inférieures aux seuils d'évaluation. Ainsi, le risque semble faible de dépasser les normes environnementales pour le dioxyde d'azote pour une mesure réalisée toute l'année. La concentration moyenne maximale est entre 3 et 4µg/m³.

VI. Conclusion

L'étude menée dans la zone de la CAESM a permis d'évaluer la quantité de dioxyde d'azote dans l'environnement des établissements situés à proximité des principaux axes routiers. Parmi les établissements du sud, huit ont été sélectionnés comme étant les plus susceptibles d'être impactés par la pollution automobile, suivant les résultats de la modélisation de la pollution automobile en dioxyde d'azote sur le territoire. Ainsi, dans l'environnement de ces établissements, une spatialisation de la pollution automobile a été réalisée. Les mesures ont été faites par la mise en place de tubes passifs à différents points qui mesurent le dioxyde d'azote, polluant traceur de la pollution automobile. Les résultats de cette spatialisation ont permis d'être comparés à la norme environnementale et d'évaluer le risque de dépasser les normes environnementales en dioxyde d'azote.

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, pour chaque site de mesure, peuvent ainsi être comparées à la valeur limite annuelle pour la protection de la santé de 40 µg/m³ et aux seuils d'évaluation supérieur et inférieur. Ces seuils sont utilisés pour définir le risque de dépassement des normes environnementales.

Les résultats de cette étude ont pu montrer que dans l'environnement des établissements ; Jules LUCRECE à Rivière Pilote ; S. et A. CABRISSEAU ; Omer Lesueur Monésie et la cité scolaire adventiste Rama à Sainte Luce ; A-ILETS CHARLES aux Trois Ilets, les Chérubins du Sud au Diamant et l'Ecole Communautaire Entrepreneuriale Montessori (E. C.E.M) à Rivière Salée. ; la valeur limite annuelle pour la protection de la santé en dioxyde d'azote est respectée et que le risque de la dépasser semble faible pour une mesure réalisée toute l'année.

VII. Annexes

VII.1 Etablissements scolaires

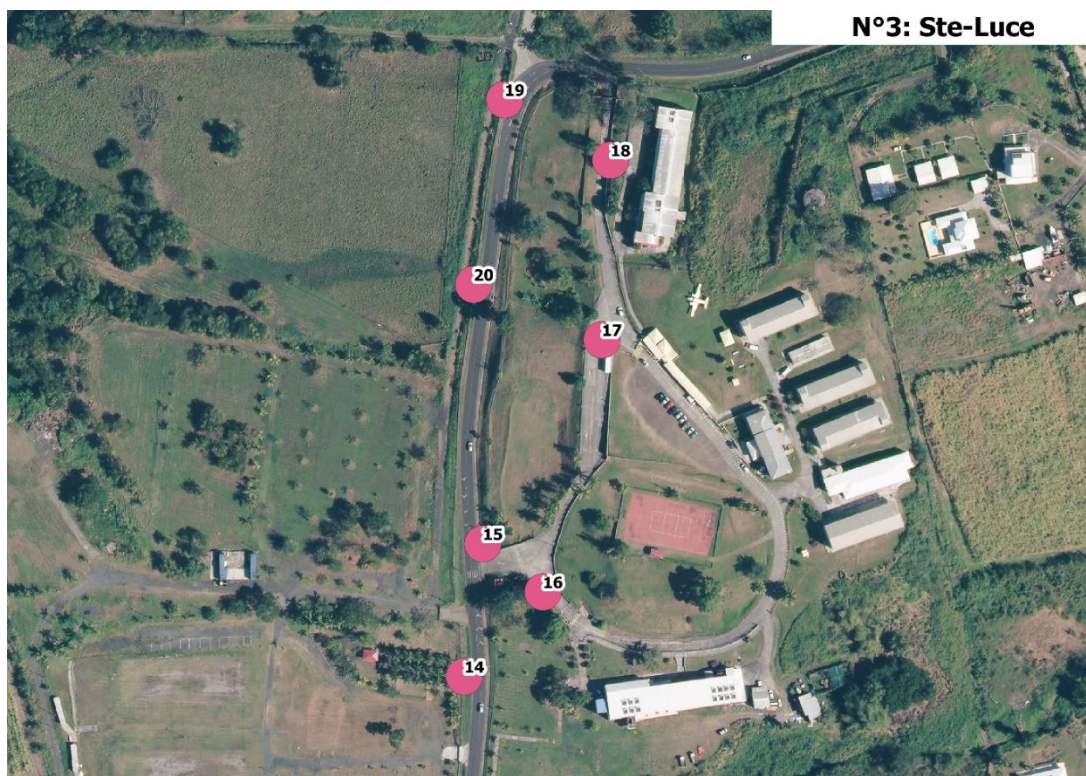
- Ecole élémentaire Jules LUCRECE (Rivière Pilote)



- Ecole élémentaire S. et A. CABRISSEAU



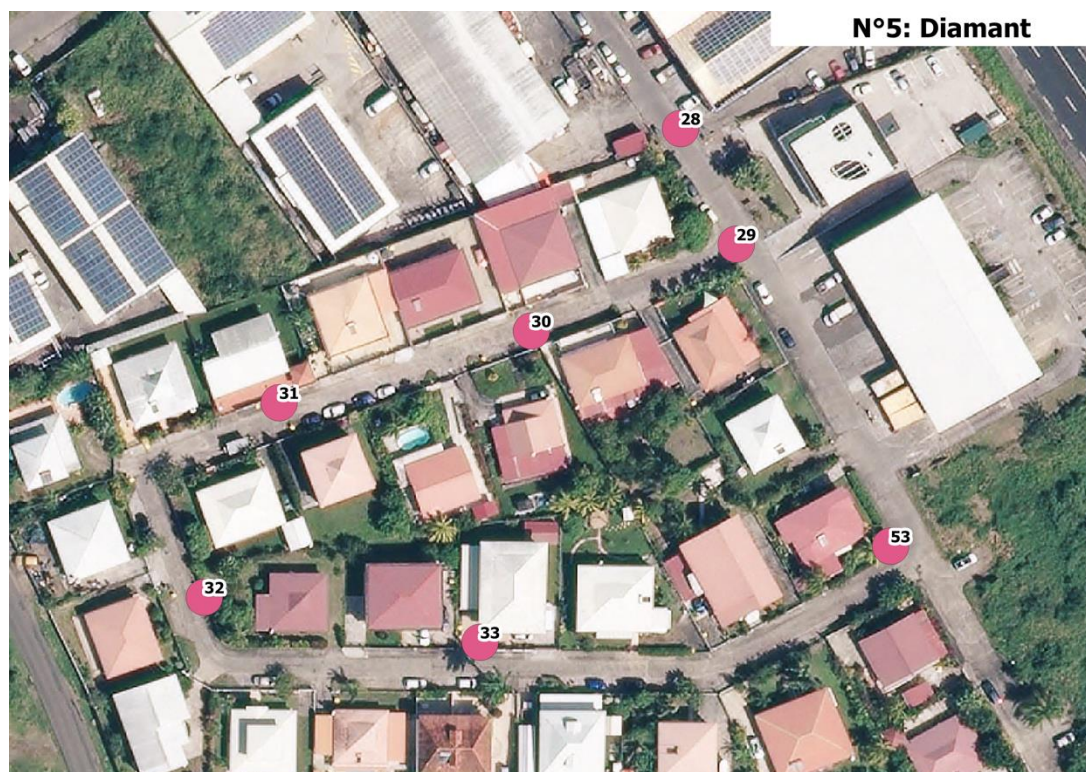
- Cité scolaire adventiste Rama



- Ecole élémentaire Omer Lesueur Monésie



- Ecole privée Les Chérubins du Sud



- Ecole Communautaire Entrepreneuriale Montessori (E. C.E.M)



- Ecole élémentaire A-ILETS CHARLES



- Ecole maternelle de Galochat



VII.2 Concentrations moyennes par points

Ecole élémentaire Jules LUCRECE (Rivière Pilote)		Ecole élémentaire S. et A. CABRISSEAU (Sainte Luce)		Cité scolaire adventiste Rama (Sainte Luce)	
Site de mesure	Moyenne des concentrations moyennes en NO ₂ (µg/m ³)	Site de mesure	Moyenne des concentrations moyennes en NO ₂ (µg/m ³)	Site de mesure	Moyennes des concentrations moyennes en NO ₂ (µg/m ³)
1	4,1	8	2,3	14	1,7
2	2,8	9	1,2	15	2,6
3	7,8	10	1,0	16	-0,2
4	1,5	11	0,4	17	0,6
5	2,1	12	0,6	18	2,8
6	10,0	13	3,4	19	4,0
7	2,8			20	5,0

Ecole élémentaire Omer Lesueur Monésie (Sainte Luce)		Ecole privée Les Chérubins du Sud (Diamant)		Ecole Communautaire Entrepreneuriale Montessori (E. C.E.M) à Rivière Salée	
Site de mesure	Moyenne des concentrations moyennes en NO ₂ (µg/m ³)	Site de mesure	Moyenne des concentrations moyennes en NO ₂ (µg/m ³)	Site de mesure	Moyenne des concentrations moyennes en NO ₂ (µg/m ³)
22	1,9	28	9,4	34	3,7
23	1,0	29	4,2	35	1,5
24	0,8	30	2,9	36	4,4
25	<LD	31	2,8	37	9,1
26	1,3	32	2,8	38	5,4
27	1,8	33	2,4		

Ecole élémentaire A-ILETS CHARLES (Trois Ilets)		Ecole maternelle de Galochat (Anses d'Arlets)	
Site de mesure	Moyenne des concentrations moyennes en NO ₂ (µg/m ³)	Site de mesure	Moyenne des concentrations moyennes en NO ₂ (µg/m ³)
39	7,0	44	3,3
40	4,2	45	2,4
41	4,6	46	2,8
42	3,0	47	0,4
43	2,8	48	1,3
51	10,0	49	1,4
52	5,8		



Madininair
votre parten'air en Martinique

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



COMMUNAUTÉ D'AGGLOMÉRATION
DE L'ESPACE SUD MARTINIQUE

