



**ÉVALUATION
DES CONCENTRATIONS EN
DIOXYDE D'AZOTE DANS LES
ÉCOLES SITUÉES À PROXIMITÉ
DES AXES ROUTIERS ET SUR LES
PRINCIPAUX AXES ROUTIERS
DANS LA ZONE CACEM**

Août à octobre 2016



Parution : juin 2017
Rédacteur : K. RAMASSAMY
Ref : 06/17/NO2CACEM2016

Evaluation des concentrations en dioxyde d'azote dans les écoles situées à proximité des axes routiers et sur les principaux axes routiers dans la zone CACEM

Août à Octobre 2016

Madininair : 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

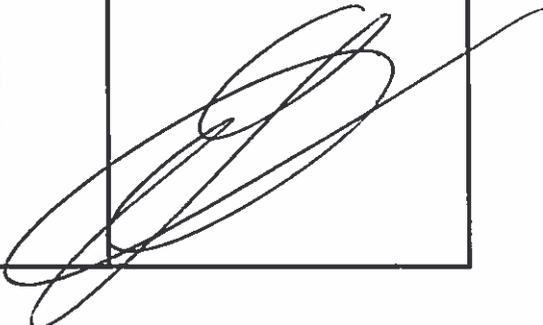
	Rédaction	Vérification	Approbation
Nom	K. RAMASSAMY	C. BOULLANGER	S. GANDAR
Qualité	Chargée d'études	Responsable études	Directeur
Visa			

Table des matières

I.	Présentation de l'étude.....	3
II.	Contexte de l'étude.....	4
II.1	Polluant étudié : Le dioxyde d'azote	4
II.1.1	Origines et sources	4
II.1.2	Réglementation et norme.....	4
II.1.3	Effets sur la santé	5
II.1.4	Effets sur l'environnement.....	5
II.2	Choix des établissements scolaires dans la zone de la CACEM.....	5
II.2.1	Méthode	5
II.2.2	Les écoles identifiées.....	6
II.2.3	Description des écoles sélectionnées (Résultats des concentrations simulées)	7
II.3	Description des campagnes	14
III.	Matériels utilisés	14
III.1	Sur site	14
III.2	Au laboratoire	15
IV.	Résultats : données météorologiques.....	16
V.	Résultats dans l'environnement des établissements scolaires.....	17
VI.	Résultats à proximité des principaux axes routiers.....	30
VI.1	Evaluation du risque de dépasser les normes environnementales	30
VI.2	Spatialisation des mesures	32
VI.3	Résultats des principaux axes routiers sur les cinq dernières années	33
VI.3.1	Evaluation du risque de dépassements des normes environnementales.....	33
VI.3.2	Zoom sur les zones à risque de dépasser les normes environnementales	38
VII.	Conclusion.....	40
VIII.	Annexes.....	42
VIII.1	Etablissements scolaires.....	42
VIII.1.1	Implantations des points	42
VIII.1.2	Concentrations moyennes par points	50
VIII.2	Les axes routiers.....	53
VIII.2.1	Implantations des points	53

VIII.2.2 Concentrations moyennes par points 55

I. Présentation de l'étude

L'Association régionale de surveillance de la qualité de l'air en Martinique, Madininair, dispose actuellement de 11 stations de mesure dispersées stratégiquement dans la Zone Urbaine Régionale regroupant, notamment les communes de la CACEM et l'agglomération du Robert. Ces stations mesurent en continu et en temps réel 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 PM2,5 (inférieures à 2,5 microns) et le benzène.

Avec l'objectif d'améliorer les connaissances sur la qualité de l'air à proximité des établissements recevant du jeune public, la CACEM a souhaité évaluer la qualité de l'air à proximité des écoles primaires et maternelles de son territoire. Les écoles ont été définies suivant la modélisation des polluants, notamment automobiles afin de sélectionner les établissements susceptibles d'être les plus impactés. Ces établissements ont été validés en Commission Environnement CACEM. Certains établissements ont été rajoutés par les élus, au regard des enjeux de la qualité de l'air sur le territoire. Ainsi, Madininair a été sollicité pour réaliser une évaluation des concentrations en dioxyde d'azote dans l'environnement des écoles maternelles et primaires sélectionnées sur le territoire de la CACEM.

De plus, la problématique du transport sur le territoire de la CACEM, incite les collectivités à approfondir leurs connaissances en terme de spatialisation de la pollution automobile sur le territoire. Ainsi, Madininair a également été sollicité par la CACEM, dans le cadre de son programme AIR, pour réaliser, en complément des mesures fixes, une étude de spatialisation du dioxyde d'azote, NO₂, pris comme traceur de la pollution automobile.

En effet, ces communes de la CACEM sont traversées par un réseau filaire dense (axe autoroutier de 120 000 véhicules par jour et axes nationaux de 50 000 véhicules par jour). Une étude a ainsi été réalisée en 2016 dans le but d'évaluer l'évolution du trafic dans cette zone, de valider les données exploratoires de modélisation de la pollution routière effectuée par Madininair, 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 Territoriale, 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 des principaux axes routiers (Schœlcher, Fort-de-France, Lamentin, Saint Joseph) et de différents établissements scolaires, et de confronter les résultats obtenus avec les normes environnementales en vigueur. Cette étude nous permettra alors d'établir une cartographie de la pollution automobile, sur ces zones.

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.

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

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur de la norme ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Santé (annuel)	Valeur Limite annuelle ¹ (Décret 2010-1250 du 21/10/10)	40
Seuil d'évaluation NO_2 Santé (annuel)	Seuil supérieur ² Seuil inférieur ³	32 26

Tableau II-1 : Normes du dioxyde d'azote

¹ Niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint.

² 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.

³ 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.

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.

II.2 Choix des établissements scolaires dans la zone de la CACEM

II.2.1 Méthode

Intégrant des données de rejets issues de l'inventaire des émissions de 2015 (recensant les rejets de l'année 2013), Madinair a modélisé la dispersion du dioxyde d'azote de sources routières sur le territoire de la CACEM. Le logiciel ADMS-Urban a été utilisé pour simuler les concentrations annuelles en NO₂ à proximité des axes routiers principaux de la CACEM.

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.

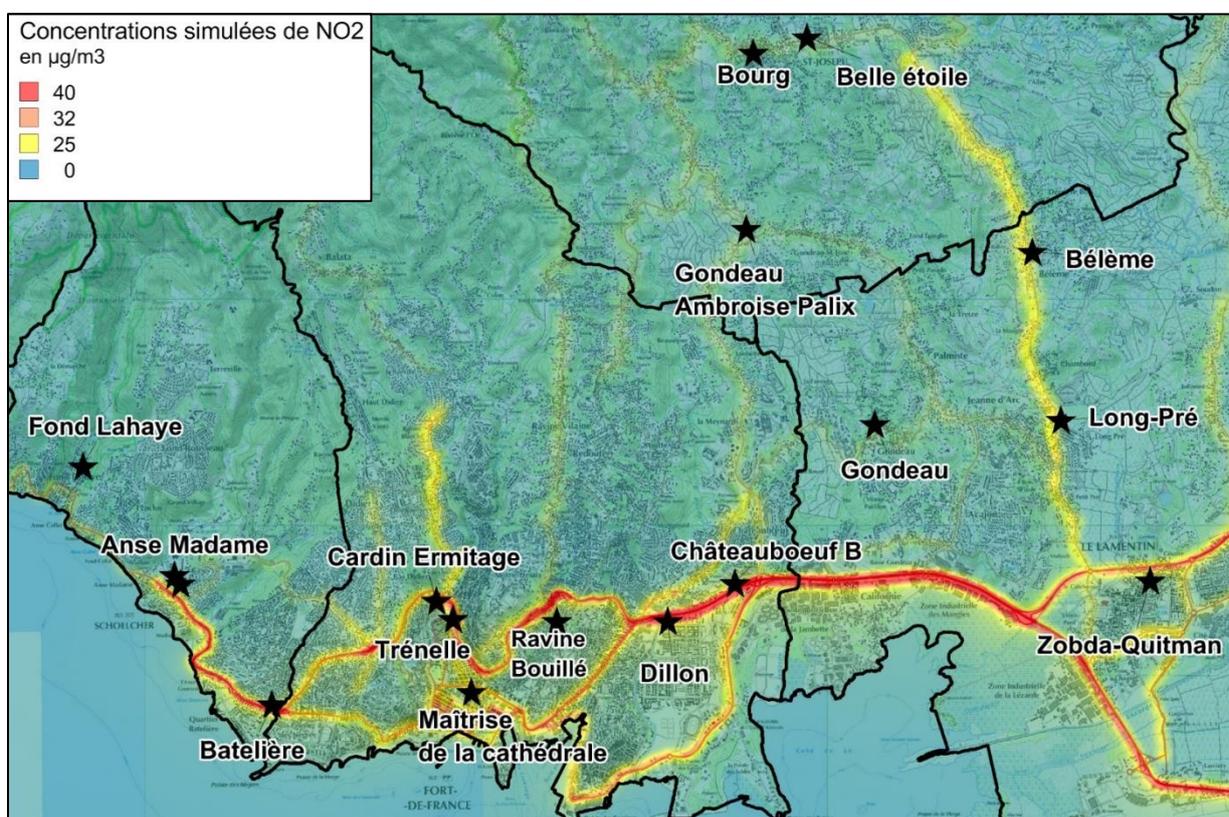
Les écoles maternelles et primaires se trouvant potentiellement impactées par ces pollutions ont été identifiées à l'aide de la BD TOPO de l'IGN.

Les écoles ont été choisies en fonction de leur proximité à un axe routier important et des résultats de simulation des concentrations, mais également avec le souci de couvrir au maximum les 4 communes de la CACEM.

Une étude de mesures du NO₂ à proximité de ces sites déterminera plus précisément les concentrations en polluant impactant potentiellement les populations.

II.2.2 Les écoles identifiées

14 écoles et groupes scolaires ont été sélectionnés, répartis dans les quatre communes de la CACEM. Toutes les écoles sont situées à proximités d'axes routiers importants. Certaines sont en bordure immédiate de la route tandis que d'autres sont à l'écart de la voie principale, en amont ou en aval par rapport aux vents d'est, dominants en Martinique.



Dans la zone de la CACEM, les axes routiers ayant le plus d'impact sur la qualité de l'air sont l'autoroute A1, la Rocade de Fort-de-France RD41 et les routes nationales RN1, et la RN2. Plusieurs écoles se trouvent à proximité immédiate de ces axes.

Ainsi, les écoles Victor Hillion, dans le quartier Dillon, et Châteaubœuf sont situées à proximité de l'autoroute A1, axe le plus important de Martinique avec 120 000 véhicules par jour.

La rocade de Fort-de-France, avec plus de 70 000 véhicules quotidiens, impacte la qualité de l'air des abords des écoles de Ravine Bouillé, Trénelle et Ermitage.

Les écoles de Batelière, de l'anse Madame et de Fond Lahaye se trouvent à proximité de la RN 2 et des quelques 44 000 véhicules l'empruntant chaque jour.

Aux alentours de l'école privée Maîtrise de la cathédrale, au cœur de Fort-de-France, 20 000 véhicules circulent en moyenne.

Dans le bourg du Lamentin, les écoles Zobda-Quitman sont impactées par le trafic automobile de la RN1 et de la RD3c, respectivement 40 000 et 16 000 véhicules par jour.

20 000 véhicules empruntent tous les jours la RD15, au bord de laquelle les écoles de Bélème et Long-Pré sont situées.

Dans le quartier Gondeau, l'école primaire est située en bordure de la RD 13 par laquelle transitent plus de 4100 véhicules.

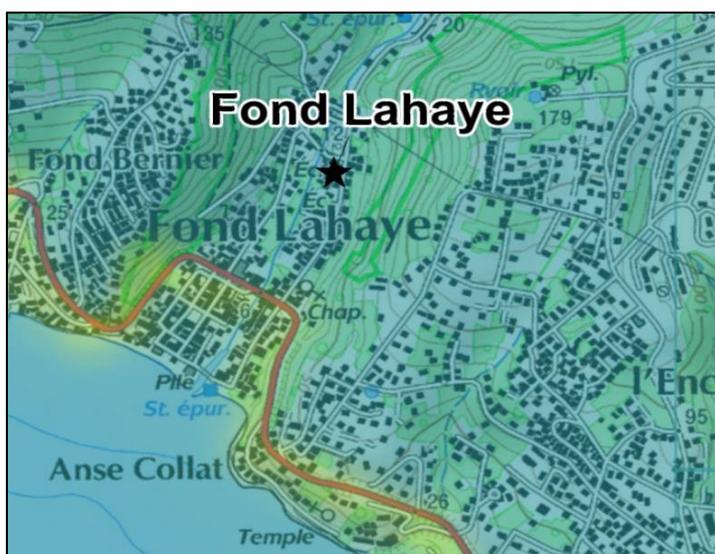
Au bord de la RD 14, l'école Ambroise Palix de Gondeau Saint-Joseph voit 5900 véhicules circuler à ses abords.

Enfin, dans le bourg de Saint-Joseph, les écoles du bourg et de Belle Etoile sont situées à proximité de la RN 4, axe principal traversant la commune, et emprunté par plus de 9000 véhicules chaque jour.

II.2.3 Description des écoles sélectionnées (Résultats des concentrations simulées)

Le détail des résultats de concentrations en NO₂ simulées est décrit ci-dessous pour chacune des écoles retenues.

- Ecole maternelle de Fond Lahaye

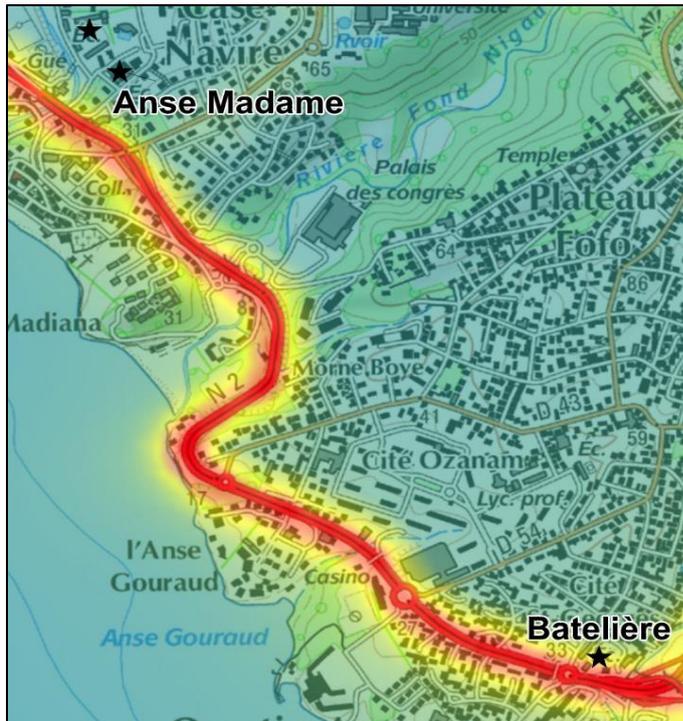


Concentrations simulées de NO₂ en µg/m³

- 40
- 32
- 25
- 0

L'école maternelle de Fond Lahaye, est située à l'écart et en amont de la RN2. Sur cet axe circulent 14 000 véhicules en moyenne quotidiennement. Les estimations calculées prévoient des niveaux de NO₂ de l'ordre de 4 µg/m³ aux alentours de l'école.

- Ecole de la Batelière et écoles de l'Anse Madame



Concentrations simulées de NO₂ en µg/m³

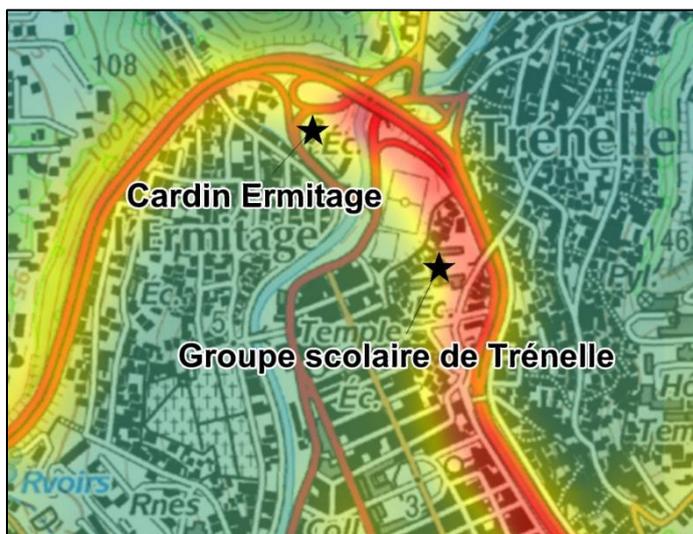


L'école de la Batelière et les écoles de l'anse Madame, à Schœlcher sont situées à proximité de la RN2, axe principale reliant le centre et le nord caraïbe. 44 000 véhicules empruntent en moyenne ce tronçon tous les jours.

A la Batelière, nos estimations prévoient des moyennes annuelles en NO₂ de l'ordre de 20µg/m³.

A l'Anse Madame, nos calculs montrent des concentrations de l'ordre de 6 µg/m³ de NO₂

- Ecole Cardin Ermitage et groupe scolaire de Trénelle



Concentrations simulées de NO₂ en µg/m³



Situées au niveau de Pont de chaîne, les écoles Cardin Ermitage et le groupe scolaire de Trénelle se trouvent en aval de la RD41, Rociade de Fort-de-France. 70 000 véhicules circulent sur ces axes en moyenne chaque jour. Les simulations de concentrations montrent des moyennes de l'ordre

de 27 µg/m³ en NO₂ à Cardin Ermitage et 30 µg/m³ aux abords du Groupe scolaire de Trénelle.

- Ecole Maîtrise de la Cathédrale – Fort de France



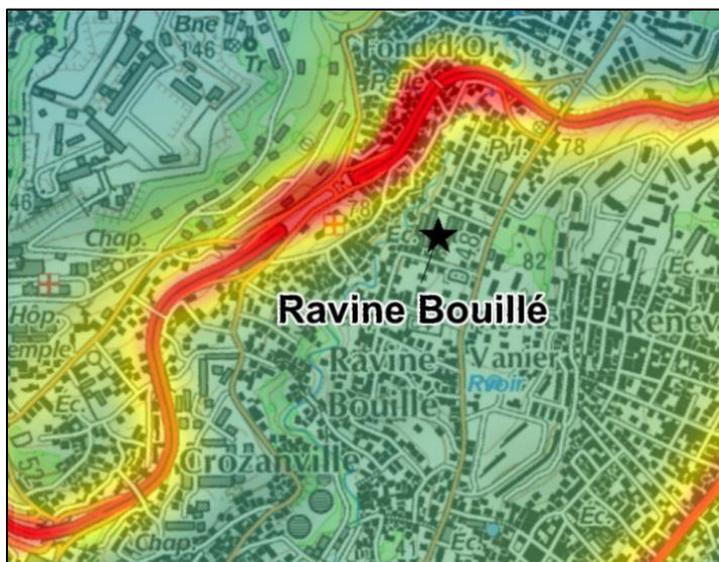
Concentrations simulées de NO₂ en µg/m³



L'école privée Maîtrise de la Cathédrale se trouve en centre-ville de Fort-de-France, proche de l'Hôtel de Ville. 20 000 véhicules circulent chaque jour sur le Boulevard Charles de Gaulle et les rues environnantes.

Les calculs de concentrations en NO₂ annoncent des concentrations de l'ordre de 15 µg/m³ en moyenne annuelle.

- Ecole de Ravine Bouillé

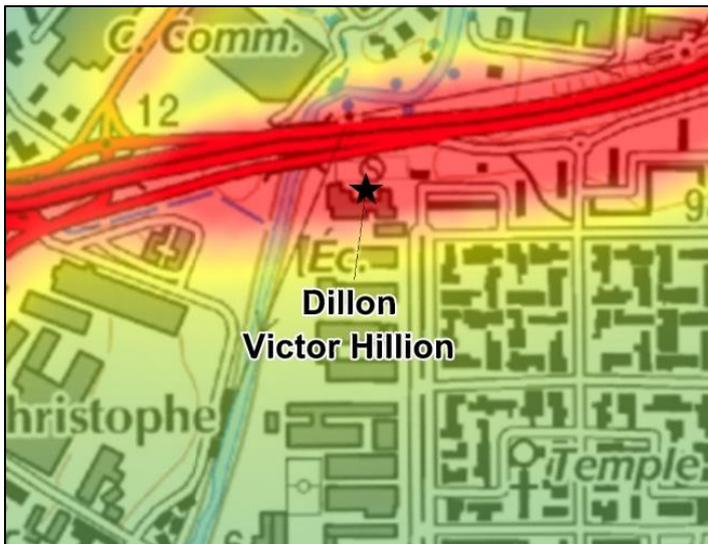


Concentrations simulées de NO₂ en µg/m³

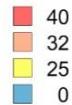


L'école de Ravine Bouillé est située en aval de la Rocade de Fort-de-France (RD41). Cet axe, régulièrement embouteillé, est emprunté par 78 000 véhicules quotidiennement. Nos simulations montrent au niveau de l'école des concentrations en NO₂ de l'ordre de 10µg/m³

- Ecole Victor Hillon



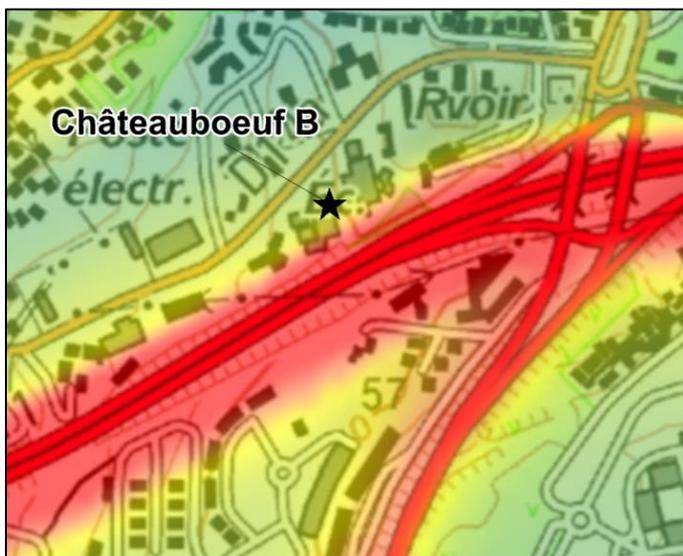
Concentrations simulées de NO₂
en µg/m³



L'école Victor Hillon, dans le quartier Dillon est située à proximité immédiate de l'autoroute A1. Avec 120 000 véhicules quotidiens, c'est l'axe le plus emprunté de la Martinique, par ailleurs régulièrement encombré. Les calculs de concentrations

montrent pour l'école des niveaux de NO₂ pouvant dépasser les 40µg/m³ en moyenne annuelle, correspondant à la valeur limite pour la protection de la sante.

- Ecole Châteaubœuf B



Concentrations simulées de NO₂
en µg/m³



L'école de Châteaubœuf est située à proximité de l'autoroute A1 et de l'échangeur de Châteaubœuf, des axes parmi les plus empruntés, et embouteillés, de l'île. Nos simulations montrent pour l'école de Châteaubœuf, située en hauteur et en amont des vents dominant par rapport à l'autoroute, des

concentrations de NO₂ de l'ordre de 20µg/m³ en moyenne.

- Ecoles Zobda-Quitman A, B et C



Concentrations simulées de NO₂
en µg/m³



Dans le bourg du Lamentin, les établissements scolaires Zobda-Quitman A, B et C se trouvent à proximité d'axes très empruntés. La RN1 est ainsi parcourue par 40 000 véhicules par jours, tandis que 16 000 véhicules circulent sur la RD 3c. Le trafic automobile de ces axes, ajouté à celui du bourg devrait entraîner des concentrations de NO₂ de 14 µg/m³ en moyenne annuelle.

- Ecole de Long Pré

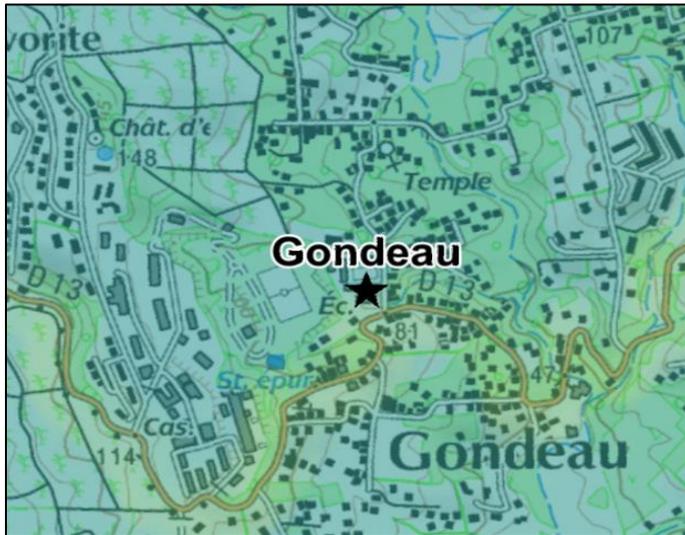


Concentrations simulées de NO₂
en µg/m³



L'école de Long-Pré est située en bordure de la RD 15, empruntée par environ 20 000 chaque jour. Les calculs de modélisations montrent des concentrations en NO₂ comprises entre 15 et 18 µg/m³ autour de l'école.

- Ecole de Gondeau A

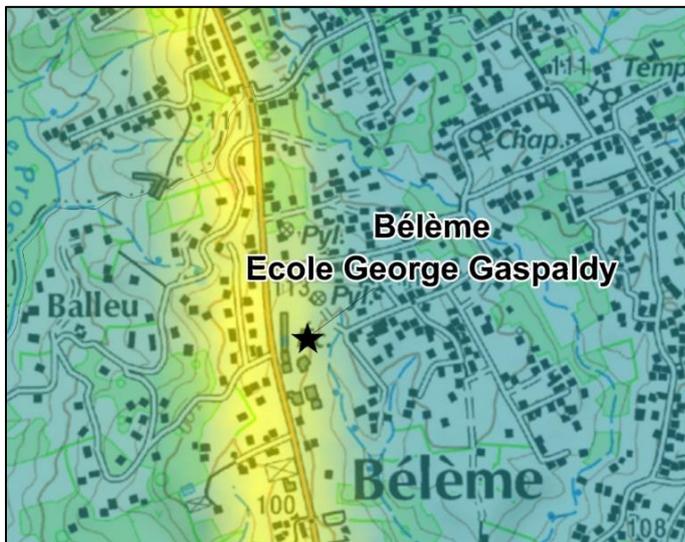


Concentrations simulées de NO₂
en µg/m³



Environ 4100 véhicules utilisent la RD 13, au niveau de l'école de Gondeau. D'après les estimations de Madininair, ce trafic engendre des concentrations de l'ordre de 8 µg/m³ de NO₂ en moyenne annuelle.

- Ecole Bélème – Georges Gaspaldy



Concentrations simulées de NO₂
en µg/m³

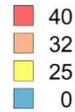


Située en bordure de la RD 15 et ses quelques 20 000 véhicules journaliers, l'école de Bélème est à mi-chemin du bourg du Lamentin et de celui de Saint-Joseph. Les calculs de modélisation prévoient des concentrations de NO₂ comprises entre 13 et 17 µg/m³ aux abords de l'école.

- Groupe scolaire Henri Maurice et Ecole Marceau Edouard – Belle Etoile

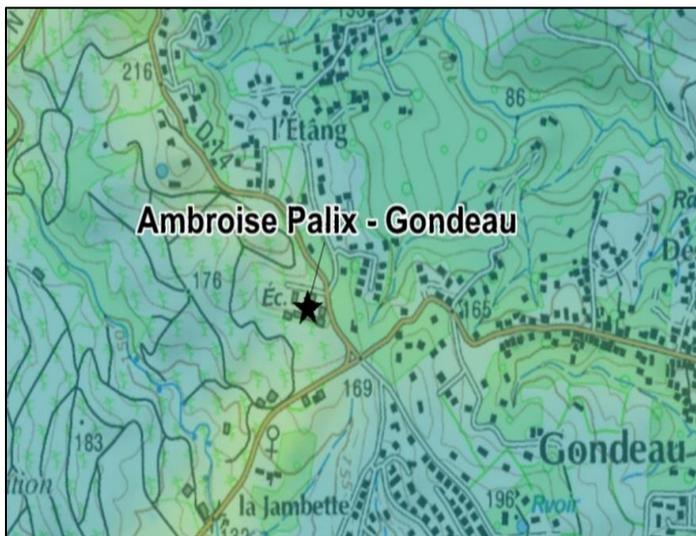


Concentrations simulées de NO₂
en µg/m³



Les écoles du bourg et de Belle Etoile à Saint-Joseph sont situées à proximité de la RN4 qui est empruntée par 9200 véhicules quotidiennement. Nos calculs préliminaires prévoient des concentrations annuelles de l'ordre de 10 µg/m³ en NO₂ à proximité des écoles.

- Ecole Ambroise Palix



Concentrations simulées de NO₂
en µg/m³



Au croisement de la RD14 et de la RD 13a, l'école de Gondeau Saint-Joseph voit circuler en moyenne 5900 véhicules à ses abords. D'après les estimations de Madinair, ce trafic automobile engendre des concentrations de 9 µg/m³ à proximité de l'école.

II.3 Description des campagnes

Dans le but de fournir une spatialisation en NO₂ sur les communes de Fort de France, Lamentin, Schœlcher et Saint Joseph, une étude a été réalisée durant les mois d'Aout à Octobre 2016.

Ces 4 campagnes successives, de 2 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 23 Aout au 6 Septembre
- Campagne 2 : du 6 septembre au 21 septembre
- Campagne 3 : du 21 septembre au 5 octobre
- Campagne 4 : du 5 octobre au 19 octobre

III. Matériels utilisés

III.1 Sur site



La méthode de prélèvement du NO₂ 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 NO₂ qui diffuse naturellement dans le tube.

Pendant la durée d'exposition du tube dans l'atmosphère, le gaz NO₂ est piégé dans le tube sous forme de nitrite NO₂⁻.



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 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 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^- .

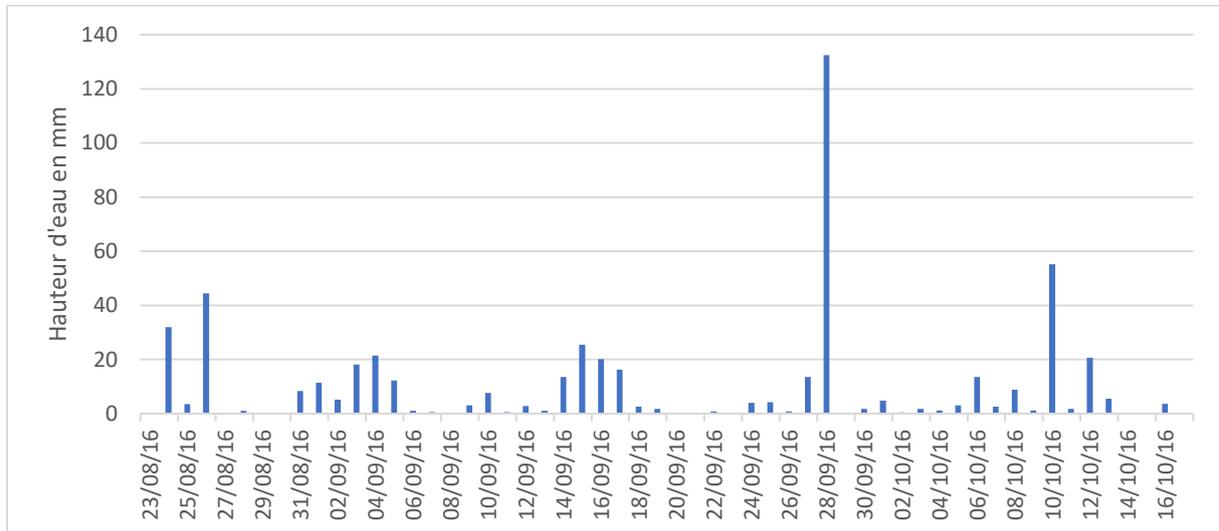
Une fois la coloration développée (2h), on mesure l'absorbance des différentes solutions obtenues, qui sont comparés à la droite d'étalonnage, préalablement établie à partir de solutions étalons.

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. 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. Résultats : 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.



Graphique IV-1 : Précipitation (en mm) sur l'agglomération de Fort de France sur la station « Aéroport » de Météo France

La température moyenne enregistrée sur l'agglomération de Fort de France est de 27°C. Ce paramètre climatique ne jouera pas un rôle important sur la variation des concentrations en polluant puisqu'il reste relativement constant durant les quatre campagnes.

La pluie, par contre, jouera 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 principalement beau avec quelques jours de pluies notamment le 29 septembre 2016.

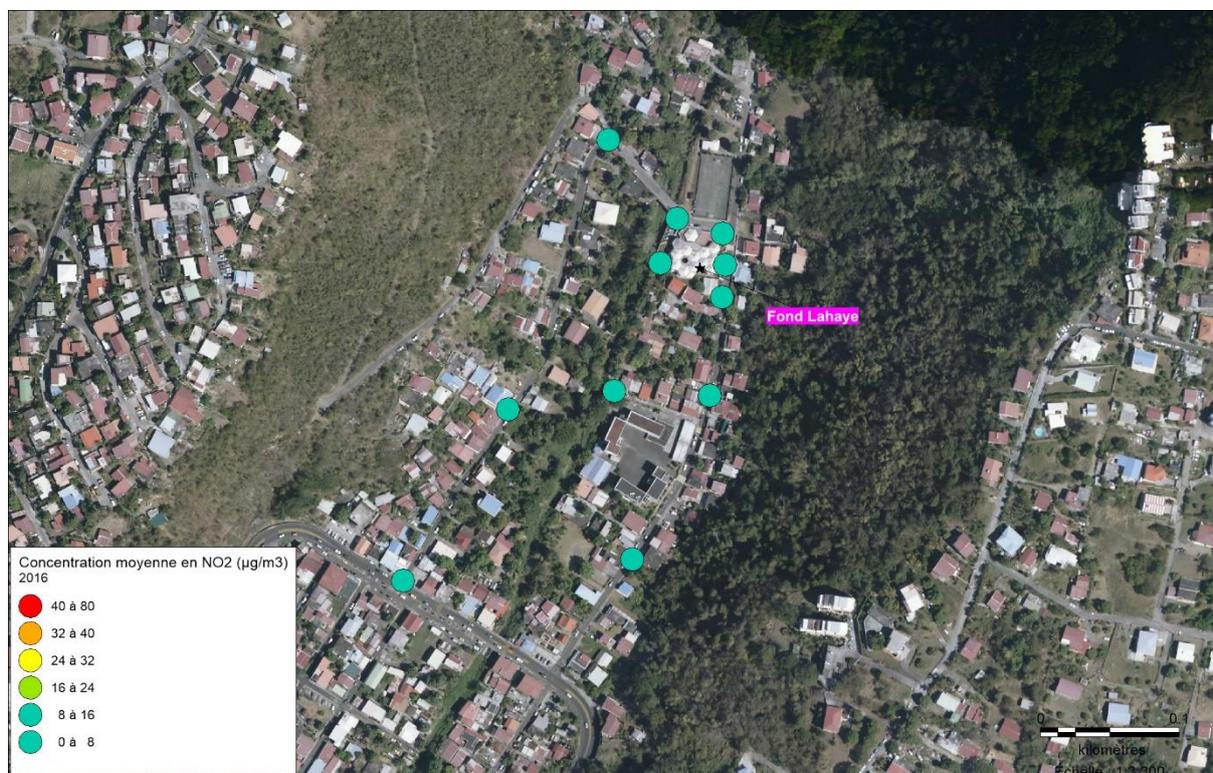
Le vent est le principal acteur de la dispersion des polluants :

- La vitesse du vent est modérée sur la période, moyennée aux alentours de 11 km/h.

La direction des vents est généralement de secteur Est dans ces communes. Peu de variations sont enregistrées sur la période.

V. Résultats dans l'environnement des établissements scolaires

- Ecole maternelle de Fond Lahaye



Les concentrations mesurées à proximité de cette école sont inférieures aux seuils d'évaluation. Ainsi, le risque de dépasser les normes environnementales en dioxyde d'azote pour une mesure réalisée toute l'année semble faible.

EVALUATION DES CONCENTRATIONS EN DIOXYDE D'AZOTE DANS LES ECOLES SITUÉES A PROXIMITÉ DES AXES ROUTIERS ET SUR LES PRINCIPAUX AXES ROUTIERS DANS LA ZONE DE LA CACEM

- Ecoles Anses Madame et Batelière



Les concentrations mesurées à proximité de ces écoles 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.

EVALUATION DES CONCENTRATIONS EN DIOXYDE D'AZOTE DANS LES ECOLES SITUÉES A PROXIMITÉ DES AXES ROUTIERS ET SUR LES PRINCIPAUX AXES ROUTIERS DANS LA ZONE DE LA CACEM

- Ecole Cardin Ermitage et groupe scolaire de Trénelle



Les concentrations mesurées à proximité de ces écoles 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.

- Ecole Maitrise de la Cathédrale – Fort de France



A proximité de cette école, un dépassement du seuil d'évaluation inférieur est enregistré. Ce site est situé à l'intersection de la rue de la République et du boulevard Général de Gaulle et enregistre une concentration moyenne en NO₂ de 28µg/m³. Ainsi, sur ce site, il semble exister un risque de dépassement modéré des normes environnementales en dioxyde d'azote, si la mesure était réalisée toute l'année.

- Ecole de Ravine Bouillé



Les concentrations mesurées à proximité de cette école 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.

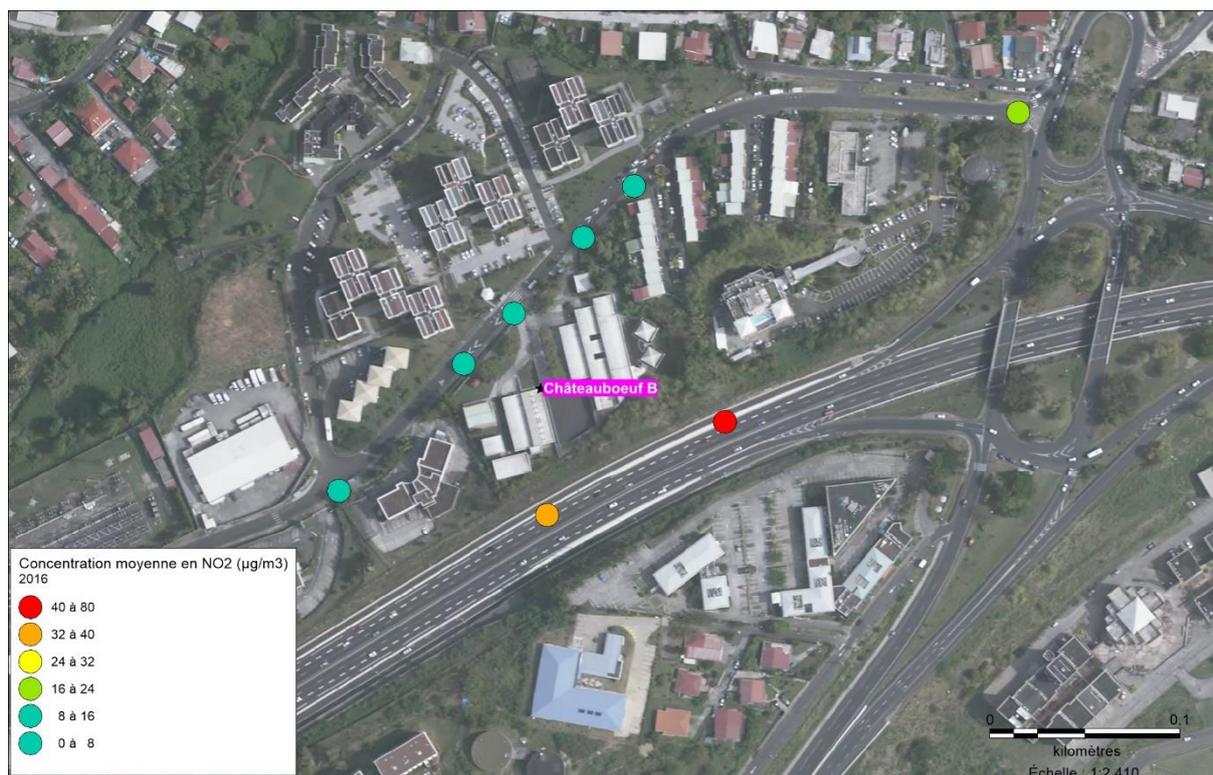
EVALUATION DES CONCENTRATIONS EN DIOXYDE D'AZOTE DANS LES ECOLES SITUEES A PROXIMITE DES AXES ROUTIERS ET SUR LES PRINCIPAUX AXES ROUTIERS DANS LA ZONE DE LA CACEM

- Ecole Victor Hillon



Sur la période de mesure, les concentrations mesurées à proximité de cette école 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.

- Ecole Châteaubœuf B



A proximité de cette école, 2 dépassements ont été enregistrés. Un dépassement de la valeur limite de la protection de la santé et l'autre du seuil d'évaluation supérieur. Les concentrations moyenne en NO₂ mesurées respectivement sur ces sites sont 59µg/m³ et 33µg/m³. Ainsi sur ces sites le risque de dépasser les normes environnementales en dioxyde d'azote semble élevé.

Toutefois, ces deux sites sont situés sur l'autoroute A1. Ainsi des investigations complémentaires dans l'enceinte de l'établissement devraient être menées pour évaluer le risque, plus proche des occupants de cet établissement.

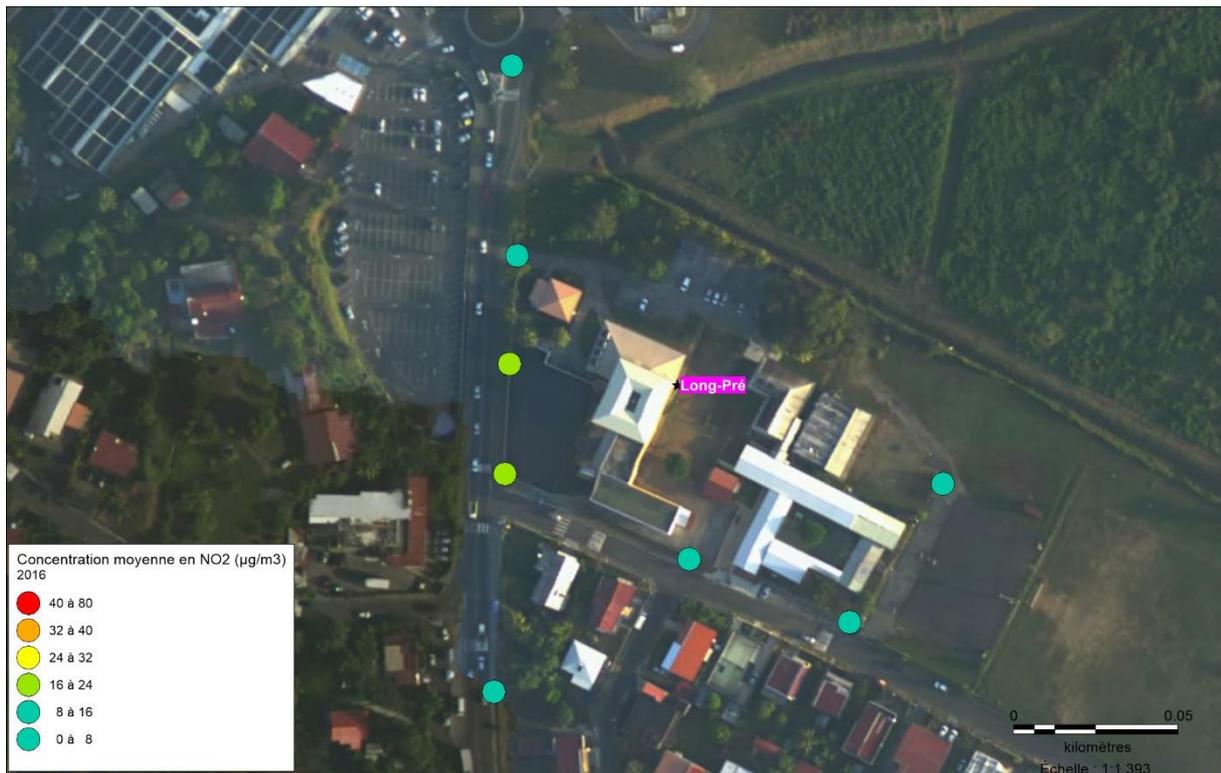
EVALUATION DES CONCENTRATIONS EN DIOXYDE D'AZOTE DANS LES ECOLES SITUÉES A PROXIMITÉ DES AXES ROUTIERS ET SUR LES PRINCIPAUX AXES ROUTIERS DANS LA ZONE DE LA CACEM

- Ecole Zobda-Quitman A, B et C



Les concentrations mesurées à proximité de ces écoles 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.

- Ecole de Long Pré



Les concentrations mesurées à proximité de cette école 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.

EVALUATION DES CONCENTRATIONS EN DIOXYDE D'AZOTE DANS LES ECOLES SITUEES A PROXIMITE DES AXES ROUTIERS ET SUR LES PRINCIPAUX AXES ROUTIERS DANS LA ZONE DE LA CACEM

- Ecole de Gondeau A



Les concentrations mesurées à proximité de cette école 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.

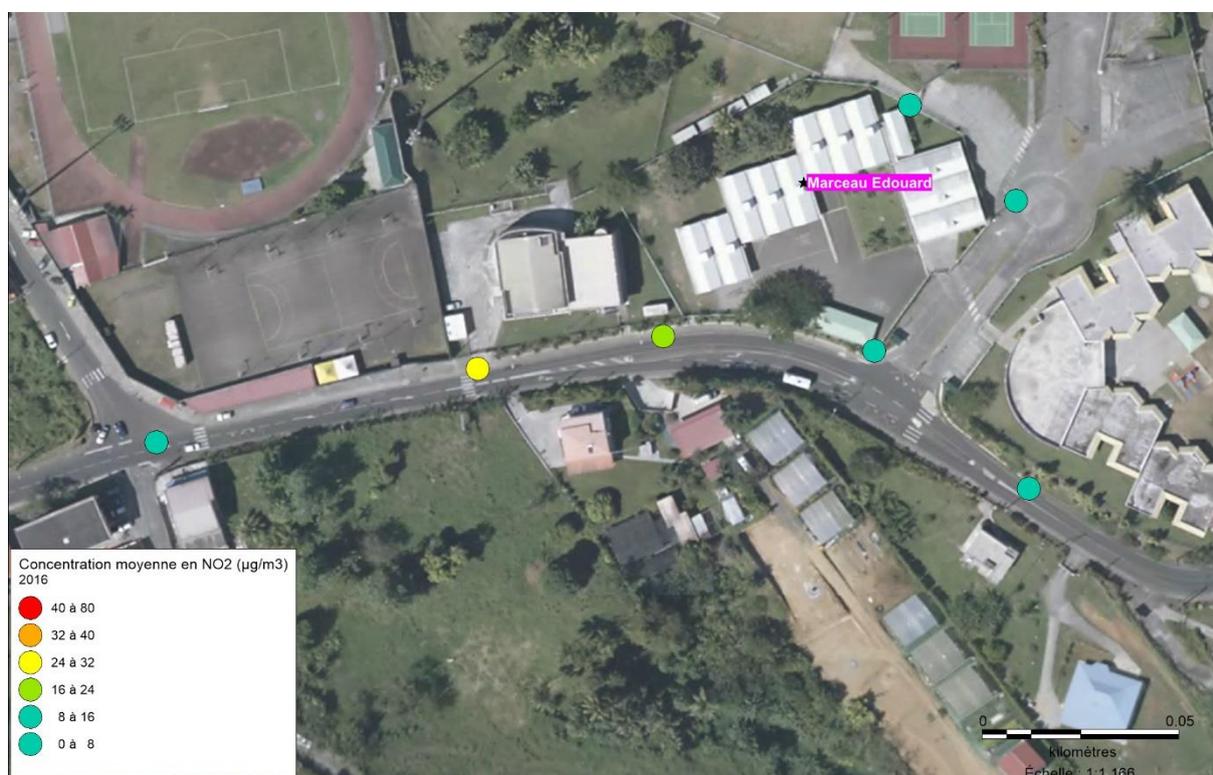
- Ecole Bélème – Georges Gaspaldy



A proximité de cette école, un dépassement du seuil d'évaluation inférieur est enregistré. Ce site est situé sur la RD15 et enregistre une concentration moyenne en NO₂ de 27µg/m³. Sur cet établissement, le risque de dépasser les normes environnementales en dioxyde d'azote semble modéré. Une investigation complémentaire pour être menée afin d'évaluer le risque de dépassement des normes au plus proche des occupants de l'établissement.

EVALUATION DES CONCENTRATIONS EN DIOXYDE D'AZOTE DANS LES ECOLES SITUÉES A PROXIMITÉ DES AXES ROUTIERS ET SUR LES PRINCIPAUX AXES ROUTIERS DANS LA ZONE DE LA CACEM

- Groupe scolaire Henri Maurice et école Marceau Edouard – Belle Etoile



A proximité de l'école primaire Marceau Edouard, un dépassement du seuil d'évaluation inférieur est enregistré. Ce site est situé sur la RN4 et enregistre une concentration moyenne en NO₂ de 27µg/m³. Il existe donc un risque modéré de

dépassement des normes environnementales dans cette zone. Ainsi, proche du site de mesure, des investigations complémentaires pourraient être menées afin d'évaluer le risque de dépassement horaire et d'améliorer les connaissances sur la qualité de l'air de la zone, par la mise en place du moyen mobile de Madininair. Ce moyen mobile permet une mesure en continu et en temps réel des polluants réglementés, et permet ainsi de visualiser l'évolution horaire et journalière des polluants mesurés.

- Ecole Amboise Palix



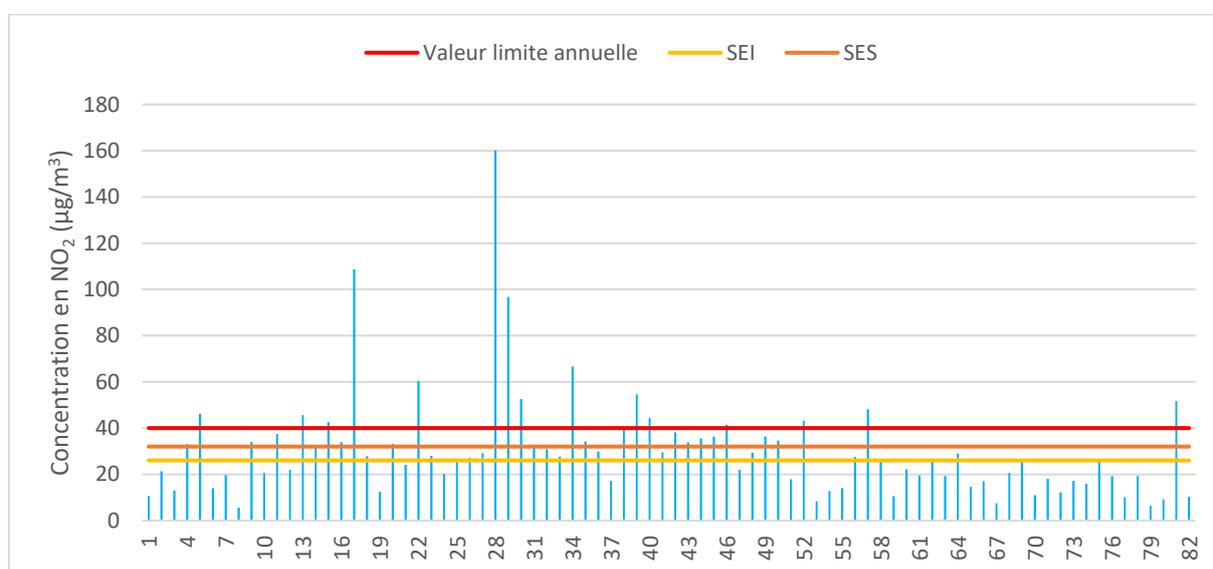
Les concentrations mesurées à proximité de cette école sont inférieures aux seuils d'évaluation. Ainsi, le risque semble faible de dépasser les normes environnementales pour le dioxyde d'azote pour une mesure réalisée toute l'année.

VI. Résultats à proximité des principaux axes routiers

VI.1 Evaluation du risque de dépasser les normes environnementales

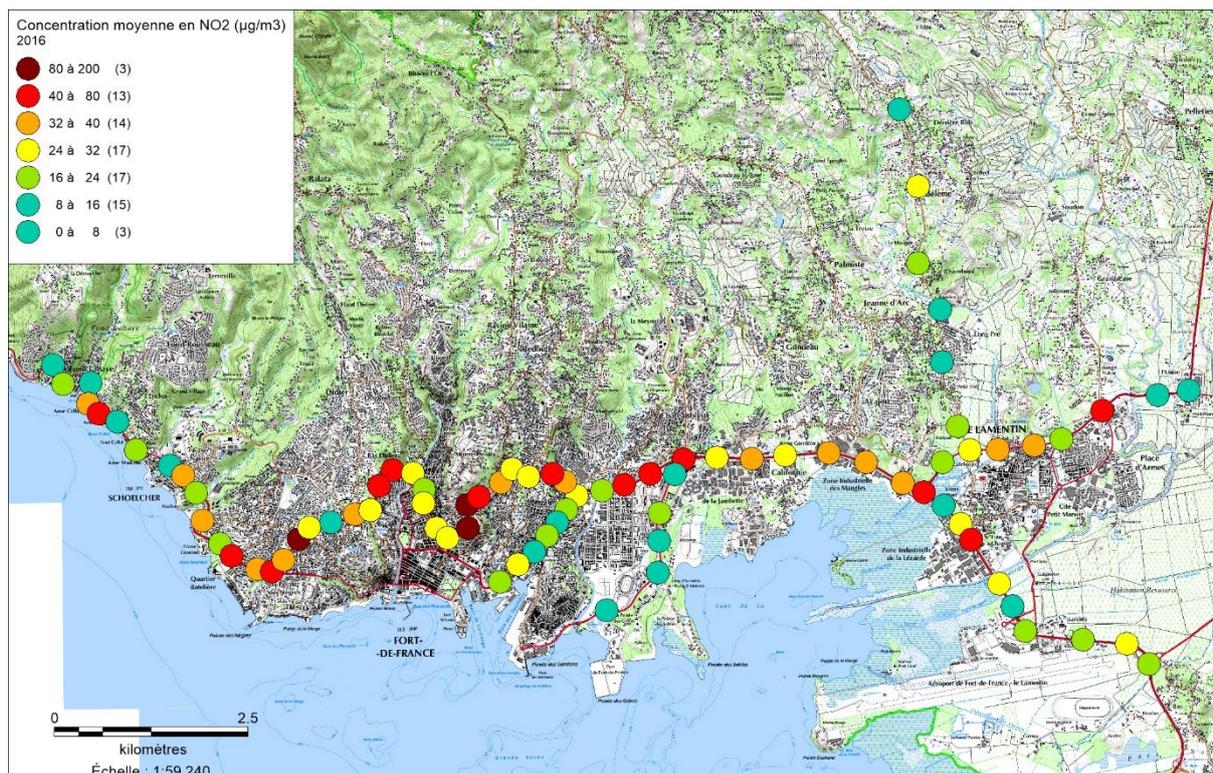
L'étude porte également sur les principaux axes routiers de l'agglomération de la CACEM. Cette zone comprend les routes nationales RN1, RN2, RN5, la Rocade D41 et l'autoroute A1.

Le graphique ci-dessous reprend les concentrations moyennes relevées sur les sites de mesure des principaux axes routiers.



Graphique VI-1 : Concentrations moyennes en NO₂ aux différents points de mesure sur les principaux axes routiers.

EVALUATION DES CONCENTRATIONS EN DIOXYDE D'AZOTE DANS LES ECOLES SITUÉES A PROXIMITÉ DES AXES ROUTIERS ET SUR LES PRINCIPAUX AXES ROUTIERS DANS LA ZONE DE LA CACEM



Graphique VI-2 : Cartographie des concentrations moyennes en NO₂ (µg/m³) sur les principaux axes routiers.

On recense 16 sites qui dépassent la valeur limite pour la protection de la santé. En effet, ces principaux axes permettent de relier les communes de la Martinique au centre d'activité de la capitale. Ces axes enregistrent un trafic dense de plus de 100 000 véhicules par jour.

La concentration la plus élevée est mesurée sur la D41 (la Rocade), sur le site 28, qui se trouve à proximité de l'entrée du tunnel de Concorde, en direction du Lamentin. Sa concentration moyenne s'élève à 160 µg/m³. Par ailleurs, Madinair dispose d'une station fixe de mesure de type « trafic » à l'entrée du tunnel, permettant la mesure en continu du NO₂. En effet, cette station permet de surveiller la qualité de l'air et d'informer la population de la qualité de l'air de la zone en continu et en temps réel. D'autres sites enregistrent des concentrations supérieures à la valeur limite pour la protection de la santé :

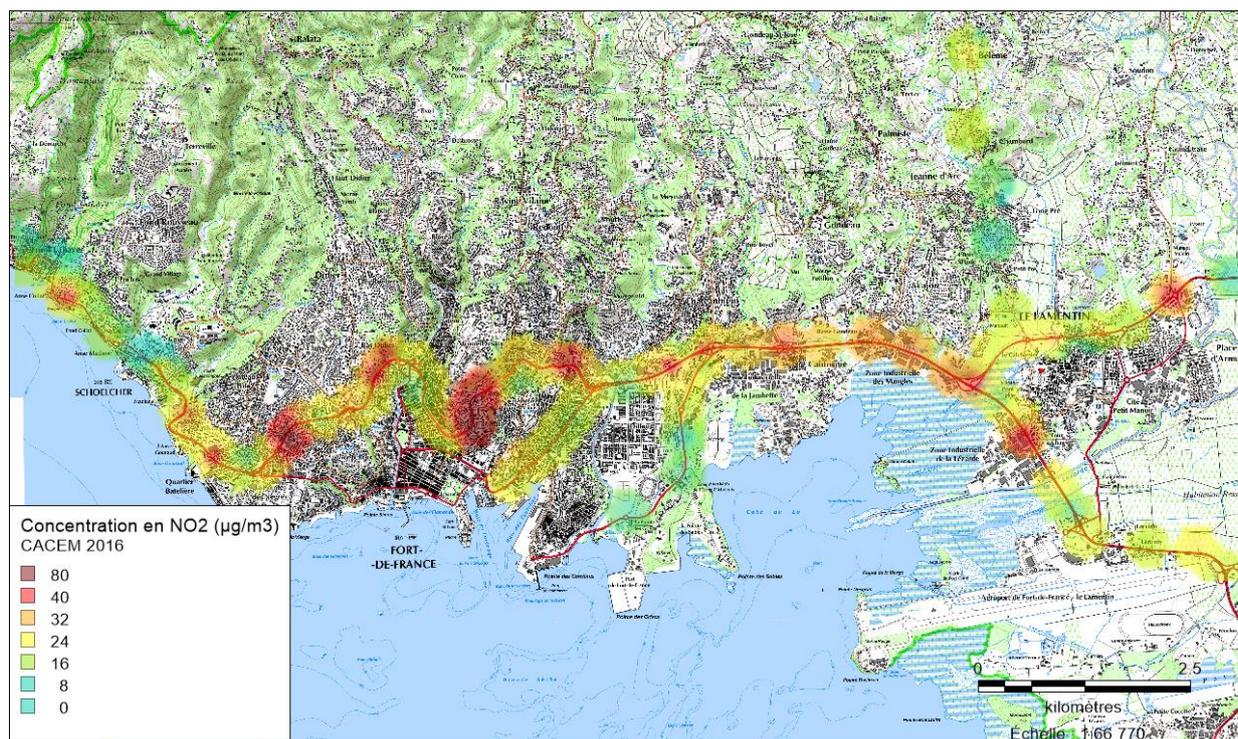
- Le site 17 (109 µg/m³) est situé au niveau des quartiers Sainte Catherine et Bellevue. Ce point se trouve sur une quatre voies confinées entre deux murs ce qui génère un effet canyon, responsable de l'accumulation des polluants issus du trafic
- Le site 34 (67µg/m³) est situé dans la montée au niveau de la station-service de la rocade
- Le site 5 (46 µg/m³) est situé dans la montée, en sortie du bourg de Fond Lahaye, lieu d'embouteillages fréquents

Ces portions de route sont très fréquentées et fortement embouteillées aux heures de pointe. De plus, ces sites sont situés dans des côtes, ce qui engendre une augmentation des émissions en polluant automobile.

14 sites enregistrent également une concentration moyenne en NO₂ supérieure au seuil d'évaluation supérieur. Ainsi, le risque de dépasser la valeur limite annuelle pour la protection de la santé, si la mesure était effectuée toute l'année, est élevé principalement aux abords de ces principaux axes routiers.

VI.2 Spatialisation des mesures

On se base sur les concentrations moyennées des 4 campagnes en chaque point de mesure pour réaliser une cartographie de spatialisation de la pollution automobile.



Cartographie VI-1 : Spatialisation des concentrations moyennes en NO₂ (µg/m³) sur les principaux axes routiers.

Cette carte ci-dessus permet de visualiser les zones impactées par la pollution automobile. Les concentrations en NO₂ sont plus élevées le long des axes principaux : RN5, A1, D41, RN1 et RN2. Les concentrations maximales sont mesurées sur la rocade (D41).

Les concentrations diminuent progressivement dès que l'on s'éloigne de ces axes et du centre-ville de Fort-de-France.

VI.3 Résultats des principaux axes routiers sur les cinq dernières années

VI.3.1 Evaluation du risque de dépassements des normes environnementales

L'évaluation environnementale en dioxyde d'azote consiste à une mesure de ce polluant pendant 14% du temps de l'année répartie sur l'année, permettant de calculer une concentration moyenne annuelle représentative de l'année et comparable aux normes environnementales en vigueur.

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.

Les dépassements des seuils d'évaluation supérieurs et inférieurs sont déterminés d'après les concentrations mesurées au cours des cinq dernières années. Un seuil d'évaluation est considéré comme ayant été dépassé s'il a été dépassé pendant au moins trois années de ces cinq années de mesure.

Depuis 5 ans, Madininair réalise l'évaluation de la qualité de l'air en dioxyde d'azote par mesure indicative sur le territoire de la CACEM, notamment sur les principaux axes routiers. Les zones de dépassement et à risque élevé de dépassement de la valeur limite annuelle pourront donc être mis en évidence.

VI.3.1.1 La route nationale 2

		Concentrations en NO ₂ (µg/m ³)				
Sites	Années	2016	2015	2014	2013	2012
	1		11	16	6	7
2		21	30	25	31	37
3		13	21	4	24	19
4		33	31	49	42	41
5		46	75		81	
6		14	24	15	24	20
7		20	31	14	17	22
8		6	12		3	8
9		34	45	36	52	35
10		21	28	10	27	
11		38	69	26	28	43
12		22	38		24	
13		46	61	20	52	56
14		33	54	22	53	71
15		43	43	21	53	27

Tableau VI-1 : Concentrations en NO₂ sur les sites de mesure de la RN2 de 2012 à 2016. En rouge, les moyennes annuelles supérieures à la valeur limite. En orange les moyennes annuelles supérieures au SES et sont surlignés en vert les sites qui ont dépassé le SES pendant au moins 3 années sur ces 5 années.

Les sites qui ont dépassé le seuil d'évaluation supérieur pendant au moins trois années sur ces 5 années de mesures sont les suivants :

- Sites 4 et 5 à la sortie de Fond Lahaye. Ces sites sont situés dans une montée, ce qui engendre une hausse des concentrations.

EVALUATION DES CONCENTRATIONS EN DIOXYDE D'AZOTE DANS LES ECOLES SITUÉES A PROXIMITÉ DES AXES ROUTIERS ET SUR LES PRINCIPAUX AXES ROUTIERS DANS LA ZONE DE LA CACEM



- Sites 9, 11, 13, 14 et 15 situés sur la portion de route entre la sortie Case Navire et l'échangeur de la Pointe des Nègres. Cette portion de route est généralement embouteillée aux heures de pointe



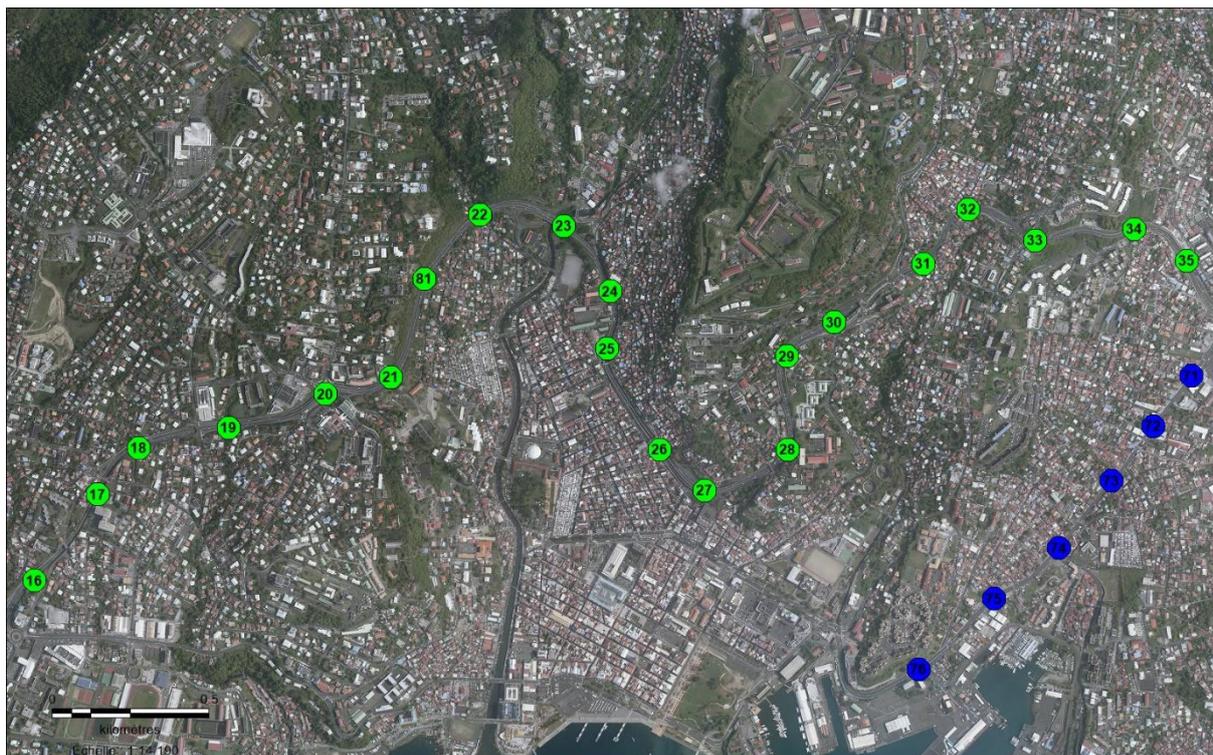
VI.3.1.2 La route départementale 41 – la Rocade

		Concentrations en NO ₂ (µg/m ³)				
Sites	Années	2016	2015	2014	2013	2012
	16		34	31		77
17		109	109		44	
18		28	44	35	63	57
19		13	76	50	66	20
20		33	52	44	44	61
21		24	25	23	53	94
22		60	66	71	17	128
23		28	40	28	31	47
24		20	50		43	
25		26	27	34	28	37
26		27	28	33	30	
27		29	48		37	
28		160	126	167	128	177
29		97	96		94	
30		53	37	42	75	68
31		33	38	30	47	37
32		31	63		54	
33		28	82		54	
34		67	48	102	19	105
35		34	43		12	
81		52			80	

Tableau VI-2 : Concentrations en NO₂ sur les sites de mesure de la Rocade de 2012 à 2016. En rouge, les moyennes annuelles supérieures à la valeur limite. En orange les moyennes annuelles supérieures au SES et sont surlignés en vert les sites qui ont dépassé le SES pendant au moins 3 années sur ces 5 années.

La moitié des sites de mesure sur la Rocade a dépassé le seuil d'évaluation supérieur durant au moins 3 années sur ces 5 années de mesure. Cet axe routier est traversé par plus de 80 000 véhicules par jour, et est fortement embouteillé aux heures de pointes.

EVALUATION DES CONCENTRATIONS EN DIOXYDE D'AZOTE DANS LES ECOLES SITUEES A PROXIMITE DES AXES ROUTIERS ET SUR LES PRINCIPAUX AXES ROUTIERS DANS LA ZONE DE LA CACEM



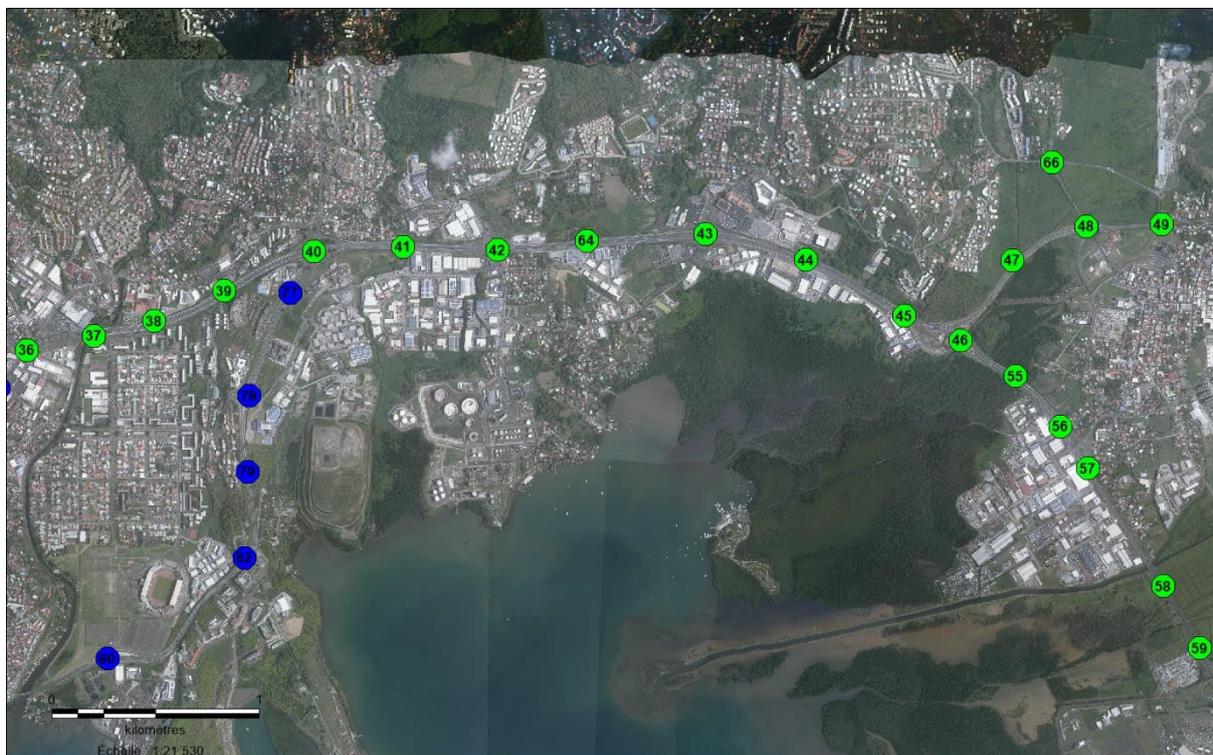
VI.3.1.3 L'autoroute – A1

		Concentrations en NO ₂ (µg/m ³)				
Sites	Années	2016	2015	2014	2013	2012
	36		30	41	35	43
37		17	20	20	38	12
38		40	47		55	
39		55	60	43	41	47
40		44	48	58	43	45
41		30	41	35	32	34
42		38	80	49	58	95
43		34	47	37	22	52
44		36	46		32	
45		36	49	24	45	51
46		41	45		27	
55		14	31	21	16	49
56		28	45	15	6	
57		48	47		35	42
58		26	36	31	23	13
59		11	42		27	
64		29	25		18	

Tableau VI-3 : Concentrations en NO₂ sur les sites de mesure de l'autoroute de 2012 à 2016. En rouge, les moyennes annuelles supérieures à la valeur limite. En orange les moyennes annuelles supérieures au SES et sont surlignés en vert les sites qui ont dépassé le SES pendant au moins 3 années sur ces 5 années.

Les sites qui ont dépassé le seuil d'évaluation supérieur pendant au moins trois années sur ces 5 années de mesures sont les suivants :

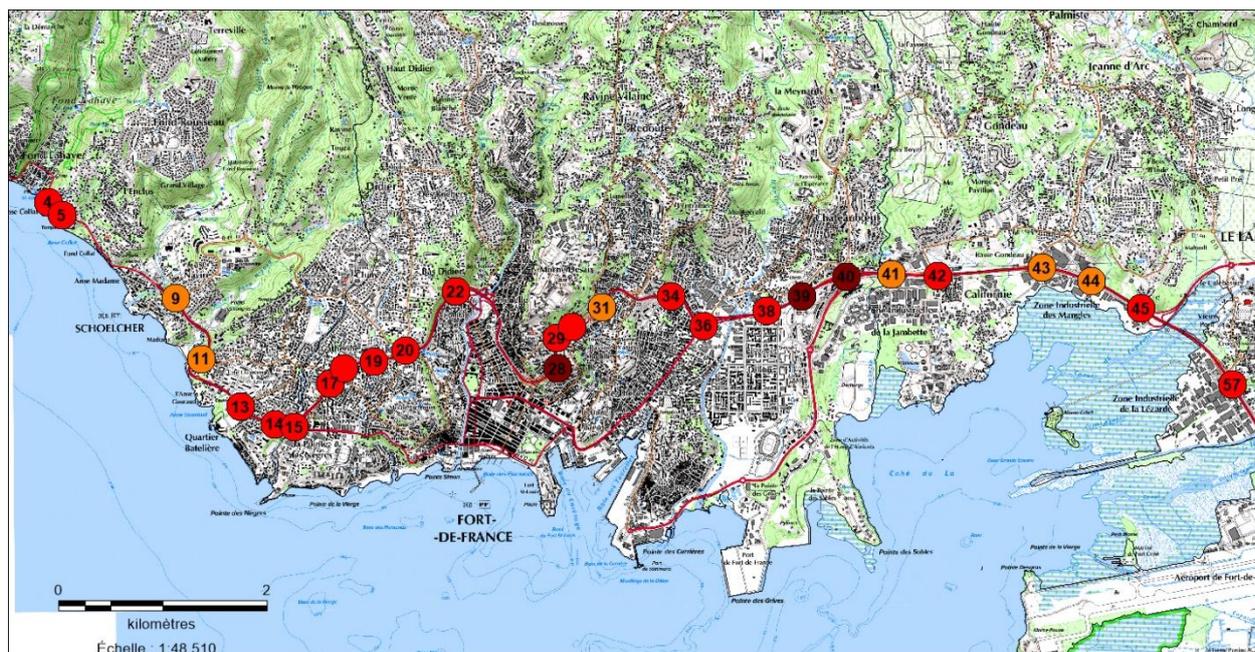
- Les sites 36 à 45, situés sur la portion d'autoroute entre les échangeurs Dillon et l'échangeur RN1 – Autoroute.
- Le site 57, est situé au niveau de la zone industrielle de La Lézarde.



VI.3.2 Zoom sur les zones à risque de dépasser les normes environnementales

Les zones qui dépassent la valeur limite et les zones qui présentent un risque élevé de dépasser la valeur limite annuelle pour une mesure effectuée en continu toute l'année sur le territoire de la CACEM sont représentées sur la cartographie suivante :

EVALUATION DES CONCENTRATIONS EN DIOXYDE D'AZOTE DANS LES ECOLES SITUEES A PROXIMITE DES AXES ROUTIERS ET SUR LES PRINCIPAUX AXES ROUTIERS DANS LA ZONE DE LA CACEM



Cartographie VI-2 : Localisation des sites qui dépassent ou présentent un risque de dépassement élevé. En orange, les sites qui ont dépassé le SES pendant au moins 3 années sur ces 5 années. En rouge, les sites qui ont dépassé la valeur limite pendant au moins 3 années sur ces 5 années et en carmin, les sites qui ont dépassé la valeur limite annuelle sur les 5 années.

On observe 3 sites de mesure qui ont dépassé la valeur limite annuelle sur les 5 dernières années :

- Le site 28, qui se trouve à proximité de l'entrée du tunnel de Concorde, en direction du Lamentin. Par ailleurs, Madinair dispose d'une station fixe de mesure de type « trafic » à l'entrée du tunnel, permettant la mesure en continu du NO₂.
- Les sites 39 et 40, situés au niveau de l'échangeur de Châteaubœuf.

On recense 18 sites qui ont dépassé la valeur limite pendant au moins 3 années sur les 5 dernières années :

- Principalement sur la rocade et l'autoroute
- Au niveau des zones industrielles Californie et La Lézarde
- Les sites 4 et 5, situés dans la montée, en sortie du bourg de Fond Lahaye, lieu d'embouteillages fréquents

6 sites ont dépassé le seuil d'évaluation supérieur pendant au moins 3 années sur les 5 dernières années. Ces sites sont positionnés le long des axes routiers.

Ainsi, une tendance se dessine, au regard des cinq dernières années, montrant un risque élevé de dépasser des normes environnementales en dioxyde d'azote le long de l'axe principal, traversant les communes de Schoelcher, Fort-de-France et Lamentin, de Fond Lahaye à la Lézarde.

VII. Conclusion

L'étude qui a été menée dans la zone de la CACEM a permis d'évaluer la quantité de dioxyde d'azote NO₂ dans l'air, par la mise en place de tubes passifs, sur différents sites, permettant 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 4 campagnes de 2 semaines représentant 14% du temps de l'année permettant d'estimer une moyenne annuelle. Les concentrations moyennes annuelles en NO₂, en 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, seuils utilisés pour définir le risque de dépassement des normes environnementales et ainsi, la stratégie de mesure à mettre en place dans ces zones.

La première partie de l'étude portait sur la qualité de l'air dans l'environnement des écoles situées à proximité des principaux axes routiers. 14 écoles et groupes scolaires ont été sélectionnés suivant la modélisation de la pollution automobile en dioxyde d'azote sur le territoire de la CACEM. Cette étude a permis d'identifier les zones les plus susceptibles d'être impactées par la pollution automobile et ainsi de sélectionner les établissements dans ces zones. Ainsi, sur les 14 établissements les plus susceptibles d'être impactés par la pollution automobile sur le territoire de la CACEM, des mesures du dioxyde d'azote ont été réalisées. Ces mesures ont ainsi l'objectif de spatialiser la pollution automobile à proximité des écoles et d'évaluer le risque d'y dépasser les normes environnementales.

Les résultats de cette étude ont pu montrer que dans l'environnement des écoles Amboise Palix à Saint Joseph, Gondeau A, Long Pré, Zobda Quitaman au Lamentin, Victor Hillon, Ravine Bouillé, Cardin Ermitage, groupe scolaire de Trénelle à Fort de France ainsi que les écoles d'Anse Madame, Batelière et Fond Lahaye à Schoelcher, le risque de dépasser la valeur limite pour la protection de la santé semble faible.

Cependant dans l'environnement des écoles Maitrise de la Cathédrale à Fort de France, Georges Gaspaldy de Bélème et Maurice Edouard de Belle-Etoile à Saint Joseph, le risque de dépasser la valeur limite pour la protection de la santé semble modéré. De plus, l'école de Châteaubœuf B, située à proximité de l'autoroute A1 à Fort-de-France a enregistré un dépassement de la valeur limite pour la protection de la santé, le long de l'axe autoroutier. Ainsi, certains sites présents dans l'environnement de ces établissements enregistrent un risque modéré à élevé de dépasser les normes environnementales en dioxyde d'azote. Dans ces établissements, des investigations complémentaires pourront être réalisées, permettant notamment l'amélioration des connaissances sur la qualité de l'air dans l'environnement ou l'enceinte de ces établissements. Ces mesures pourront renseigner le diagnostic de la qualité de l'air intérieur des établissements recevant du public conformément à la réglementation.

La deuxième partie de l'étude portait sur la qualité de l'air sur les principaux axes routiers. Les concentrations les plus élevées sont mesurées sur la Rocade et sur l'autoroute. La valeur limite annuelle pour la protection de la santé a été dépassée sur 16 sites positionnés le long des principaux axes routiers sur la période de mesure, ainsi le risque d'y dépasser cette valeur sur l'année est élevé.

Le site qui enregistre la concentration la plus élevée en NO₂ est situé à proximité de l'entrée du tunnel de Concorde en direction du Lamentin. A l'entrée de ce tunnel, Madininair possède une station de mesure de type « trafic » qui permet de mesurer le NO₂ en continu et de transmettre une information en temps réel du dépassement des normes environnementales.

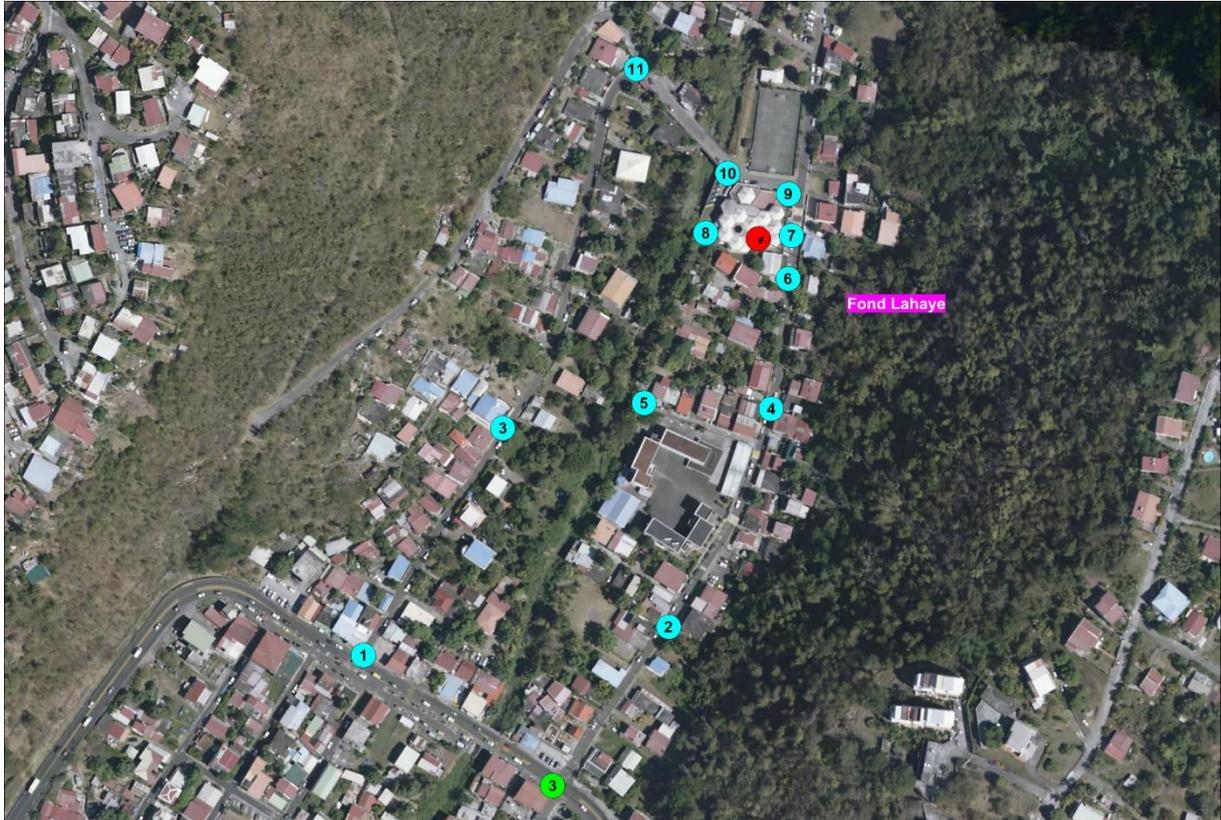
Sur les 5 dernières années de mesure, la majorité des sites situés sur les principaux axes routiers présente un risque élevé de dépasser la valeur limite pour la protection de la santé, 3 sites ont enregistré 5 dépassements de la valeur limite sur les 5 années de mesure. Le premier, situé à l'entrée du tunnel de Concorde et les deux autres localisés au niveau de l'échangeur de Châteaubœuf. Au regard de ces 5 dernières années, il a ainsi pu être observé un risque élevé de dépasser les normes environnementales en dioxyde d'azote le long de l'axe principal, traversant les communes de Schoelcher, Fort-de-France et Lamentin, de Fond Lahaye à la Lézarde.

Comme conventionné dans le programme AIR CACEM, une nouvelle évaluation du dioxyde d'azote sur les axes routiers sera réalisée en 2017 pour visualiser l'évolution de la pollution automobile de cette zone. En complément, une étude approfondie sur l'axe enregistrant le risque élevé de dépassement des normes environnementales pourrait être réalisée, avec notamment, une spatialisation plus fine des concentrations en dioxyde d'azote, permettant de visualiser la dispersion de la pollution à proximité de ces axes.

VIII. Annexes

VIII.1 Etablissements scolaires

VIII.1.1 Implantations des points



EVALUATION DES CONCENTRATIONS EN DIOXYDE D'AZOTE DANS LES ECOLES SITUEES A PROXIMITE DES AXES ROUTIERS ET SUR LES PRINCIPAUX AXES ROUTIERS DANS LA ZONE DE LA CACEM



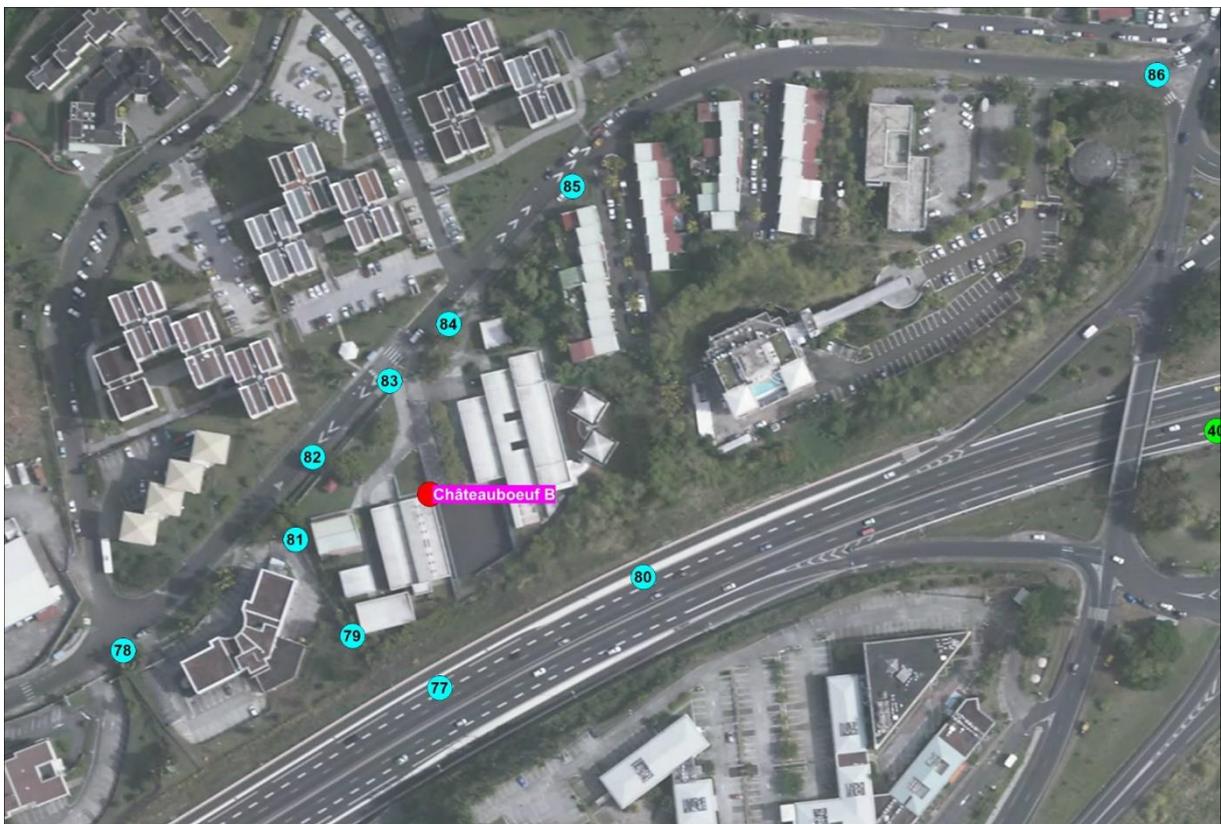
EVALUATION DES CONCENTRATIONS EN DIOXYDE D'AZOTE DANS LES ECOLES SITUEES A PROXIMITE DES AXES ROUTIERS ET SUR LES PRINCIPAUX AXES ROUTIERS DANS LA ZONE DE LA CACEM



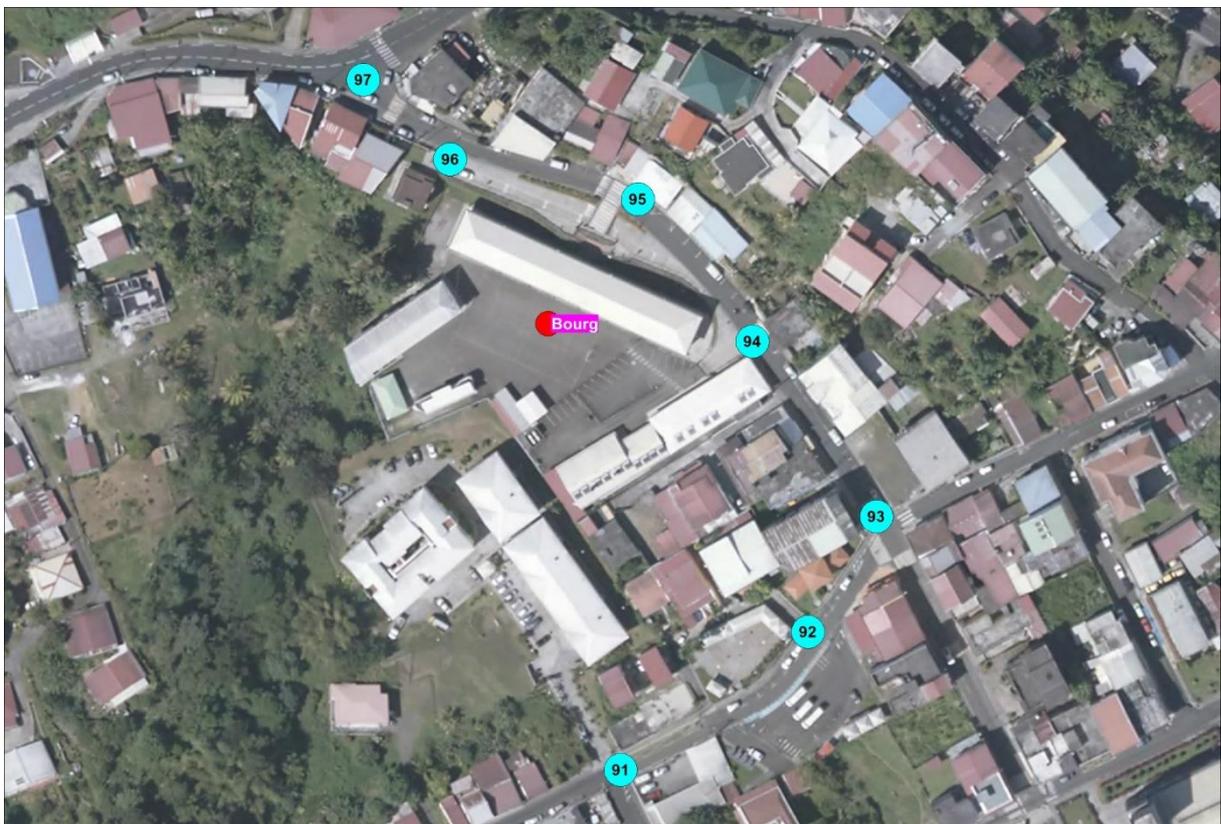
EVALUATION DES CONCENTRATIONS EN DIOXYDE D'AZOTE DANS LES ECOLES SITUÉES A PROXIMITÉ DES AXES ROUTIERS ET SUR LES PRINCIPAUX AXES ROUTIERS DANS LA ZONE DE LA CACEM



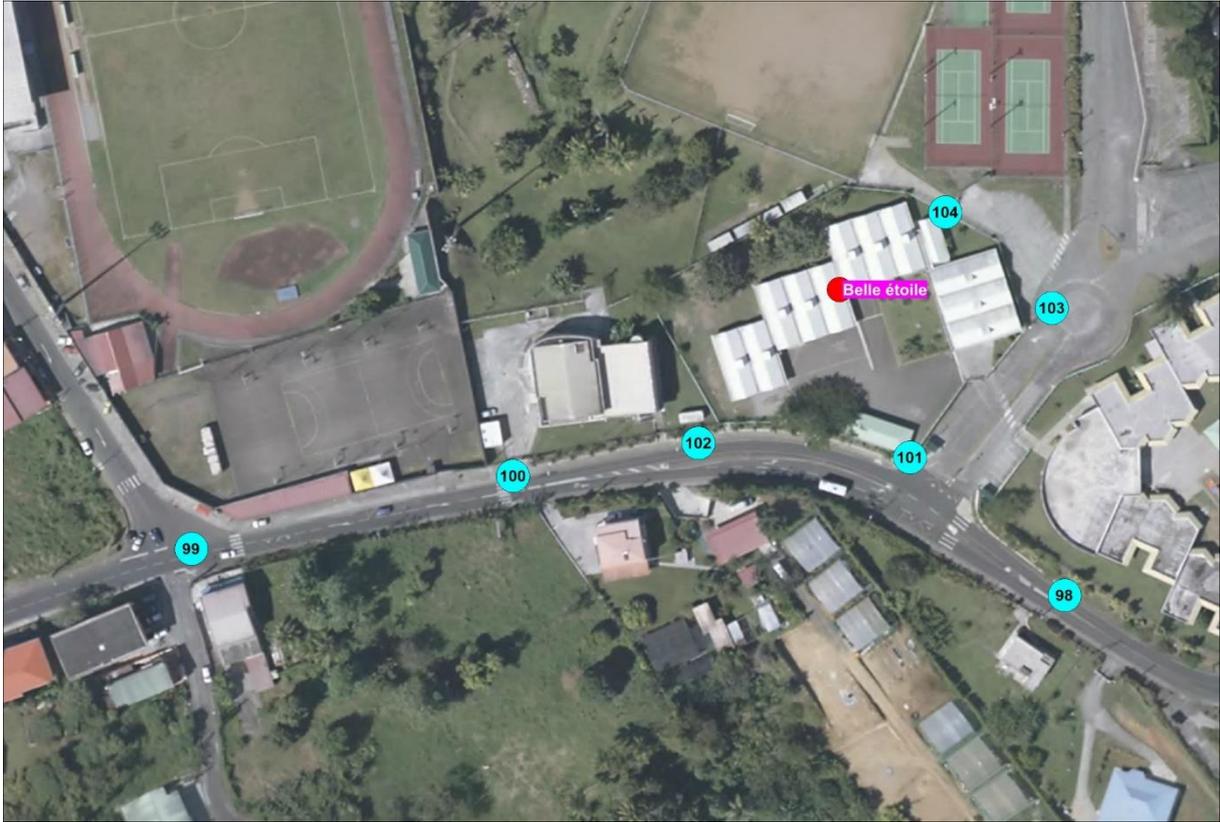
EVALUATION DES CONCENTRATIONS EN DIOXYDE D'AZOTE DANS LES ECOLES SITUEES A PROXIMITE DES AXES ROUTIERS ET SUR LES PRINCIPAUX AXES ROUTIERS DANS LA ZONE DE LA CACEM



EVALUATION DES CONCENTRATIONS EN DIOXYDE D'AZOTE DANS LES ECOLES SITUÉES A PROXIMITÉ DES AXES ROUTIERS ET SUR LES PRINCIPAUX AXES ROUTIERS DANS LA ZONE DE LA CACEM



EVALUATION DES CONCENTRATIONS EN DIOXYDE D'AZOTE DANS LES ECOLES SITUEES A PROXIMITE DES AXES ROUTIERS ET SUR LES PRINCIPAUX AXES ROUTIERS DANS LA ZONE DE LA CACEM



EVALUATION DES CONCENTRATIONS EN DIOXYDE D'AZOTE DANS LES ECOLES SITUEES A PROXIMITE DES AXES ROUTIERS ET SUR LES PRINCIPAUX AXES ROUTIERS DANS LA ZONE DE LA CACEM



EVALUATION DES CONCENTRATIONS EN DIOXYDE D'AZOTE DANS LES ECOLES SITUÉES A PROXIMITÉ DES AXES ROUTIERS ET SUR LES PRINCIPAUX AXES ROUTIERS DANS LA ZONE DE LA CACEM



VIII.1.2 Concentrations moyennes par points

ECOLE DE FOND LAHAYE		ECOLE ANSE MADAME		ECOLE BATELIERE	
Numéro	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numéro	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numéro	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	15	12	7	23	11
2	5	13	8	24	10
3	3	14	8	25	15
4	2	15	3	26	14
5	2	16	3	27	8
6	3	17	4	28	13
7	3	18	3	29	7
8	2	19	3	30	7
9	3	20	4	31	9
10	2	21	3	32	8
11	3	22	4		

EVALUATION DES CONCENTRATIONS EN DIOXYDE D'AZOTE DANS LES ECOLES SITUEES A PROXIMITE DES AXES ROUTIERS ET SUR LES PRINCIPAUX AXES ROUTIERS DANS LA ZONE DE LA CACEM

ECOLE MAITRISE DE LA CATHEDRALE		ECOLE DE TRENELLE		ECOLE CARDIN ERMITAGE	
Numéro	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numéro	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numéro	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
33	17	41	10	49	12
34	8	42	9	50	15
35	10	43	8	51	17
37	16	44	13	52	14
38	13	45	14	53	15
39	9	46	10	54	14
40	18	47	8	55	19
57	12	48	11	56	22
58	28				

ECOLE RAVINE BOUILLE		ECOLE VICTOR HILLON		ECOLE CHATEAUBOEUF B	
Numéro	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numéro	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numéro	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
59	10	68	7	77	33
60	10	69	11	78	14
61	9	70	10	80	59
62	9	71	13	82	7
63	9	72	11	83	11
64	9	73	10	84	14
65	12	74	12	85	14
66	13	76	22	86	23
67	18				

EVALUATION DES CONCENTRATIONS EN DIOXYDE D'AZOTE DANS LES ECOLES SITUEES A PROXIMITE DES AXES ROUTIERS ET SUR LES PRINCIPAUX AXES ROUTIERS DANS LA ZONE DE LA CACEM

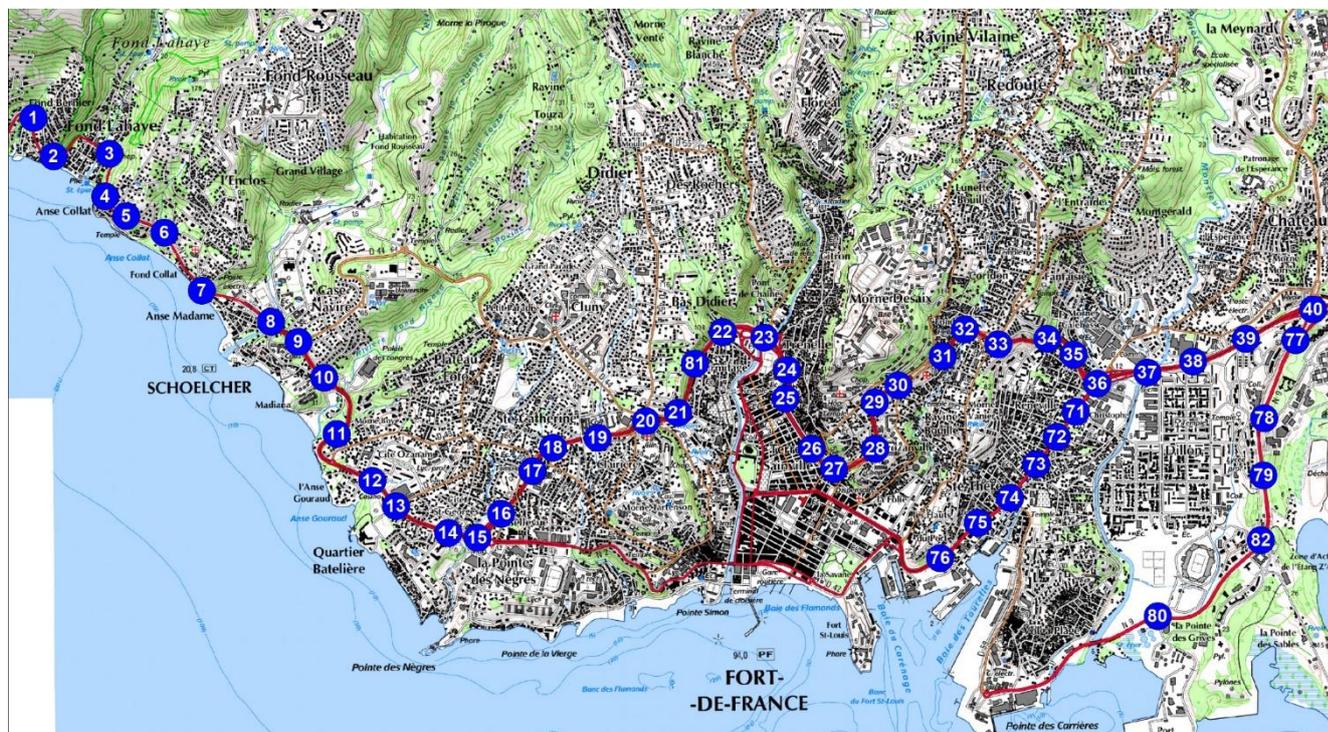
ECOLE AMBROISE PALIX		ECOLE HENRI MAURICE		ECOLE MARCEAU EDOUARD	
Numéro	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numéro	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numéro	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
87	17	91	4	98	11
88	11	94	10	99	12
89	4	95	4	100	27
90	4	96	8	101	9
		97	10	102	17
				103	3
				104	2

ECOLE GONDEAU A		ECOLE LONG PRE		ECOLE GEORGES GASPALDY	
Numéro	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numéro	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numéro	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
105	4	115	9	123	14
106	12	116	5	124	3
107	10	117	5	125	27
108	7	118	4	126	3
109	7	119	19	127	18
110	7	120	22	128	14
111	3	121	10		
112	4	122	11		
113	4				
114	2				

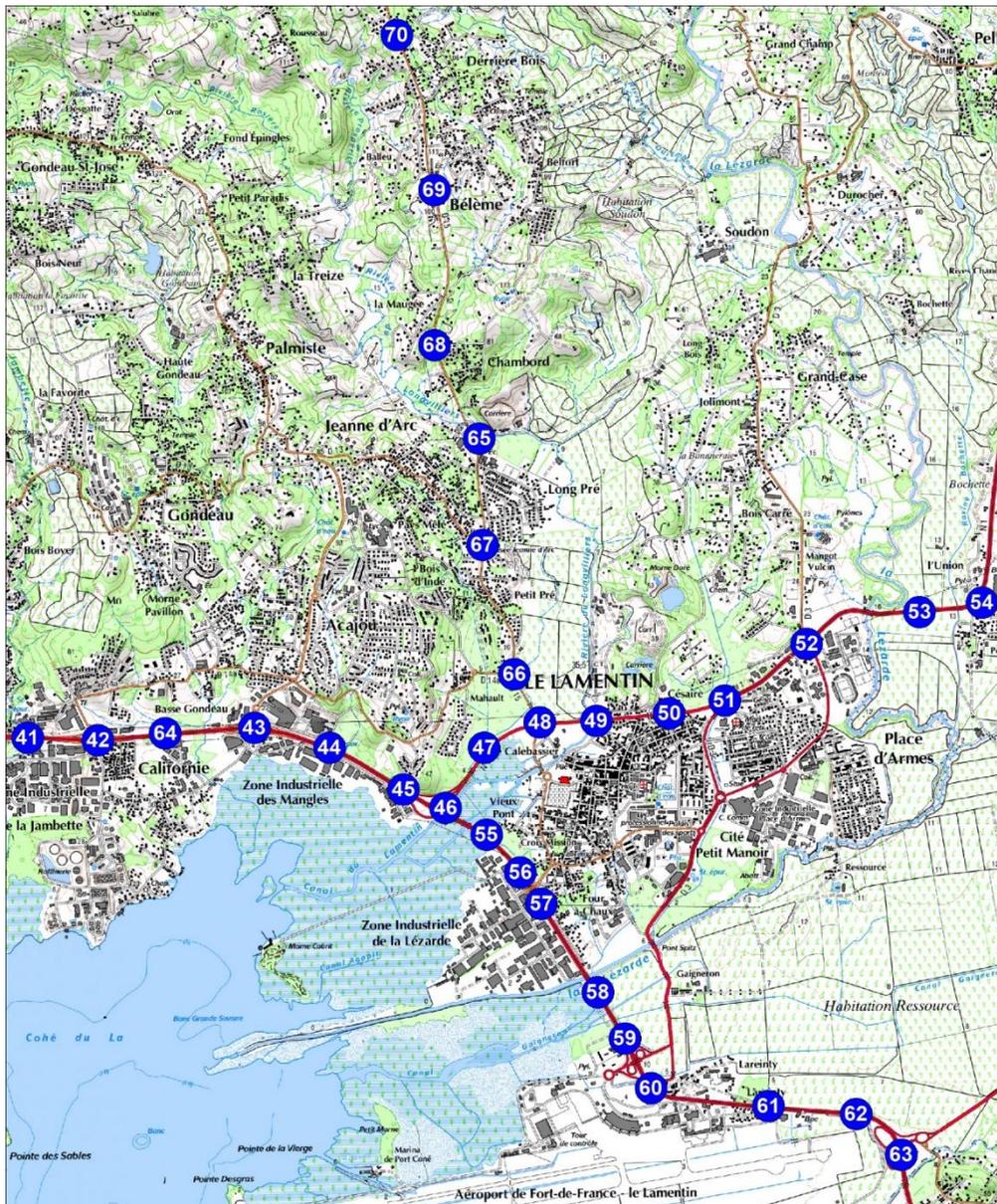
ECOLES ZOBDA QUITMAN A, B ET C	
Numéro	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
129	7
130	8
131	8
132	8
133	10
134	8
135	6
136	18
137	14
138	12
139	21

VIII.2 Les axes routiers

VIII.2.1 Implantations des points



EVALUATION DES CONCENTRATIONS EN DIOXYDE D'AZOTE DANS LES ECOLES SITUÉES A PROXIMITÉ DES AXES ROUTIERS ET SUR LES PRINCIPAUX AXES ROUTIERS DANS LA ZONE DE LA CACEM



VIII.2.2 Concentrations moyennes par points

AXES ROUTIERS					
Numéro	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numéro	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Numéro	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	11	29	97	57	48
2	21	30	53	58	26
3	13	31	33	59	11
4	33	32	31	60	22
5	46	33	28	61	19
6	14	34	67	62	27
7	20	35	34	63	19
8	6	36	30	64	29
9	34	37	17	65	15
10	21	38	40	66	17
11	38	39	55	67	7
12	22	40	44	68	21
13	46	41	30	69	26
14	33	42	38	70	11
15	43	43	34	71	18
16	34	44	36	72	12
17	109	45	36	73	17
18	28	46	41	74	16
19	13	47	22	75	26
20	33	48	29	76	19
21	24	49	36	77	10
22	60	50	35	78	19
23	28	51	18	79	6
24	20	52	43	80	9
25	26	53	8	81	52
26	27	54	13	82	10
27	29	55	14		
28	160	56	28		