



# ÉVALUATION DE LA POPULATION IMPACTÉE PAR LA POLLUTION AUTOMOBILE ET INDUSTRIELLE

**Quartiers de Volga-Plage  
et Dillon, Fort-de-France**

**ANNÉE 2016**



Parution : mai 2017  
Rédacteur : S. SOTO  
Ref : 05/17/MODELCACEM2016

# Evaluation de la population impactée par la pollution automobile et industrielle

## Quartiers de Volga-Plage et Dillon

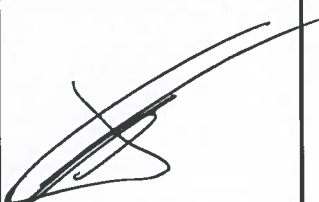

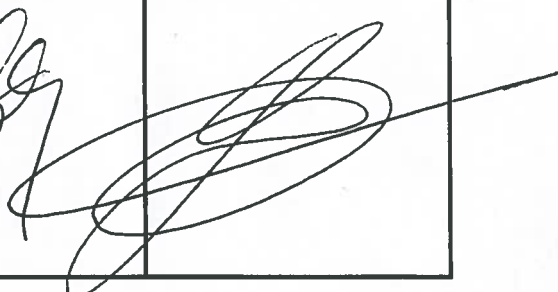
Programme Air CACEM

2017

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	S. SOTO	C. BOULLANGER	S. GANDAR
Qualité	Ingénieur d'études	Responsable études	Directeur
Visa			

# Sommaire

I.	Présentation de l'étude .....	2
II.	Contexte de l'étude.....	3
II.1	Les polluants .....	3
II.1.1	Les oxydes d'azote : NO <sub>x</sub> (NO, NO <sub>2</sub> ) .....	3
II.1.2	Les particules en suspension : PM10.....	5
II.1.3	Le dioxyde de soufre : SO <sub>2</sub> .....	7
II.2	La Zone d'étude .....	9
II.2.1	Les quartiers de Volga-Plage et Dillon.....	10
II.2.2	Les sources principales de pollution atmosphérique de la zone.....	10
II.3	Outil de dispersion atmosphérique : ADMS-Urban .....	12
II.3.1	Le modèle ADMS-Urban.....	12
II.3.2	Paramètres météorologiques : Vitesse et Direction du vent .....	12
II.4	Outil d'estimation des populations.....	13
III.	Impact moyen de la pollution atmosphérique.....	14
III.1	Dioxyde d'azote NO <sub>2</sub> .....	14
III.1.1	Concentrations annuelles.....	14
III.1.2	Population impactée .....	16
III.2	Particules fines PM10 .....	18
III.2.1	Concentrations annuelles.....	18
III.2.2	Population impactée .....	19
III.3	Dioxyde de soufre SO <sub>2</sub> .....	21
III.3.1	Concentrations annuelles.....	21
III.3.2	Population impactée .....	22
IV.	Impact des paramètres météorologiques sur les concentrations et les populations exposées.....	23
IV.1	Impact de la direction du vent.....	23
IV.2	Impact de la vitesse du vent.....	30
IV.3	Modélisation de l'impact des configurations de concentrations maximales .....	34
V.	Conclusion.....	40
	Table des illustrations.....	42
	Glossaire .....	43
	Unités .....	43
	ANNEXES.....	44

## I. Présentation de l'étude

La CACEM (Communauté d'Agglomération du Centre de la Martinique) regroupe les communes de Fort-de-France, Le Lamentin, Schœlcher et Saint-Joseph.

Avec environ 165 000 habitants, ces quatre communes représentent 42% de la population de la Martinique.

Sur le plan économique, les communes de la CACEM concentrent 70% des surfaces économiques et les  $\frac{3}{4}$  des emplois de l'île.

Le centre est donc le cœur démographique, économique et industriel de la Martinique. Et si son attractivité ne se dément pas au fil des années, ce statut de centre névralgique de la région entraîne son lot de problématiques environnementales.

Les activités économiques et les déplacements quotidiens de la population génèrent des flux automobiles importants concentrés dans une zone restreinte. En conséquence, les axes principaux sont régulièrement surchargés aux heures de pointe. La zone abrite également la plupart des industries lourdes de Martinique ainsi que deux plateformes de transports : le Port de Fort-de-France et l'Aéroport Aimé Césaire.

La population de la CACEM est donc potentiellement plus exposée à la pollution atmosphérique que le reste de la population martiniquaise.

En particulier, ont été identifiés les quartiers de Dillon et Volga-Plage, à Fort-de-France. Ceux-ci sont situés à proximité de plusieurs sources de pollution de différents types : routières, industrielles et maritimes. Ils sont donc particulièrement susceptibles de connaître des niveaux importants de polluants.

Le but de cette étude est d'estimer de quelle manière la pollution de l'air impacte les populations dans ces quartiers.

En utilisant ses outils d'estimation des rejets et de modélisation, Madininair a calculé les concentrations de 3 polluants atmosphériques potentiellement les plus susceptibles d'être émis sur la zone, afin de quantifier le nombre d'habitants exposés et d'identifier les écoles et groupes scolaires potentiellement concernés. L'influence de paramètres météorologiques a également été étudiée afin de rendre compte notamment de phénomènes ponctuels impactant la dispersion des polluants.

Le contexte de l'étude et les outils utilisés seront détaillés au chapitre II. Le chapitre III décrit les concentrations moyennes annuelles calculées dans la zone d'étude et les populations potentiellement exposées à des dépassements des normes environnementales.

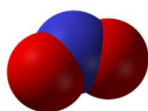
Dans le chapitre IV, sont étudiées les influences de la direction et de la vitesse du vent sur la dispersion des polluants et donc sur les concentrations impactant les habitants de manière plus ponctuelle. Un cas particulier est simulé, montrant les populations impactées en cas de conditions météorologiques entraînant des concentrations importantes.

## II. Contexte de l'étude

### II.1 Les polluants

#### II.1.1 Les oxydes d'azote : NO<sub>x</sub> (NO, NO<sub>2</sub>)

##### II.1.1.1 Origine



Le monoxyde d'azote NO et le dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> sont émis lors des phénomènes de combustion. Le NO<sub>2</sub> est issu de la réaction de l'azote et de l'oxygène de l'air qui a lieu à haute température dans les moteurs et les installations de combustion.

##### II.1.1.2 Effet sur la santé et l'environnement

C'est un gaz irritant qui pénètre dans les fines ramifications des voies respiratoires, entraînant une hyper réactivité bronchique chez les patients asthmatiques et un accroissement de la sensibilité des bronches aux infections chez l'enfant.

Les NO<sub>x</sub> participent aux phénomènes des pluies acides, à la formation de l'ozone troposphérique, dont ils sont l'un des précurseurs, à l'atteinte de la couche d'ozone stratosphérique et à l'effet de serre.

##### II.1.1.3 Normes environnementales

Le décret 2010-1250 du 21/10/10 définit les normes environnementales du NO<sub>2</sub>.

Période de base	Intitulé de la norme (Décret n°2010-1250 du 21/10/10)	Valeur de la norme NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
Horaire (santé)	Valeur Limite horaire	<b>200</b> (18 dépassements autorisés par an)
	Seuil d'information et de recommandation	<b>200</b>
	Seuil d'alerte	<b>400</b> (sur 3 heures consécutives) <b>200</b> (si dépassement J, J-1 et J+1)
Année (santé)	Valeur Limite annuelle	<b>40</b>
	Objectif de qualité	<b>40</b>

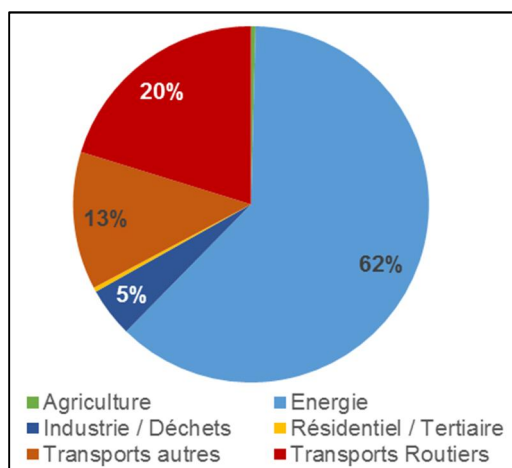
#### II.1.1.4 Evaluation du risque de dépassement des normes environnementales en NO<sub>2</sub>

La directive européenne 2008/50/CE définit des seuils d'évaluation inférieur et supérieur permettant d'évaluer le risque de dépassement des normes environnementales et ainsi de définir la stratégie de surveillance à mettre en place.

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur du seuil NO2 (µg/m3)
Année (santé)	Seuil d'évaluation supérieur	32
	Seuil d'évaluation inférieur	26
Horaire (santé)	Seuil d'évaluation supérieur	140 (18 dépassements autorisés par an)
	Seuil d'évaluation inférieur	100 (18 dépassements autorisés par an)

#### II.1.1.5 Emissions sur le territoire de la CACEM

Les chiffres d'émissions proviennent de l'inventaire des émissions de polluants atmosphériques et gaz à effet de serre élaboré chaque année par Madininair. Les résultats ci-dessous sont les estimations pour la CACEM, regroupées en grands secteurs d'activités. Elles sont issues de l'Inventaire 2016, qui recense les émissions de l'année 2014.



Sur le territoire de la CACEM, le secteur de l'énergie domine les rejets d'oxydes d'azote avec 3540 tonnes en 2014, soit 62%. La production d'électricité et le raffinage du pétrole sont les principaux émetteurs de ce secteur.

Le transport routier contribue à hauteur de 20% aux émissions de NO<sub>x</sub> sur la CACEM. Les véhicules particuliers produisent 470 tonnes alors que les poids lourds émettent 282 tonnes en 2014.


Les activités portuaires représentent quant à elles 578 tonnes de NO<sub>x</sub>. L'aéroport Aimé

Césaire a émis 138 tonnes en 2014.

Les 5 718 tonnes de NO<sub>x</sub> rejetées sur le territoire de la CACEM représentent 61% du total martiniquais.

## II.1.2 Les particules en suspension : PM10

### II.1.2.1 Origine



Ce sont les poussières dont le diamètre est inférieur à 10 µm et qui restent en suspension dans l'air. Les particules ou poussières en suspension liées à l'activité humaine proviennent majoritairement de la combustion des combustibles fossiles, du transport automobile et d'activités industrielles très diverses (carrières, incinération, cimenteries...). Leur taille et leur composition sont très variables.

A cette part, il convient de rajouter les particules provenant de sources naturelles, telles que celles issues des brumes de sable désertiques, plus présentes lors de la période Février-Octobre.

### II.1.2.2 Effet sur la santé et l'environnement

Les plus grosses particules sont retenues par les voies respiratoires supérieures. Elles sont donc moins nocives pour la santé que les particules plus fines (2,5 µm de diamètre) qui pénètrent plus profondément dans l'organisme ; elles irritent alors les voies respiratoires inférieures et altèrent la fonction respiratoire dans l'ensemble. Certaines, selon leur nature, ont également des propriétés mutagènes et cancérigènes.

Les effets de salissure des bâtiments et des monuments sont les atteintes à l'environnement les plus évidentes.

### II.1.2.3 Normes environnementales

Le décret 2010-1250 du 21/10/10 définit les normes environnementales pour les particules fines PM10.

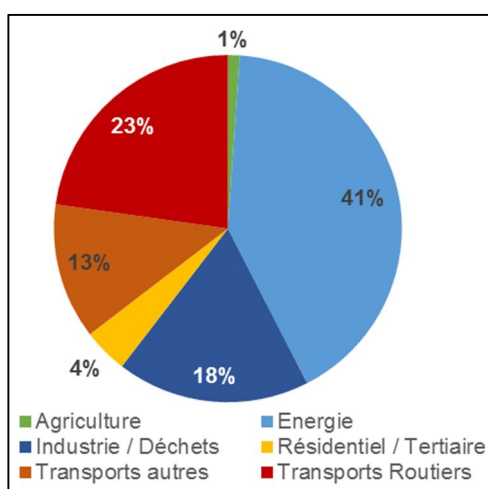
Période de base	Intitulé de la norme (Décret n°2010-1250 du 21/10/10)	Valeur de la norme PM10 (µg/m <sup>3</sup> )
Journalier (santé)	Valeur Limite journalière	50 (35 dépassements autorisés)
	Seuil d'information et de recommandation	50
	Seuil d'alerte	80
Année (santé)	Valeur Limite annuelle	40
	Objectif de qualité annuel	30

### II.1.2.1 Evaluation du risque de dépassement des normes environnementales en PM10

La directive européenne 2008/50/CE définit des seuils d'évaluation inférieur et supérieur permettant d'évaluer le risque de dépassement des normes environnementales et ainsi de définir la stratégie de surveillance à mettre en place.

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur du seuil PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Journalier (santé)	Seuil d'évaluation supérieur	<b>35</b> (35 dépassements autorisés par an)
	Seuil d'évaluation inférieur	<b>25</b> (35 dépassements autorisés par an)
Année (santé)	Seuil d'évaluation supérieur	<b>28</b>
	Seuil d'évaluation inférieur	<b>20</b>

### II.1.2.2 Emissions sur le territoire de la CACEM



Le secteur énergétique est le principal contributeur de particules dans la CACEM, avec 41%. La production d'électricité est responsable de la majeure partie des 96 tonnes de PM<sub>10</sub> rejetées par ce secteur.

La quantité de particules fines (PM<sub>10</sub>) émise par le transport routier est de 105 tonnes en 2014, soit 23% des rejets de la CACEM. Les véhicules particuliers et utilitaires diesel sont les principaux contributeurs de ce secteur : respectivement 42 et 21 tonnes rejetés annuellement. Les poids lourds émettent 12 tonnes de PM<sub>10</sub> en une année.

De nombreuses activités contribuent aux 83 tonnes de particules fines émises par le secteur industriel (18%). Parmi elles, les travaux de construction et la fabrication et conditionnement des matériaux (bois et ciment notamment).

Le transport maritime du Port de Fort-de-France est responsable du rejet de 54 tonnes de particules fines en 2014, issues de la combustion de fioul dans les moteurs des navires de transport de marchandises et de passagers.

Avec 460 tonnes de PM<sub>10</sub> rejetées en 2014, les activités du territoire de la CACEM sont responsables de 50% des émissions régionales de ce polluant.



## II.1.3 Le dioxyde de soufre : SO<sub>2</sub>

### II.1.3.1 Origine



Ce gaz provient de la combinaison du soufre, contenu dans les combustibles fossiles (charbon, fuel, gazole...), avec l'oxygène de l'air lors de leur combustion.

Les sources principales sont les centrales thermiques et les installations de combustion industrielles.

### II.1.3.2 Effet sur la santé

C'est un gaz irritant qui agit souvent en synergie avec d'autres substances, notamment avec les fines particules. Il provoque une altération de la fonction pulmonaire chez les enfants et une exacerbation des symptômes respiratoires aigus chez l'adulte (toux, gêne respiratoire...). Les personnes asthmatiques y sont particulièrement sensibles. Comme tous les polluants, ses effets sont amplifiés par le tabagisme.

### II.1.3.3 Normes environnementales

Le décret 2010-1250 du 21/10/10 définit les normes environnementales du SO<sub>2</sub>.

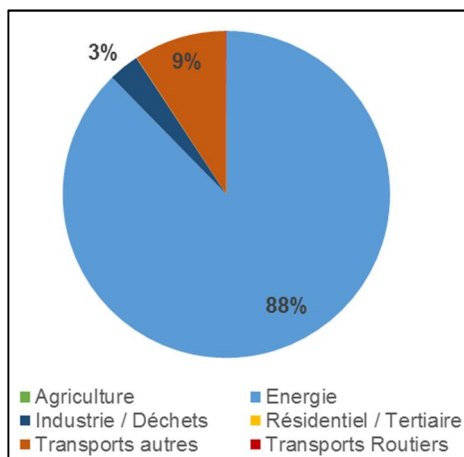
Période de base	Intitulé de la norme (Décret n°2010-1250 du 21/10/10)	Valeur de la norme SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
Horaire (santé)	Valeur Limite journalière	<b>350</b> (24 dépassements autorisés par an)
	Seuil d'information et de recommandation	<b>300</b>
	Seuil d'alerte	<b>500</b>
Journalier (santé)	Valeur Limite journalière	<b>125</b> (3 dépassements autorisés par an)
Année (santé)	Objectif de qualité annuel	<b>50</b>

### II.1.3.1 Evaluation du risque de dépassement des normes environnementales en SO<sub>2</sub>

La directive européenne 2008/50/CE définit des seuils d'évaluation inférieur et supérieur permettant d'évaluer le risque de dépassement des normes environnementales et ainsi de définir la stratégie de surveillance à mettre en place.

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur du seuil SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
Journalier (santé)	Seuil d'évaluation supérieur	<b>75</b> (3 dépassements autorisés par an)
	Seuil d'évaluation inférieur	<b>50</b> (3 dépassements autorisés par an)

### II.1.3.2 Emissions sur le territoire de la CACEM



La majeure partie du SO<sub>2</sub> émis sur le territoire de la CACEM provient du secteur Energétique : 2 668 tonnes en 2014, soit 88%. La production d'électricité et le raffinage du pétrole sont les activités émettrices de ce polluant.

Le trafic maritime a rejeté 272 tonnes de SO<sub>2</sub>, soit près de 9% des émissions de la zone CACEM. L'utilisation de combustible soufré dans les moteurs des navires est responsable de ces rejets.

Les rejets industriels, 93 tonnes, soit 3% sont dus aux activités de combustion, notamment dans la construction et les matériaux.

Avec 3 000 tonnes en 2014, le territoire de la CACEM représente 51% des rejets martiniquais de SO<sub>2</sub>

## II.2 La Zone d'étude

Pour cette étude, les résultats seront focalisés sur une zone de Fort-de-France regroupant les quartiers de Dillon et Volga-Plage. La zone concernée est délimitée au Nord par l'autoroute A1, à l'est par le Boulevard Maurice Bishop et à l'est au Sud par la RN9.



Figure 1 Zone d'étude et sources principales de pollution atmosphérique

## II.2.1 Les quartiers de Volga-Plage et Dillon



### • Dillon

Situé à l'est du centre-ville de Fort-de-France, le quartier Dillon est délimité à l'ouest par la rivière Monsieur, au nord par l'autoroute A1 et au sud et à l'est par la RN 9.

Avec près de 7000 habitants, le quartier Dillon est une ville dans la ville où immeubles d'habitation et maisons individuelles côtoient commerces et entreprises. Plusieurs écoles primaires, maternelles et collège accueillent les quelques 2000 enfants résidant dans le quartier.



### • Volga-Plage

Situé au sud-ouest de Dillon, à Fort-de-France, Volga-Plage est un quartier populaire peuplé par environ 4500 habitants.

Le quartier est délimité par la RN9, le port et les zones industrielles à l'est et au sud et est bordé par la rivière Monsieur à l'ouest. Caractérisé par un habitat individuel humble et parfois délabré, Volga-Plage bénéficie d'une population dense mais globalement jeune.

Les quartiers de Dillon et Volga-Plage ne sont pas le siège d'une activité polluante importante : les véhicules particuliers et les bus de ville sont les seules sources locales notables de pollution au sein du quartier.

Néanmoins, de par leur situation géographique, ces quartiers se trouvent à proximité d'installations et de routes particulièrement émettrices de polluants atmosphériques.

## II.2.2 Les sources principales de pollution atmosphérique de la zone

### II.2.2.1 Les sources industrielles

La centrale thermique de Pointe des Carrières est un des principaux émetteurs industriels de l'île. En 2014, les rejets s'élèvent 1945 tonnes de SO<sub>2</sub>, 3179 tonnes de NO<sub>x</sub> et 182 tonnes de PM<sub>10</sub>.

A l'est du quartier, l'incinérateur de déchets ménagers (UIOM-Unité d'Incinération des Ordures Ménagères) a rejeté en 2014 73 tonnes d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), 885 kg de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) et 285 kg de particules fines PM<sub>10</sub>.

Plus à l'écart, mais régulièrement dans l'axe des vents dominants, la raffinerie de la Martinique est également une source de pollution notable, avec en 2014 291 tonnes de NO<sub>x</sub>, 721 tonnes de SO<sub>2</sub> et 7 tonnes de PM<sub>10</sub>.

Les autres activités industrielles de la pointe des Grives et de la Pointe des carrières (cimenterie, centrale d'enrobé...), bien que générant des émissions moindres, sont également des sources non négligeables de pollution dans le secteur.

#### II.2.2.2 Les transports

Bordant le quartier Dillon au nord, l'autoroute A1 est l'axe le plus emprunté de Martinique : près de 120 000 véhicules y circulent en moyenne chaque jour. Ces véhicules sont responsables du rejet de 245 tonnes de NO<sub>x</sub>, 492 kg de SO<sub>2</sub> et 18 tonnes de PM<sub>10</sub> ce qui en fait le tronçon le plus émetteur de Martinique.

Délimitant la zone de Dillon à l'est, la RN 9 est également un axe majeur de l'île, avec 34 000 véhicules par jour ce qui représente annuellement 50 tonnes de NO<sub>x</sub>, 98 kg de SO<sub>2</sub> et 4 tonnes de PM<sub>10</sub>.

Les activités maritimes du port de Fort-de-France ont rejeté, en 2014, 578 tonnes de NO<sub>x</sub>, 272 tonnes de SO<sub>2</sub> et 54 tonnes de PM<sub>10</sub>. Sont comptabilisés le trafic maritime de passagers, de marchandises et de carburants.

## II.3 Outil de dispersion atmosphérique : ADMS-Urban

### II.3.1 Le modèle ADMS-Urban

Depuis 2013, Madininair utilise le système ADMS-Urban pour ses études de dispersion de la pollution atmosphérique et d'estimation des populations impactées.

ADMS-Urban dans sa version 4.0 permet de prendre en compte la dispersion simultanée de plusieurs polluants (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, COV, particules...) émis par plus de 7500 sources différentes telles que :

- ✓ les routes et les trafics associés (jusqu'à 150 000 brins peuvent être considérés) ;
- ✓ les sources industrielles ponctuelles ;
- ✓ les sources diffuses (modélisées sous la forme de volumes ou de surfaces).

Une description plus détaillée du modèle ADMS-Urban et des paramètres entrant en compte dans les calculs de dispersion est disponible en Annexe.

### II.3.2 Paramètres météorologiques : Vitesse et Direction du vent

Les paramètres météorologiques ont une importance primordiale sur la manière dont les polluants vont se disperser à l'émission. En particulier, la vitesse et la direction du vent ont un impact direct sur le déplacement de la pollution et ses concentrations au niveau du sol.

Pour cette étude, ont été utilisées les données météorologiques de la station « Lamentin-Aéroport » de Météo-France située à environ 5 km de la zone d'étude, sur le site de l'aéroport international Aimé Césaire. Ce choix s'explique par l'absence de bâtiments importants et de relief prononcé entre la station météo et la zone d'étude. A défaut de station météo strictement dans la zone d'étude, on estimera que les paramètres météo sont les mêmes que sur le site de l'aéroport.

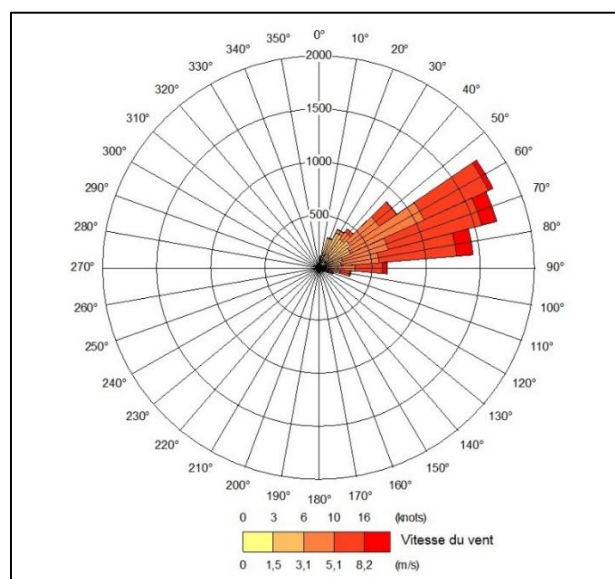


Figure 2 Rose des vents à la station Météo Lamentin-Aéroport- source Météo-France

## II.4 Outil d'estimation des populations

En plus des données de recensement au niveau de la commune et l'IRIS publiées par l'INSEE, Madinair dispose d'une base de données de population estimée au niveau des bâtiments.

Cette couche spatialisée est fournie aux associations de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) par le coordinateur technique, LCSQA/INERIS, et est constituée selon la méthodologie nationale MAJIC.

Les fichiers MAJIC (fournis à l'INERIS par la Direction Générale des Finances Publiques) référencent toutes les parcelles cadastrales et les locaux associés. Ils contiennent de nombreuses informations sur le bâti (usage des locaux, surfaces, type d'habitat...).

La méthodologie MAJIC consiste à spatialiser la population INSEE sur les bâtiments de la BD Topo à partir d'informations des fichiers MAJIC.

L'INERIS livre aux AASQA les fichiers géo-référencés et anonymisés donnant une estimation du nombre d'habitants par bâtiment sur la totalité du territoire.

L'utilisation de cette base de données permet une analyse fine du nombre de personnes vivant dans une zone potentiellement restreinte (par exemple : à proximité immédiate d'une industrie ou d'un axe routier majeur).

Les populations exposées à des risques de dépassement pour les polluants pris en compte dans cette étude seront estimées.

La présence d'écoles et groupes scolaires est déterminée grâce à la BD TOPO 2014 de l'IGN.

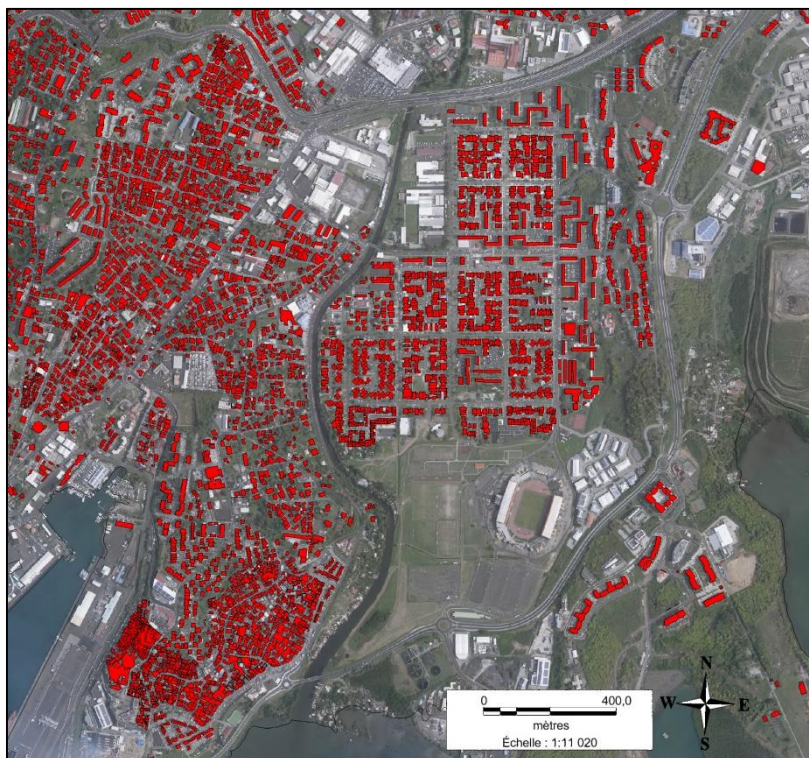


Figure 3 Bâti habité (en rouge)

### III. Impact moyen de la pollution atmosphérique

L'outil ADMS-Urban a été utilisé pour simuler les concentrations moyennes annuelles pour les trois polluants principalement émis dans la zone d'étude.

Ce chapitre identifie les zones à risques de dépassement des normes environnementales et quantifie les populations potentiellement exposées.

Les résultats ci-dessous sont des estimations des concentrations moyennes annuelles.

#### III.1 Dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>

##### III.1.1 Concentrations annuelles

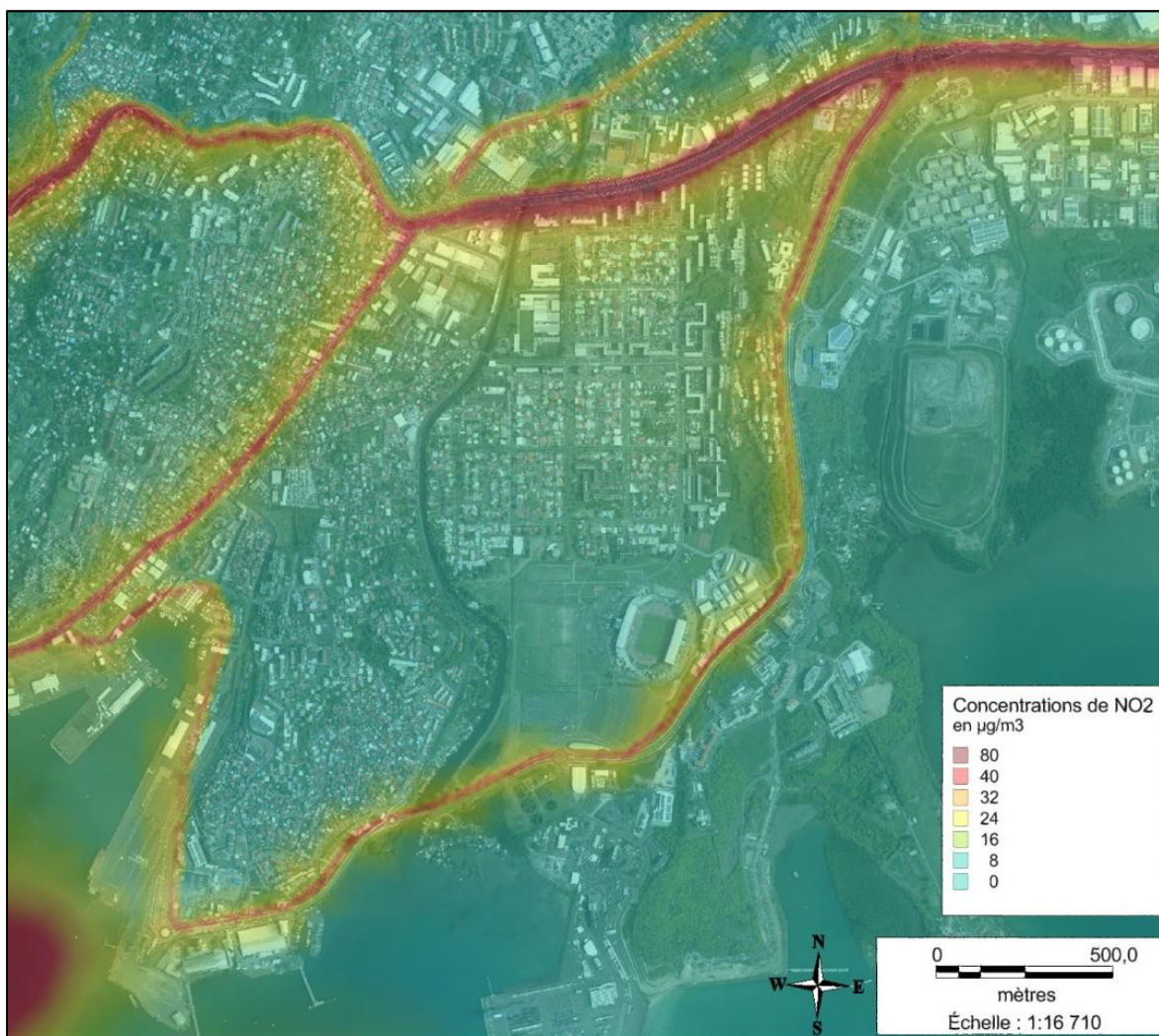


Figure 4 Concentrations annuelles de NO<sub>2</sub> (Fond IGN-BD ORTHO2010)

Les concentrations moyennes annuelles les plus importantes se retrouvent à proximité des axes routiers principaux. En particulier le long de l'autoroute A1, au nord du quartier Dillon, route la plus empruntée de Martinique.



On observe néanmoins que globalement la pollution en dioxyde d'azote est rapidement dispersée : les concentrations diminuent rapidement dès lors qu'on s'éloigne des axes majeurs.

Ainsi la concentration en NO<sub>2</sub> est de l'ordre de 11 µg/m<sup>3</sup> dans la zone de Dillon. Avec toutefois des disparités : les niveaux peuvent atteindre 35 µg/m<sup>3</sup> au nord du quartier (près de l'autoroute) contre seulement 8 µg/m<sup>3</sup> au sud.

Le quartier de Volga-Plage, plus en retrait par rapport aux grands axes routiers, connaît des concentrations moyennes annuelles estimées de l'ordre de 8 µg/m<sup>3</sup>, avec toutefois des valeurs pouvant atteindre 17 µg/m<sup>3</sup> en bordure immédiate de la RN9.

A noter que la pollution issue de la centrale thermique de Pointe des Carrières est en général dispersée sur une zone au-dessus de la mer, impactant peu les concentrations dans les quartiers de Volga et Dillon.

Pour ces deux quartiers, hormis les influences localisées de grandes sources, de manière générale, c'est le trafic automobile diffus qui est à l'origine de la majeure partie de la pollution atmosphérique.

**Dans les deux cas, nos simulations montrent des niveaux de pollution en NO<sub>2</sub> inférieures à la valeur limite annuelle de protection de la santé, fixée à 40 µg/m<sup>3</sup> (Décret n°2010-1250 du 21/10/10), toutefois il existe un risque élevé de dépassement des normes environnementales en NO<sub>2</sub> sur le quartier de Dillon, à proximité des principaux axes routiers (concentrations supérieures au seuil d'évaluation supérieur de 32 µg/m<sup>3</sup>). Le risque de dépasser cette valeur limite pour une mesure effectuée toute l'année semble plus faible dans le quartier de Volga-Plage (concentrations inférieures au seuil d'évaluation inférieure de 26 µg/m<sup>3</sup>).**

### III.1.2 Population impactée

Au vu des niveaux estimés de pollution en dioxyde d'azote dans la zone, les populations présentant un risque d'être impactées se retrouvent principalement en bordure immédiate des grands axes routiers.

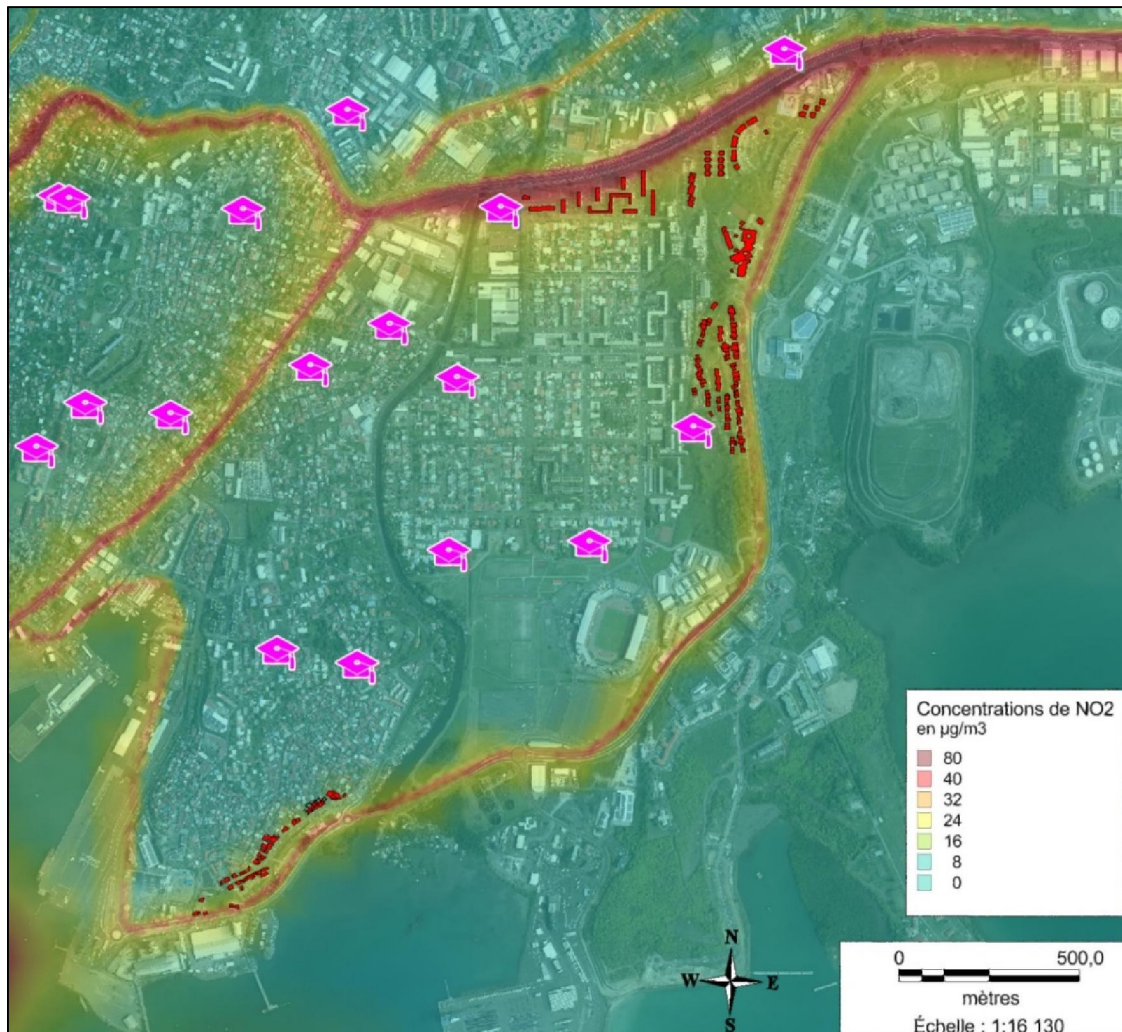


Figure 5 Population impactée par la pollution en NO<sub>2</sub>

La zone enregistrant un risque élevé de dépassement des normes se retrouve ainsi le long de l'autoroute A1, au Nord du quartier Dillon. Il s'agit d'une zone particulière, puisqu'à cet endroit, la route la plus empruntée de l'île longe un quartier d'immeubles d'habitations situé en bordure immédiate de la route et dans l'axe des vents dominants. Il convient de noter également que cet axe est régulièrement encombré, notamment aux heures de pointe du matin et du soir.

On retrouve également des concentrations plus élevées le long de la RN9, à hauteur de la zone de Rivière-Roche. Les immeubles résidentiels sont situés en contre-bas par rapport à la route et sont ainsi plus exposés aux polluants directement issus des véhicules. Egalement, une partie de la pollution sur cette zone provient de l'IUOM, même si cette part n'est pas majoritaire pour ce polluant.

Le sud de Volga-Plage est également soumis à des concentrations moyennes plus élevées qu'ailleurs dans la zone. La proximité de la RN9 est le responsable de ces niveaux. Les habitations sont par ailleurs relativement proches et au niveau de la route.

**Au total, on estime qu'environ 1600 personnes résident dans des zones à risque chronique de dépasser la valeur limite horaire en NO<sub>2</sub> où les concentrations moyennes de NO<sub>2</sub> sont supérieures au seuil d'évaluation inférieur de 26 µg/m<sup>3</sup> (en jaune-orange sur la carte).**

Il s'agit principalement des habitants des immeubles jouxtant l'autoroute (estimés à 1200 personnes).

<b>Concentrations estimées par la modélisation</b>	<b>Moyenne (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Maximum (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Valeur Limite (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Population impactée</b>
<i>Dillon</i>	11	35	40	1600
<i>Volga-Plage</i>	8	17		

**Il convient également de rajouter à ces populations résidentes exposées à un risque de dépassement des normes environnementales en NO<sub>2</sub>, une population sensible par la présence de 3 groupes scolaires dans ces zones**, notamment les écoles en proximité immédiate de l'autoroute, au nord du quartier Dillon, dont les cours de récréation et terrains de sport se trouvent au niveau de la route.

## III.2 Particules fines PM10

### III.2.1 Concentrations annuelles

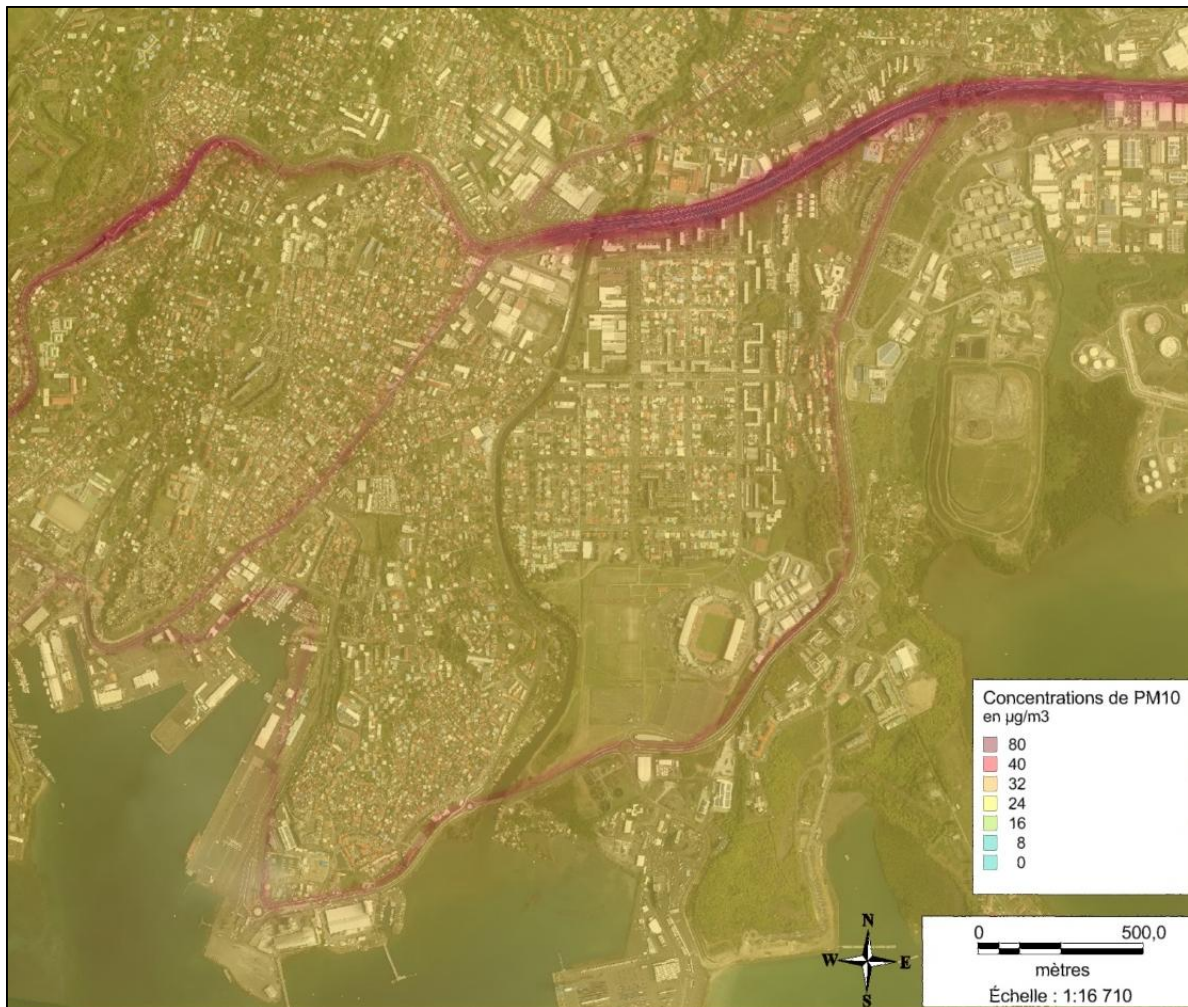


Figure 6 Concentrations annuelles de PM10 (Fond IGN- BD ORTHO 2010)

La modélisation des particules fines dans la zone montre des concentrations annuelles relativement élevées.

Les axes routiers sont les principales sources impactant la qualité de l'air.

A noter qu'à ces sources anthropiques s'ajoutent les phénomènes naturels tels que les épisodes de « brume de sable ».

Ainsi les niveaux de PM10 sont en moyenne de l'ordre de 29 µg/m<sup>3</sup> dans le quartier Dillon, avec toutefois un maximum de 38µ/m<sup>3</sup> en bordure immédiate de l'autoroute.

A Volga-Plage, les concentrations moyennes annuelles de PM10 sont de l'ordre de 28 µg /m<sup>3</sup>.

Nos résultats montrent ainsi des concentrations globalement élevées considérant que la valeur limite annuelle pour la protection de la santé est fixée à 40 µg/m<sup>3</sup> (Décret n°2010-1250 du 21/10/10). **Ainsi, sur l'ensemble de la zone, et même du territoire, le risque de dépasser les normes environnementales en PM10 est modéré. A proximité des principaux axes routiers ce risque devient élevé.**

### III.2.2 Population impactée

Les concentrations de PM10 étant influencées par les épisodes de brume saharienne, elles peuvent grandement varier d'année en année. Ainsi, les populations impactées de la zone par les particules fines sont l'ensemble de la population de la zone. En effet, des études épidémiologiques ont déjà pu démontrer l'équivalence de l'impact sanitaire des particules anthropiques et désertiques.

Néanmoins, on peut considérer que les populations habitant en proximité immédiate des axes routiers sont plus susceptibles que les autres d'être impactées par la pollution en particules fines : la pollution humaine venant s'ajouter aux niveaux naturels de particules.

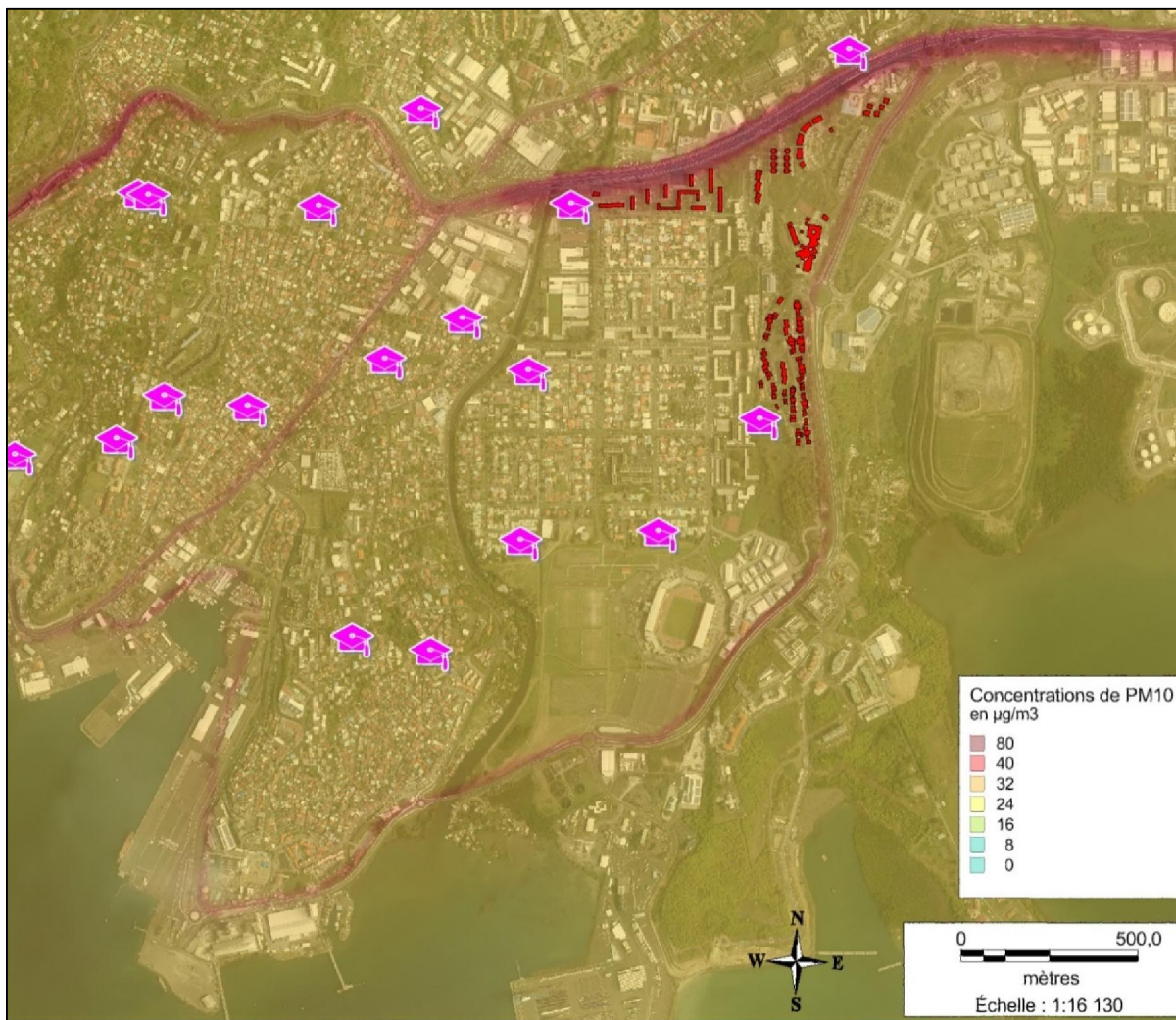


Figure 7 Population impactée par les niveaux de PM10

C'est ainsi le cas des immeubles d'habitations situées en bordure de l'autoroute : ceux-ci peuvent subir des concentrations de PM10 moyenne de l'ordre de 38 µg/m<sup>3</sup> par endroit. Ce qui est légèrement en dessous de la valeur limite annuelle mais au-dessus de l'objectif de qualité. Ces populations sont exposées à un risque élevé de

dépassement des normes environnementales pour une surveillance annuelle des concentrations en particules fines.

C'est également le cas des habitants des immeubles bordant la RN9, en face de la zone de Rivière-Roche. Nos simulations montrent à cet endroit des concentrations de plus de 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne.

**On évalue ainsi à environ 11 000 personnes exposées à la pollution en particules fines (population totale résidente de la zone) dont 1500 personnes résidentes exposées à des concentrations plus élevées de PM10 que la moyenne, c'est-à-dire exposées à la pollution de fond auxquelles s'ajoute la pollution issue du trafic dense.**

<b>Concentrations estimées par la modélisation</b>	<b>Moyenne (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Maximum (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Valeur Limite (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>Population impactée</b>
<i>Dillon</i>	29	38	40	11 000 (dont 1500 plus exposés)
<i>Volga-Plage</i>	28	29		

Là encore, 3 groupes scolaires se trouvent à proximité de ces zones de concentrations plus élevées. Sont concernées en premier lieu l'École primaire publique de Dillon et l'école élémentaire Chateauboeuf B (même si cette dernière est hors de notre zone d'étude). Ainsi, **à cette population résidente exposée, se rajoute une population sensible présente dans ces groupes scolaires.**

### III.3 Dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>

#### III.3.1 Concentrations annuelles

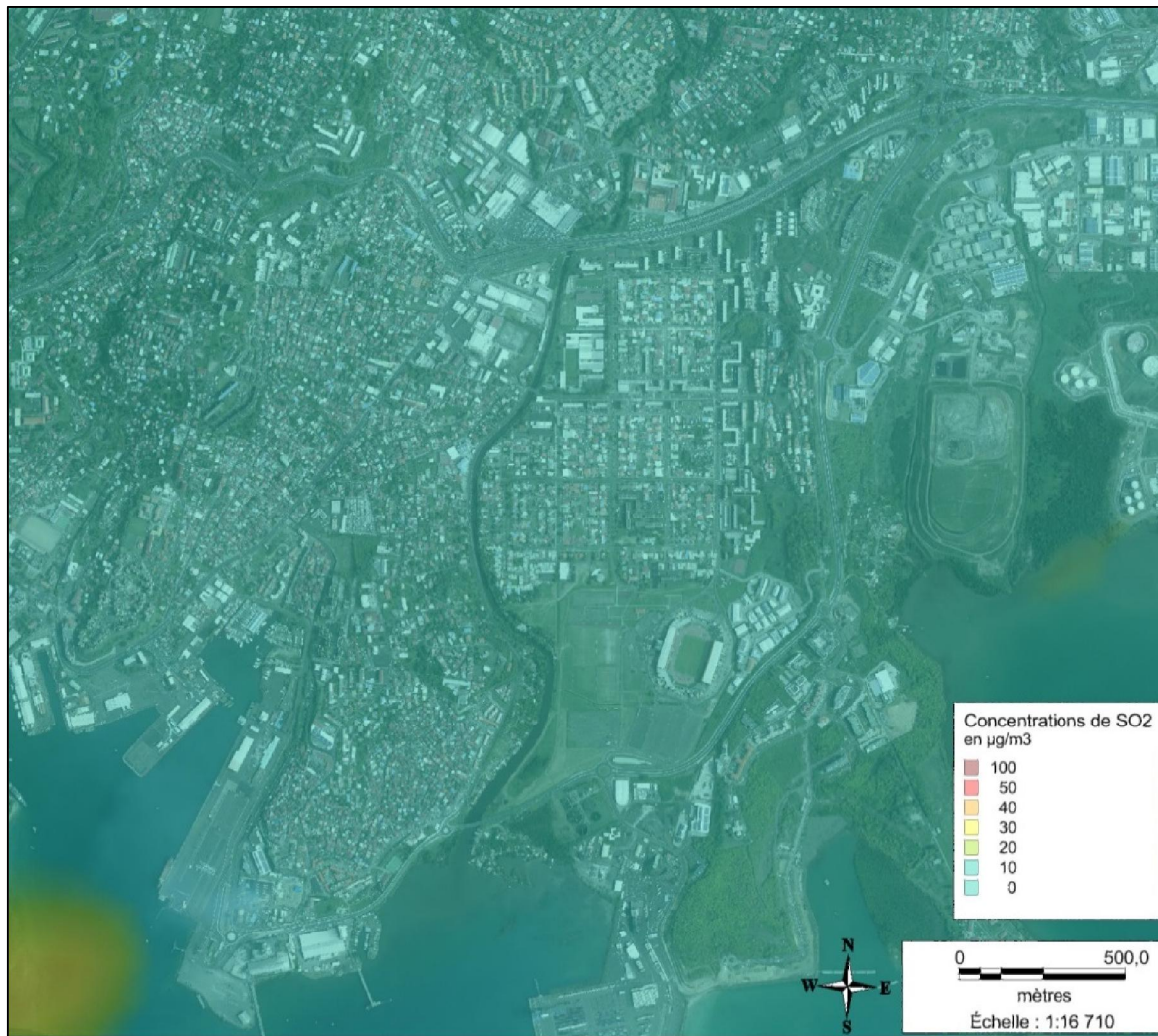


Figure 8 Concentrations annuelles de SO<sub>2</sub> (Fond IGN-BD ORTHO 2010)

Les concentrations en SO<sub>2</sub> sont globalement faibles sur la zone couverte dans cette étude. Ce polluant est principalement émis par les activités industrielles de combustion du fioul lourd ou le raffinage du pétrole. Les véhicules routiers émettent très peu de SO<sub>2</sub>.

Ainsi les principales sources de la zone sont la centrale thermique de Pointe des Carrière et la raffinerie. Or, grâce aux vents d'est-nord-est majoritaires en Martinique (voir II.3.2), la pollution issue de ces sources est globalement transportée vers la mer, impactant finalement peu les populations de la zone.

On retrouve ainsi des moyennes annuelles en SO<sub>2</sub> comprise entre 1 et 3 µg/m<sup>3</sup> dans les quartiers de Volga et Dillon. Ainsi, l'objectif de qualité annuelle pour le dioxyde de soufre est largement respecté dans cette zone.

### III.3.2 Population impactée

Au regard des résultats de simulation de la dispersion du dioxyde de soufre décrits ci-dessus, la population des quartiers de Dillon et de Volga-Plage est peu exposée aux dépassements des normes annuelles de ce polluant.

<b>Concentrations estimées par la modélisation</b>	<b>Moyenne (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Maximum (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Valeur Limite (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Population impactée</b>
<i>Dillon</i>	1,5	3	300	-
<i>Volga-Plage</i>	1	1,5		

Nos résultats de modélisation montrent ainsi des moyennes annuelles de SO<sub>2</sub> bien inférieures aux normes réglementaires.

Il est donc difficile d'estimer à quel point la population de la zone peut être affectée par la pollution annuelle de fond à ce polluant.

**Ces résultats ne concernent que les niveaux moyens annuels de pollution et n'informent que sur l'impact chronique sur les populations.**

**Les niveaux de pollution peuvent être ponctuellement plus élevés.**

**La population exposée de manière ponctuelle par la pollution automobile et industrielle sera étudiée au chapitre suivant.**



## IV. Impact des paramètres météorologiques sur les concentrations et les populations exposées

Les concentrations moyennes annuelles ont été modélisées au chapitre précédent et les populations impactées sur le long terme ont pu être évaluées.

Néanmoins, les paramètres météorologiques ont une influence directe sur la dispersion des polluants atmosphériques. **Certaines configurations météo peuvent ainsi ponctuellement entraîner des niveaux de pollutions plus importants que la moyenne annuelle.**

Afin d'étudier ces impacts ponctuels, Madininair a simulé la dispersion des polluants en fonction des paramètres météorologiques les plus impactant : la vitesse et la direction du vent.

Attention, le vent pouvant changer rapidement de direction et de vitesse, dans la suite de ce chapitre, **nous comparerons nos résultats aux valeurs réglementaires horaires et non plus annuelles comme au chapitre III.**

### IV.1 Impact de la direction du vent

En Martinique, la direction du vent est relativement constante. Comme vu au II.3.2, les vents proviennent très majoritairement du Nord-Est et de l'Est, entre 50° et 90°.

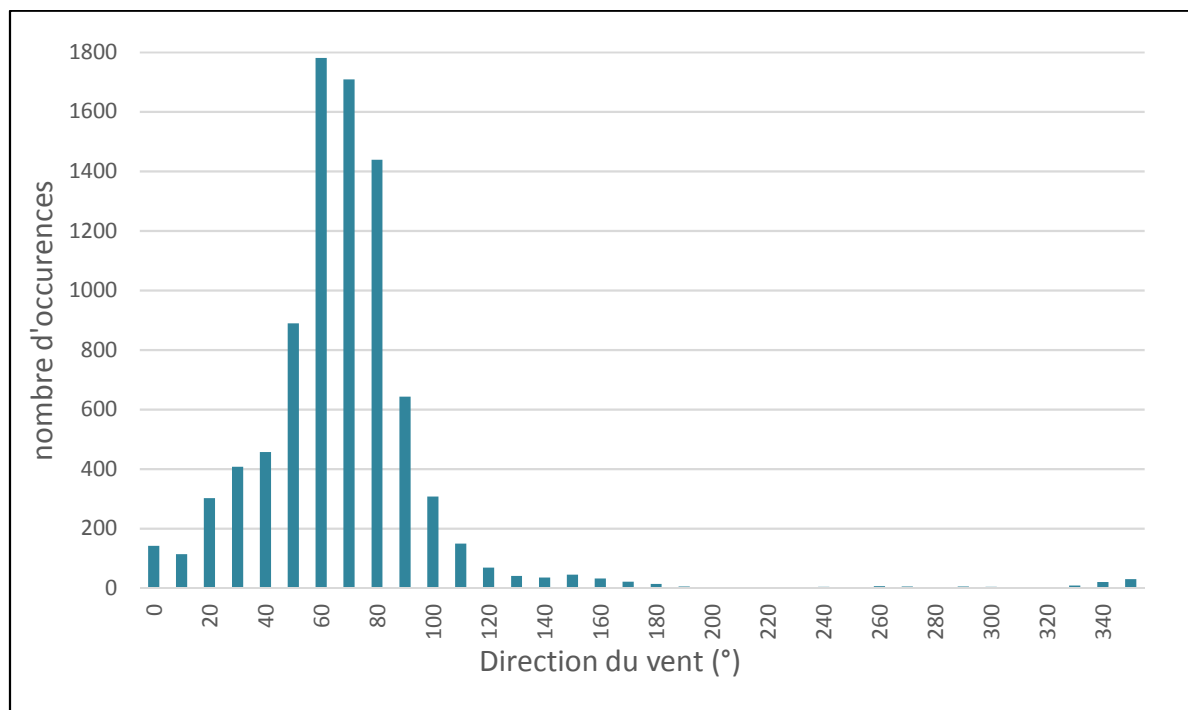


Figure 9 Nombre de mesure relevée par direction de vent

Néanmoins, la figure ci-dessus, issue de données fournies par Météo-France, montre que si d'autres directions de vents sont plus rares, elles ne sont pas impossibles.

Dans cette partie, l'impact de la variation de la direction du vent sur les concentrations, et sur les populations sera étudié.

#### IV.1.1 Dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>

Les concentrations simulées de dioxyde d'azote varient assez peu en fonction de la direction du vent dans la zone étudiée, notamment pour les vents majoritaires dans la zone, de 20° à 100° (vents de nord nord-est à est sud-est).

Les concentrations sont stables pour des directions de vent de 0° à 180° (Nord, Est et Sud) et de 260 à 350° (Nord-Ouest).

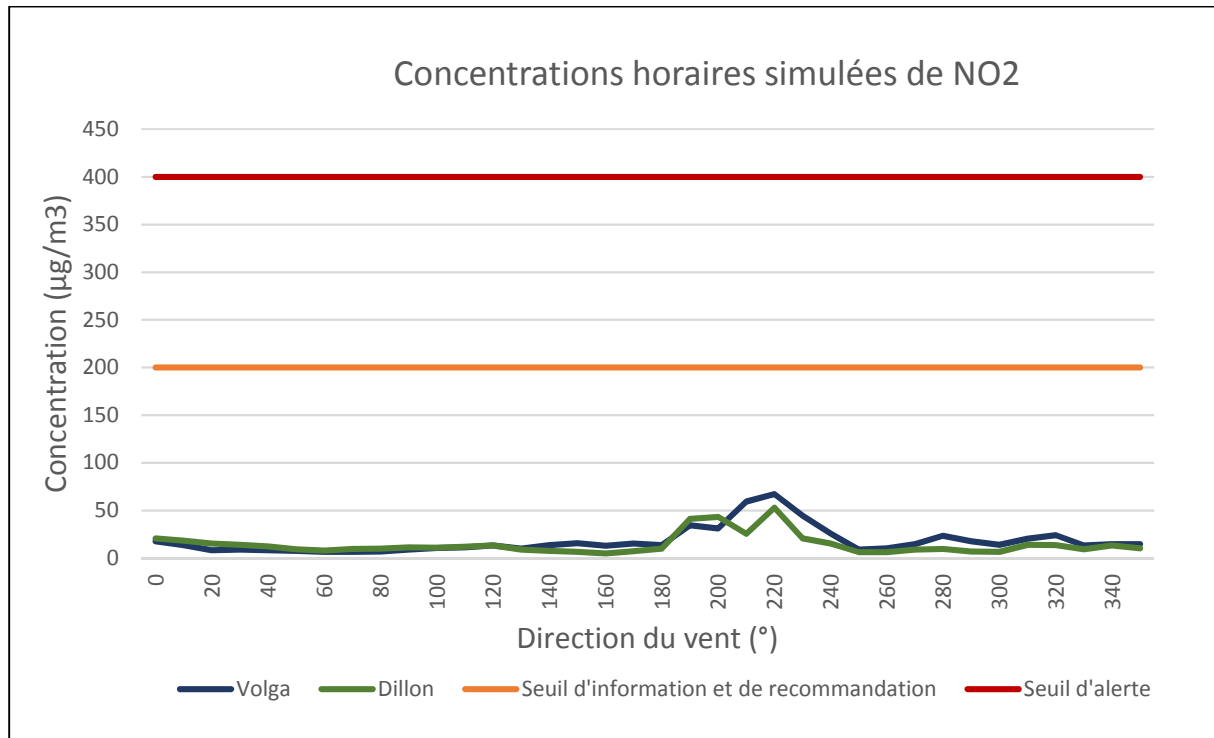


Figure 10 Variations moyennes des concentrations horaires de NO<sub>2</sub> en fonction de la direction du vent

Mais des maxima de concentrations aux quartiers Volga et Dillon sont observés avec des vents plus épisodiques, de sud-sud-ouest : de 180° à 250°.

Dans ces cas précis, le panache de la centrale thermique de Pointe des carrières est alors dirigé vers ces quartiers, et en premier lieu Volga-Plage. On pourrait alors atteindre des maxima horaires de l'ordre de 90 µg/m<sup>3</sup>.

Toutefois, dans ces cas de figure peu fréquents (57 occurrences en 2014), les concentrations horaires restent inférieures aux valeurs réglementaires.

Toutefois, ces concentrations horaires sont proches du seuil d'évaluation inférieur du 100µg/m<sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 18 fois par an. **Ainsi, des concentrations de 90µg/m<sup>3</sup>, 57 fois par an pourraient induire un risque modéré de dépassement de la valeur limite horaire pour une surveillance effectuée toute l'année.**

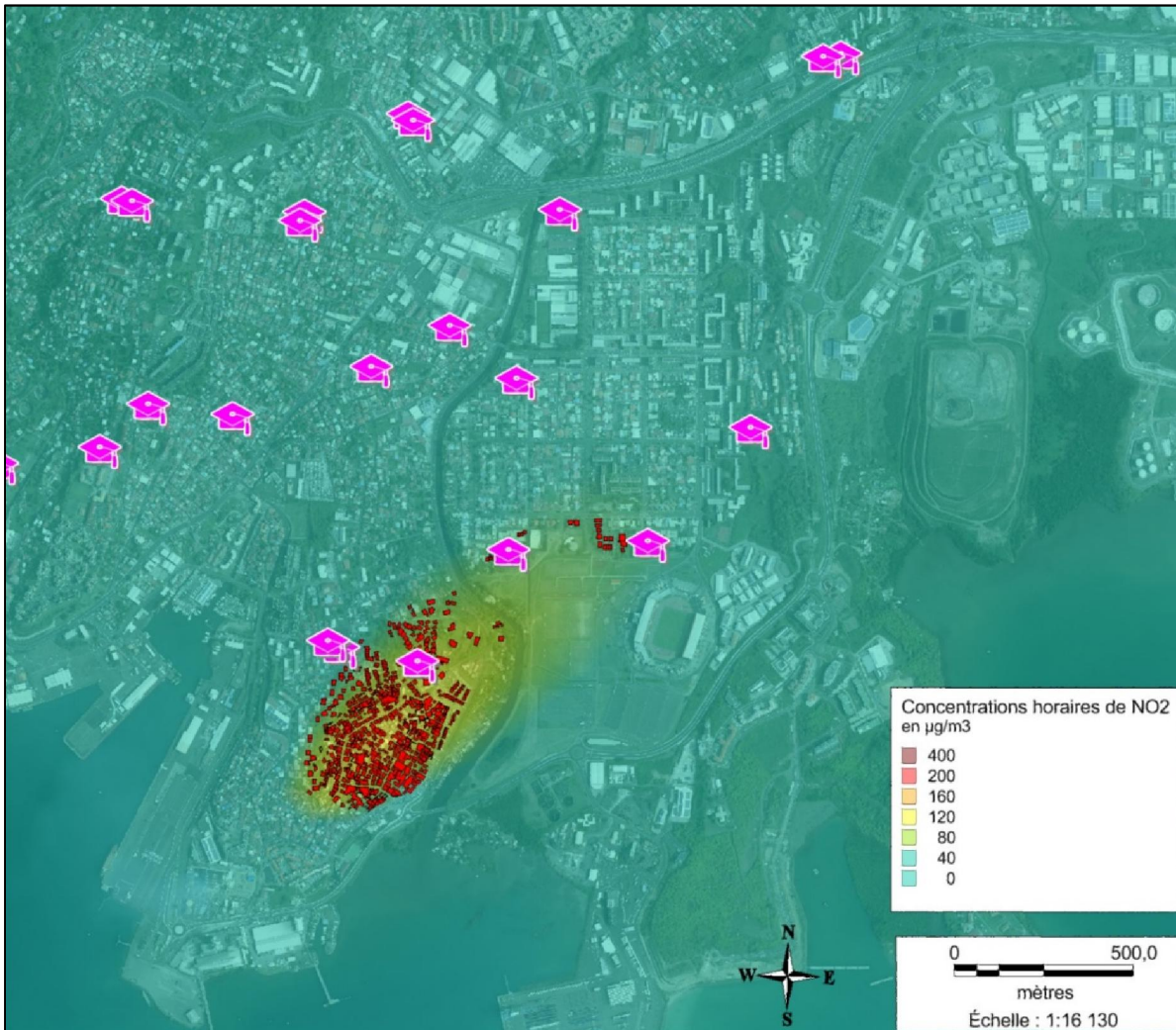


Figure 11 Maximas de concentrations horaires de NO<sub>2</sub> et populations impactées en cas de vent à 220° (sud-ouest)

La carte ci-dessous montre les concentrations de NO<sub>2</sub> simulées au niveau du sol dans le cas d'un vent orienté à 220°, soit au sud-ouest, configuration pour laquelle les concentrations au sol dans la zone sont maximales.

**Nos estimations montrent qu'environ 1800 personnes sont concernées par ces concentrations qui, présentent un risque modéré de dépasser la valeur limite horaire en dioxyde d'azote.**

**On note par ailleurs la présence de 4 groupes scolaires dans la zone de concentrations maximales, rajoutant une population sensible susceptible d'être impactée par ces épisodes**

Ainsi, aux 1600 personnes impactées par un risque chronique élevé de dépasser la valeur limite annuelle pour la protection de la santé, s'ajoutent 1800 personnes pouvant être soumises à une exposition aiguë.

#### IV.1.2 Particules fines PM10

Afin d'identifier strictement l'impact des sources humaines de la zone, les résultats ci-dessous ont été obtenus en ôtant la part estimée des « brume de sable » des concentrations.

**Les résultats présentés ci-dessous sont donc à analyser comme des « concentrations types », sans épisode de brume de sable.**

Les concentrations de PM10 sont globalement stables. Cela indique que les grandes sources identifiées précédemment ont une influence localisée. La majeure partie de la pollution à Dillon et Volga est issue du trafic routier de proximité.

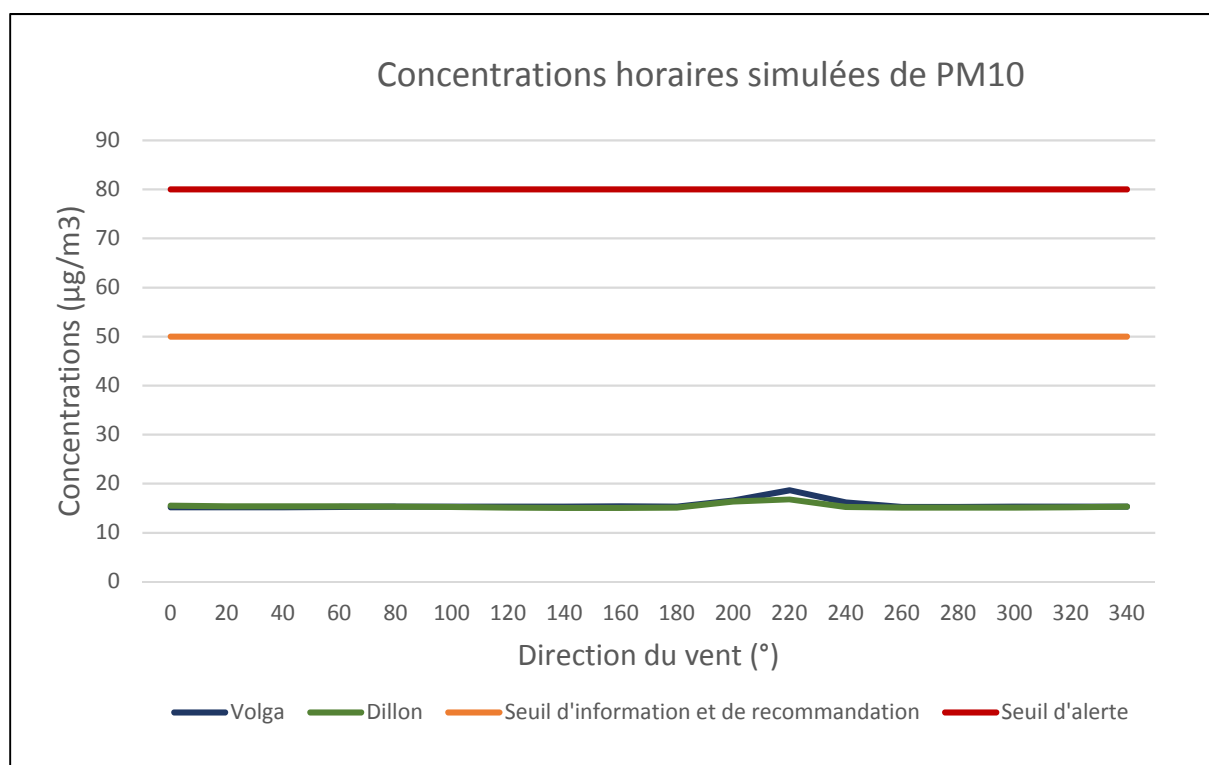


Figure 12 Variations moyennes des concentrations horaires de PM10 en fonction de la direction du vent

De même que pour le dioxyde d'azote, les concentrations horaires en particules fines PM10 augmentent lorsque que les vents sont orientés sporadiquement au sud-sud-ouest : de 180° à 250°.

L'influence de la centrale thermique domine les concentrations dans la zone dans ces cas de figures. La pollution issue de sa cheminée se disperse en effet en fonction de l'orientation des vents.

L'augmentation des concentrations de PM10 est cependant relativement faible dans ces cas de figure entre 3 et 4 µg/m<sup>3</sup> d'augmentation en moyenne sur ces quartiers.

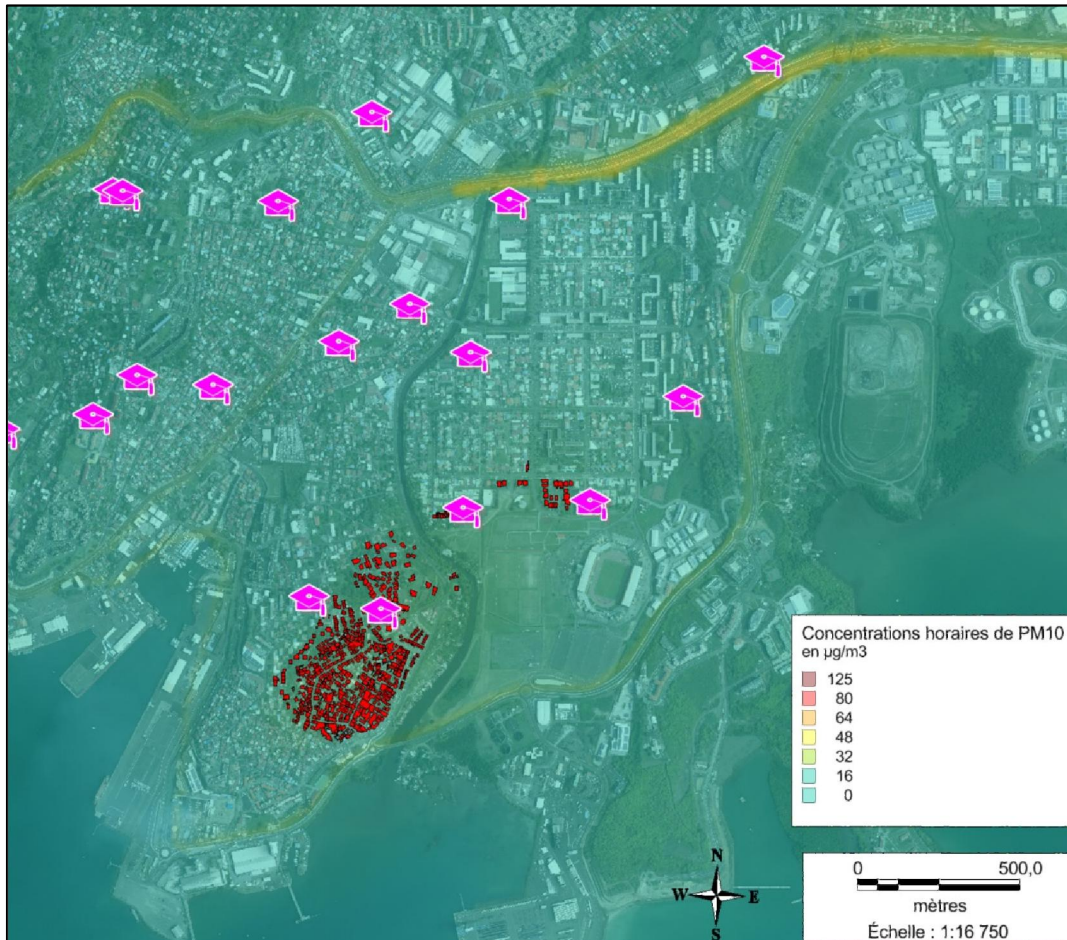


Figure 13 Maximas de concentrations horaires de PM10 et populations impactées en cas de vent à 220° (sud-ouest)

Selon nos estimations, environ 2200 habitants, principalement du quartier Volga-Plage sont concernés lors de vents de sud-ouest.

Les niveaux de concentrations restent toutefois inférieurs aux valeurs réglementaires, si on ne tient pas compte des potentiels épisode de brume de sable.

Pour ce polluant, le risque, lié aux activités de la zone (sans prise en compte de la part naturelle désertique), de dépasser les normes environnementales est donc faible.

**Ainsi, aux 11 000 personnes de la zone soumises à un risque chronique élevé de dépasser les normes environnementales en particules fines, s'ajoutent 2200 habitants, principalement de Volga-Plage pouvant être soumis à un risque aigu. Ce dernier semble toutefois relativement faible, au regard des activités de la zone.**

### IV.1.3 Dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>

Les concentrations simulées de dioxyde de soufre varient assez peu en fonction de la direction du vent dans la zone étudiée, notamment pour les vents majoritaires dans la zone, de 20° à 100° (vents nord nord-est à est sud-est)

Les concentrations sont stables pour des directions de vent de 0° à 180° et de 260 à 350°.

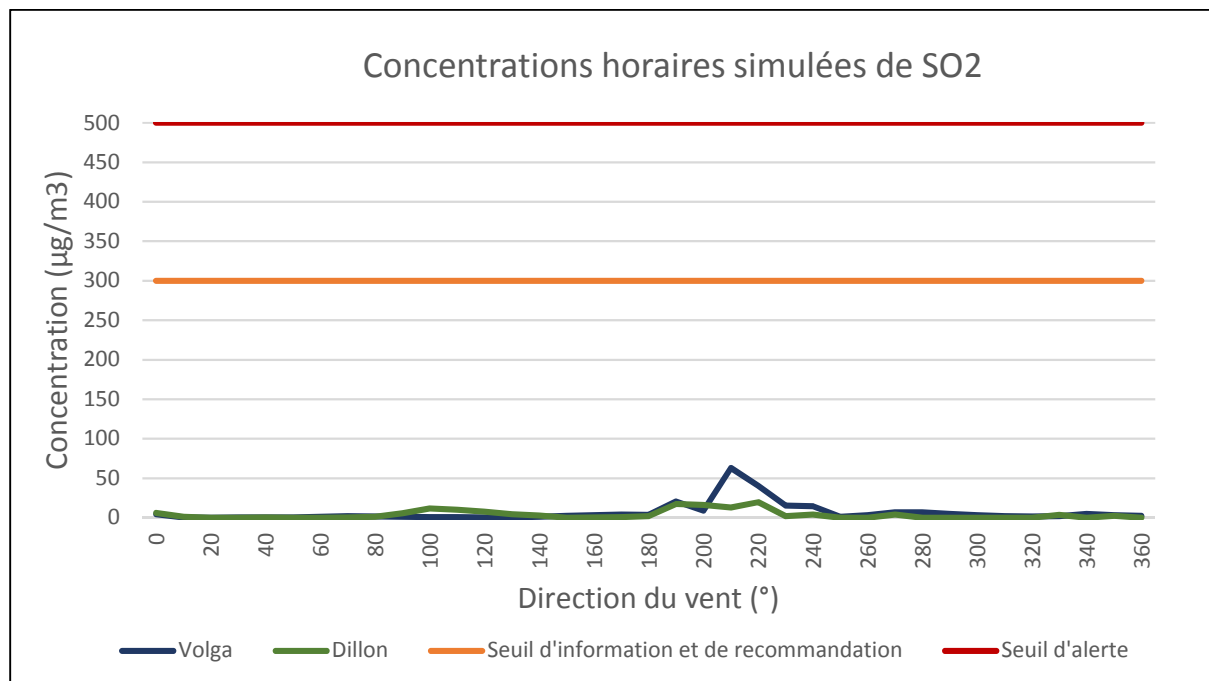


Figure 14 Variations moyennes des concentrations horaires de SO<sub>2</sub> en fonction de la direction du vent

Mais des maxima de concentrations aux quartiers Volga et Dillon sont observés avec des vents de sud-sud-ouest : de 180° à 250°. Jusqu'à 63 µg/m<sup>3</sup> au niveau du quartier Volga-Plage.

Remarque : une augmentation, bien que moindre, est également observée dans la zone de Dillon pour des vents est à est sud-est, correspondant aux rejets de la raffinerie. A noter, que ces concentrations simulées restent faibles, toutefois, la station de surveillance du dioxyde de soufre d'Etang Z'abricot, placée plus au sud et non présente dans la zone d'étude, enregistre des pics sporadiques en dioxyde de soufre, mesurant l'exposition aigüe de la population des zones Etang Z'abricot, et Agora.

Bien que plus importantes que les moyennes annuelles simulées, ces valeurs restent largement en dessous des seuils réglementaires horaires.

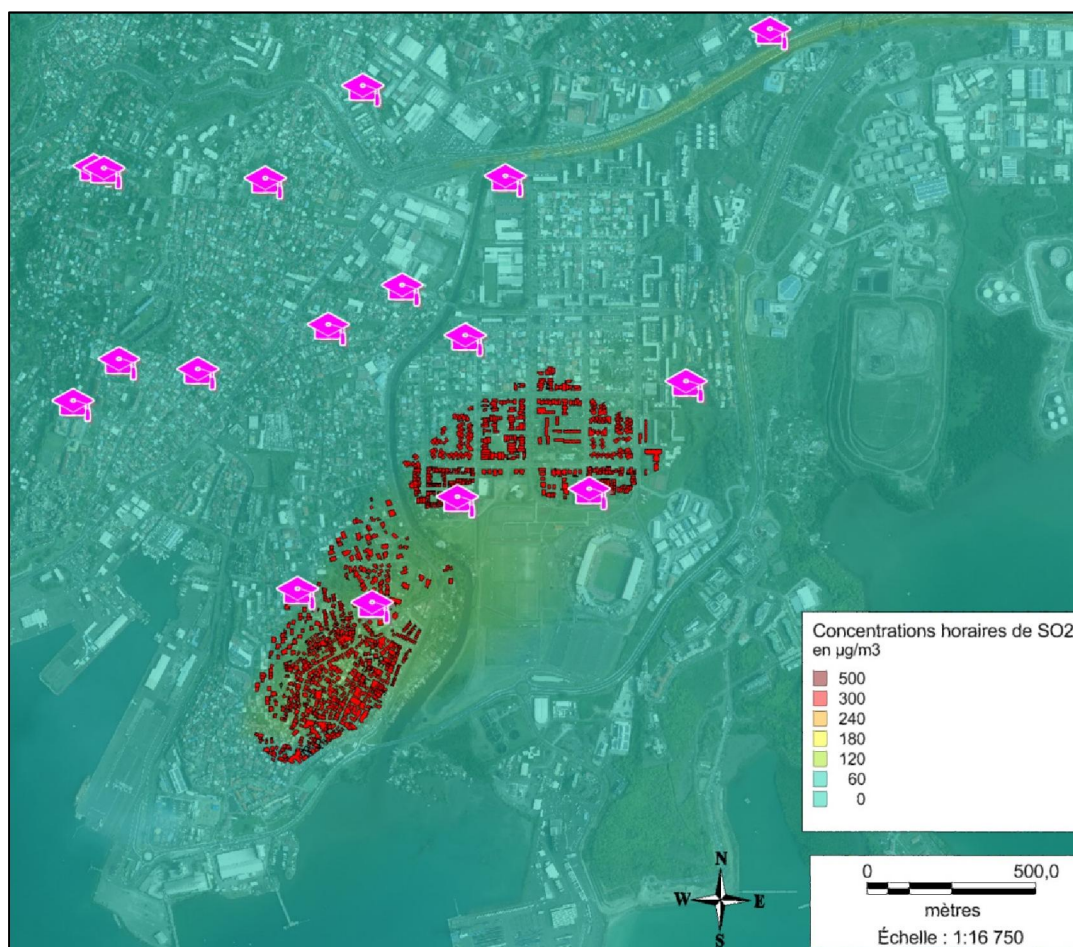


Figure 15 Maximas de concentrations horaire de SO<sub>2</sub> et populations impactées en cas de vent sud sud-ouest à 220°

Selon nos calculs, environ 3200 habitants des quartiers Volga-Plage et Sud-Dillon sont concernés par cette hausse de concentration en cas de vents de sud-ouest. Les populations des quatre écoles et groupes scolaires sont également concernés par l'augmentation induite des concentrations.

**Ainsi, 3200 personnes des quartiers Volga-Plage et Dillon-Sud peuvent être soumises à un risque de dépasser les normes en dioxyde de soufre. Tout comme le risque chronique, ce risque reste toutefois faible.**

## IV.2 Impact de la vitesse du vent

La Martinique connaît un régime de vents variable. Les alizés soufflent pendant la majeure partie de l'année. Globalement le vent souffle à des vitesses comprises entre 1 m/s et 7 m/s quasiment dans les mêmes proportions.

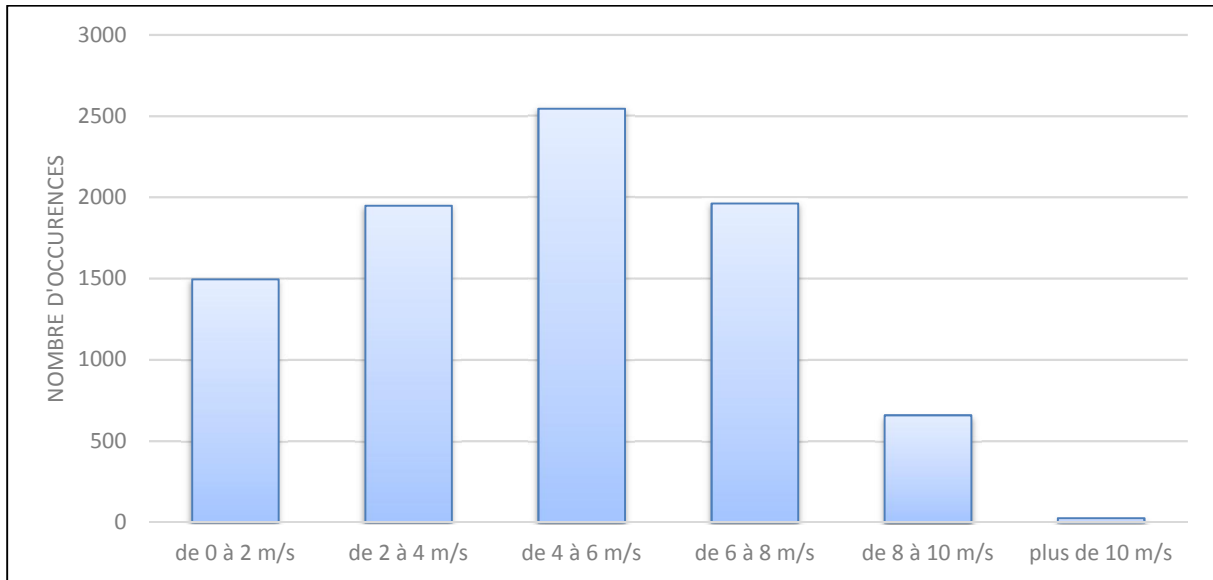


Figure 16 Nombre de mesures horaires relevées par vitesse de vent

La vitesse du vent a un impact sur la manière dont les polluants vont se disperser à partir de leur point d'émission. Un vent fort va entraîner une plus grande dispersion des polluants. Plus la dispersion est importante, plus les concentrations au niveau du sol seront faibles.

A l'inverse, avec un vent faible, les polluants se dispersent peu depuis leur point de rejets et « stagnent », à l'origine d'une accumulation des polluants dans les basses couches de l'atmosphère et ainsi d'une augmentation potentielle des concentrations dans l'air.

Les concentrations de polluants dans les quartiers de Volga-Plage et Dillon sont en moyenne plus importantes pour des vents dont la vitesse est inférieure à 2 m/s.

A ces vitesses faibles, les polluants se dispersent peu et restent ainsi à proximité des leurs sources d'émissions.

A noter que ces configurations de vitesses de vents (< à 2 m/s) représentent 17% du total annuel en moyenne.

On observe les mêmes profils pour les 3 polluants étudiés dans cette étude.



#### IV.2.1 Dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>

C'est ainsi en cas de vents faibles qu'on observe les maxima de concentrations horaires à Dillon et Volga.

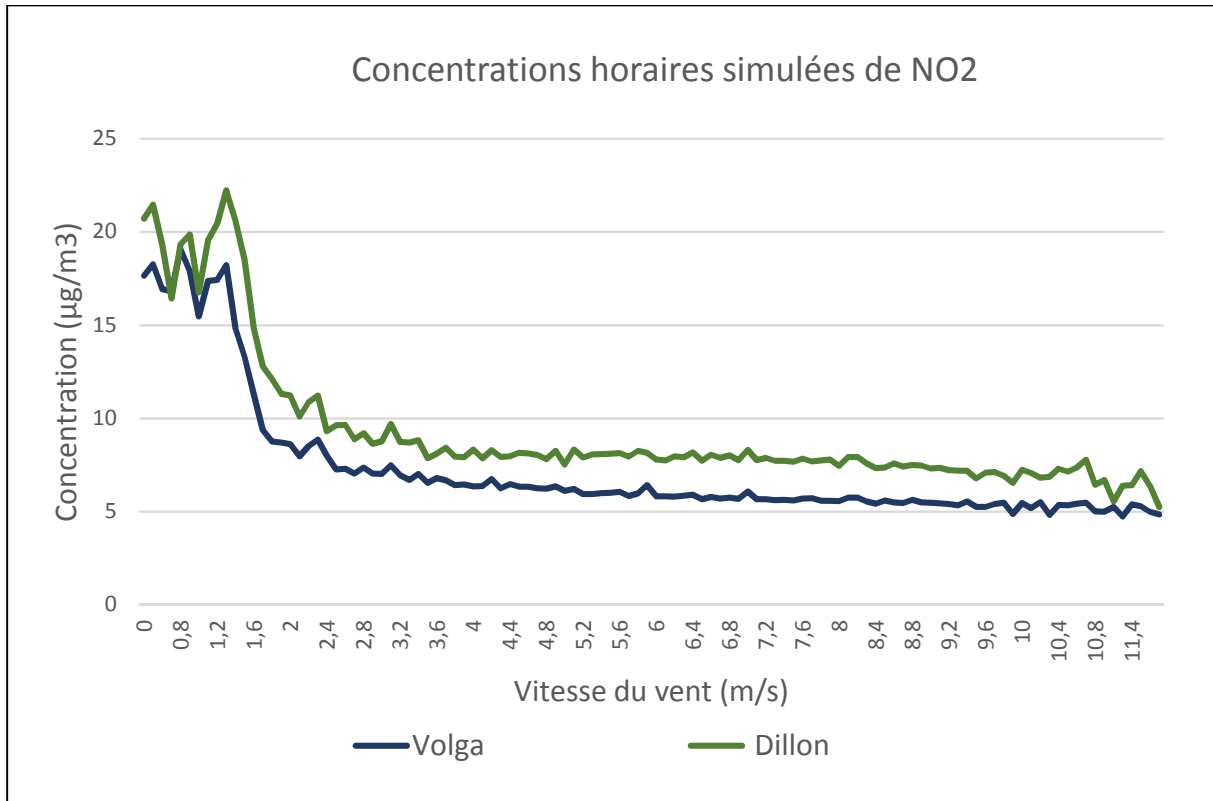


Figure 17 Concentrations horaires de NO<sub>2</sub> en fonction de la vitesse du vent

En dioxyde d'azote, on atteint ainsi un maxima horaire de 22 µg/m<sup>3</sup> à Dillon pour les vents de 1,3 m/s et 19 µg/m<sup>3</sup> à Volga Plage pour des vents moyens de 0,8 m/s. Les vents faibles entraînent une augmentation de concentrations en NO<sub>2</sub> de l'ordre de +100% et de +140% pour Dillon et Volga-Plage respectivement. Néanmoins, **ces niveaux de concentrations horaires restent bien inférieurs au seuil horaire d'information et de recommandation de 200µg/m<sup>3</sup>.**

#### IV.2.2 Particules fines PM10

Comme au chapitre précédent, les résultats pour les particules fines sont à considérer « hors brume de sable ». Les épisodes de brumes sahariennes pouvant en effet influencer fortement les concentrations, voir « masquer » les apports anthropiques aux concentrations.

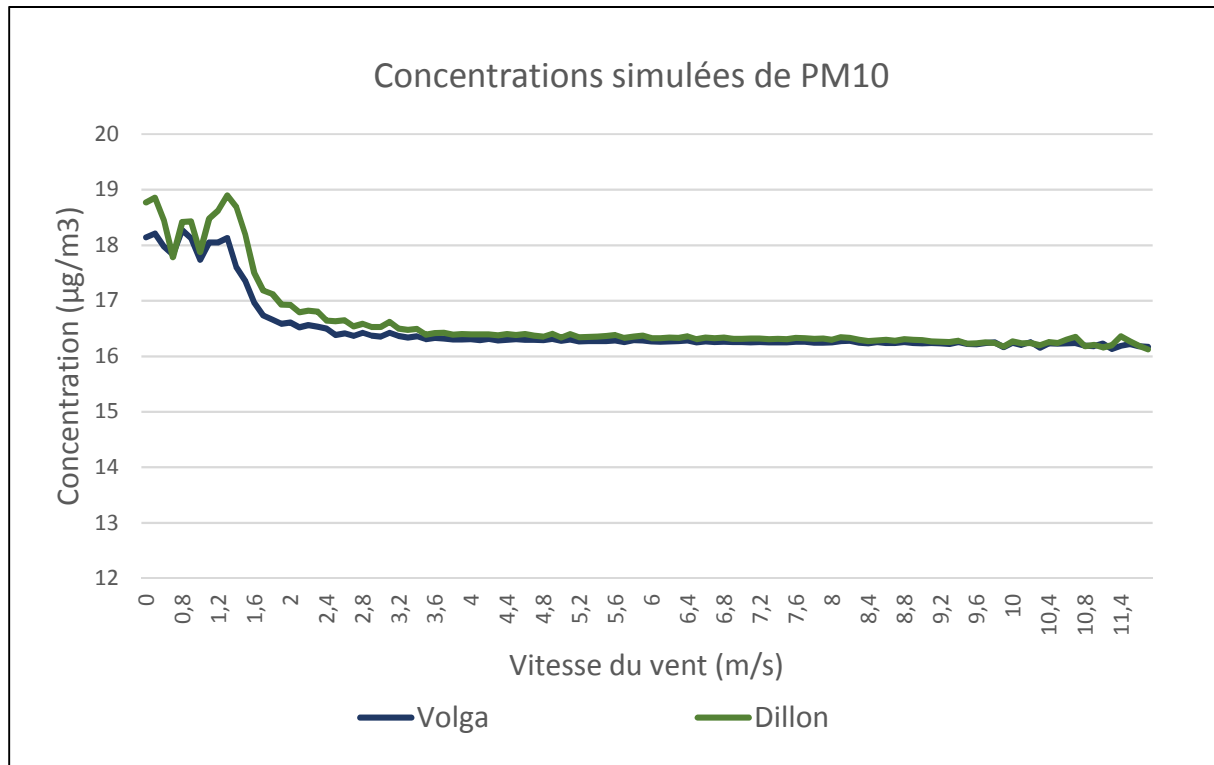


Figure 18 Concentration de PM10 en fonction de la vitesse du vent

De même que pour le dioxyde d'azote, les concentrations les plus importantes se retrouvent en cas de vent faible : inférieur à 2 m/s. Les concentrations modélisées (hors brume de sable) montrent des augmentations de l'ordre de 17% en moyenne sur la zone de Dillon et 11% sur Volga-Plage. Ainsi, **la diminution des vents ne semble pas influencer suffisamment les concentrations moyennes annuelles en particules fines de la zone, pour induire à lui seul, une augmentation du risque chronique de dépasser la valeur limite annuelle.**

#### IV.2.3 Dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>

Les maxima de concentrations se retrouvent là encore pour des vents faibles dont la vitesse est inférieure à 2m/s.

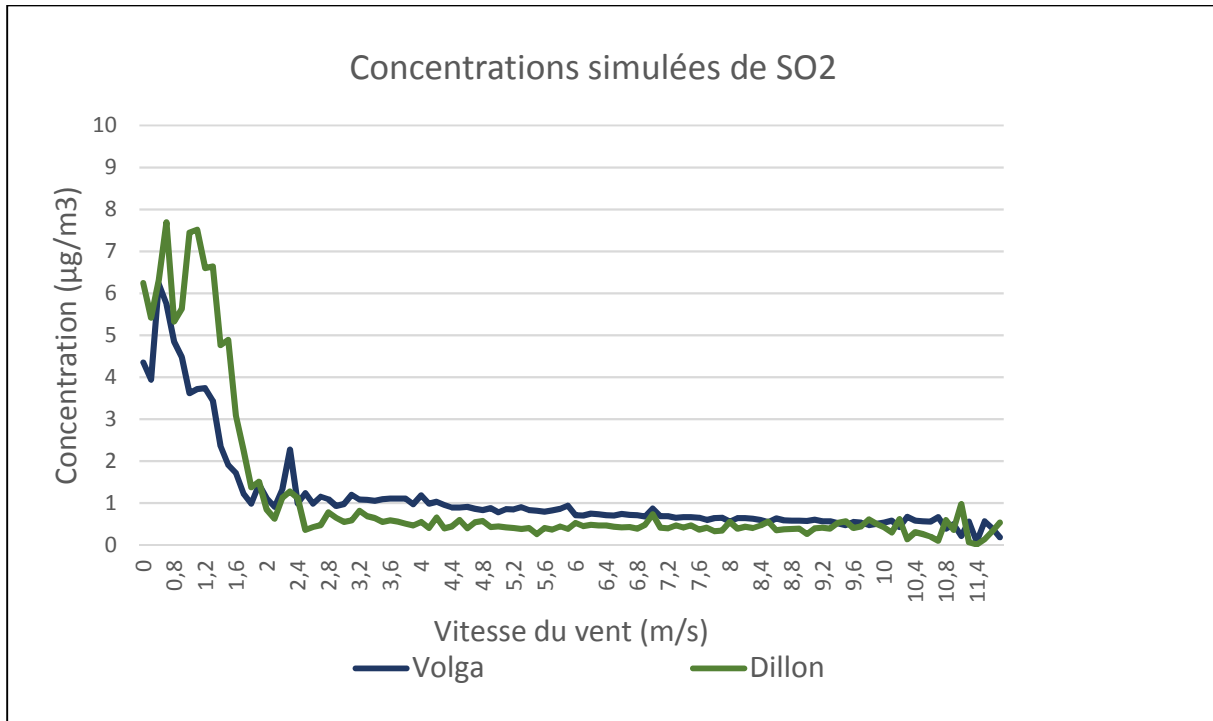


Figure 19 Concentration de SO<sub>2</sub> en fonction de la vitesse du vent

A Dillon, le maximum horaire moyen de 7,7 µg/m<sup>3</sup> se retrouve en cas de vents de vitesse de 0,7 m/s. Cela représente une concentration supérieure de 400% supérieure à la moyenne annuelle modélisée au chapitre III.3.

A Volga, le maximum de 6µg/m<sup>3</sup> représente une différence de 500% par rapports aux niveaux moyens de concentrations modélisés.

**Même si le paramètre de la vitesse du vent semble avoir un impact important sur l'accumulation du dioxyde de soufre dans la zone, ce paramètre semble peu influant, à lui seul, pour augmenter le risque chronique de dépassement de la norme annuelle.**

### IV.3 Modélisation de l'impact des configurations de concentrations maximales

Nous avons montré aux chapitres précédents que les concentrations maximales se retrouvaient globalement pour des vents de secteur sud-ouest et pour des vitesses de vent inférieures à 2 m/s. Ces cas de figures sont peu fréquents, mais sont observés : 24 heures d'occurrences en 2014, 15 en 2013.

Madininair a donc simulé ces cas de figure. Les résultats ci-dessous montrent les concentrations modélisées et les populations impactées par ces configurations particulières.

#### IV.3.1 Dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>

Le cas d'un vent faible de sud-ouest entraine sur les quartiers de Volga et Dillon une augmentation des concentrations par rapport aux niveaux moyens.

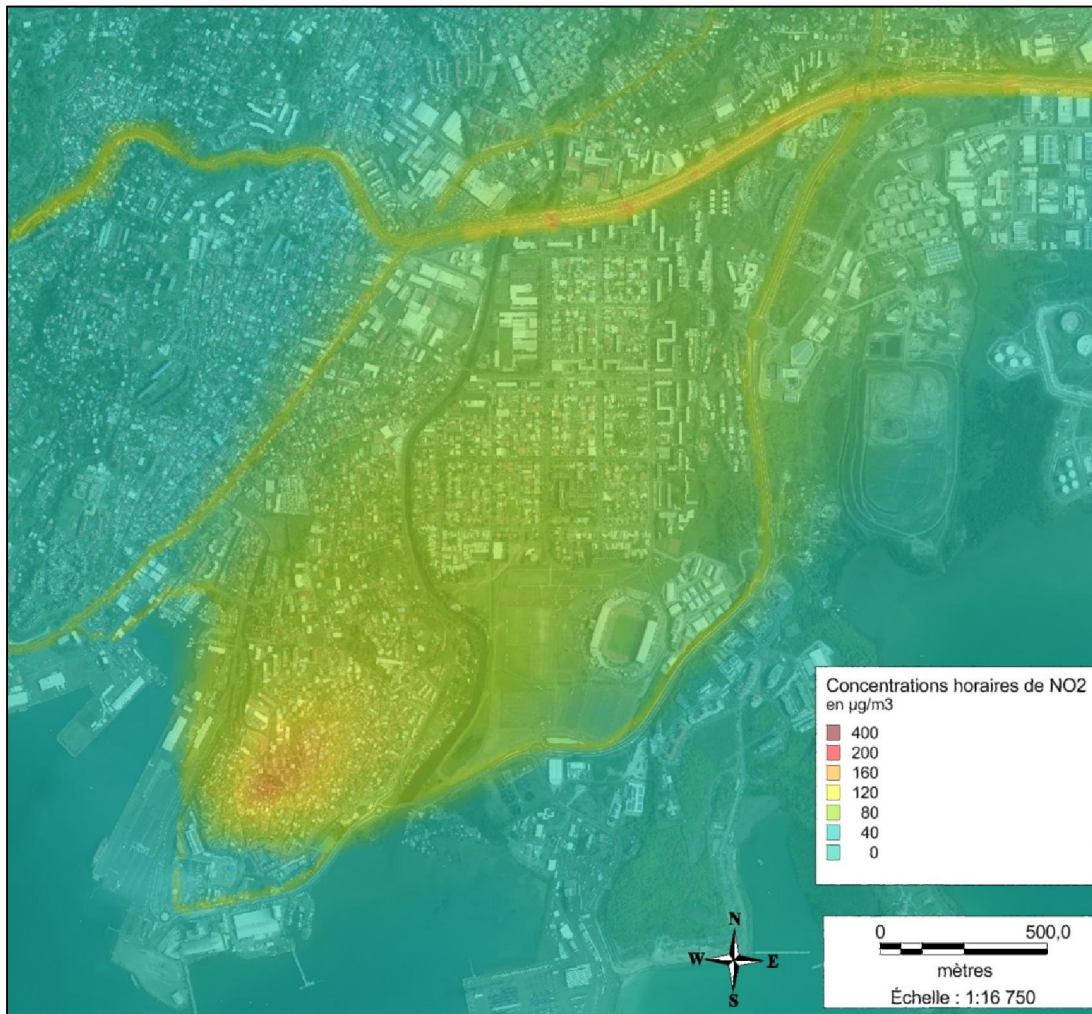


Figure 20 Concentrations horaires de NO<sub>2</sub> simulées en cas de vent faible de secteur sud-ouest

Nos simulations montrent des concentrations horaires de l'ordre de  $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$  à certains endroits de Volga-Plage. Cela reste en dessous du seuil d'information et de recommandation de  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mais représente toute de même une augmentation de 1900% par rapport aux niveaux moyens de ce polluant.

Cette configuration de vents (observées 24 fois en 2014) induit une augmentation du risque de dépassement des normes environnementales qui devient élevé (dépassement du seuil d'évaluation supérieur fixé à  $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$  avec 18 dépassements annuels autorisés).

Les simulations en  $\text{NO}_2$  dans la zone de Dillon, lors des épisodes de vents faibles et orientés de secteur sud-ouest, montrent une augmentation des concentrations dans la zone de Dillon, de 590% par rapport aux moyennes globales. Toutefois, dans ce cas de figure « maximal » les niveaux horaires simulés à Dillon restent inférieurs au seuil horaire d'évaluation inférieur de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

On considère que dans ce cas, la quasi-totalité de la population de la zone serait sujette à cette augmentation des concentrations.

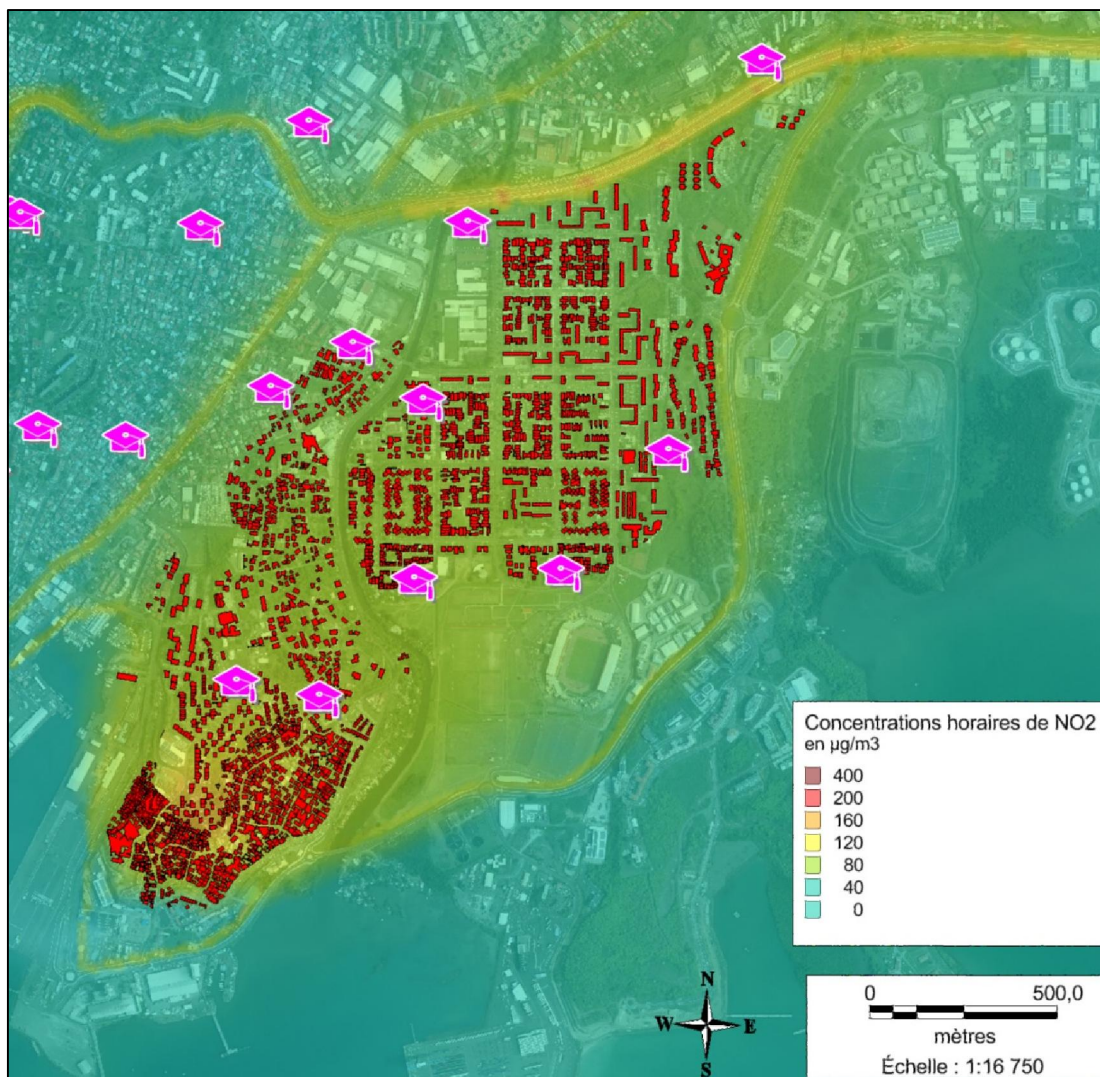


Figure 21 Population impactée par les concentrations horaires de  $\text{NO}_2$  en cas de vent faible de sud-ouest

Épisodiquement, cette configuration de vent impacterait ainsi plus de 11 000 personnes sur toute la zone, dont 1 800, à Volga-Plage seraient soumises aux concentrations horaires les plus élevées, supérieures à  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Les 9 écoles ou groupes scolaires de la zone seraient exposés ponctuellement à des concentrations horaires de  $\text{NO}_2$  supérieures à  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Les écoles de Volga pourraient enregistrer des niveaux de l'ordre de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dans cette configuration climatique défavorable, le risque serait modéré pour les établissements de Volga-Plage à faible pour les établissements de Dillon de dépasser la valeur limite horaire.

**Ainsi, cette configuration climatique défavorable à la dispersion des polluants (vents faibles et orientation sud-ouest), serait responsable d'une dégradation de la qualité de l'air dans la zone de Volga-Plage, augmentant le risque de dépasser les normes environnementales pour le  $\text{NO}_2$ .**

**Toutefois, dans la zone de Dillon, bien que les concentrations horaires augmentent légèrement, dans ces conditions météorologiques, le risque de dépasser les normes en  $\text{NO}_2$  serait plus faible car les vents permettent une meilleure dispersion de la pollution automobile au nord de la zone.**

#### IV.3.2 Particules fines PM10

Comme dans les chapitres précédents, nous avons choisi de simuler les concentrations de PM10 dans un cas « hors brume de sable » afin de mieux déterminer l'apport anthropique aux concentrations de particules fines.

La configuration de vent simulée a un impact moindre sur les concentrations de PM10 dans la zone que pour le  $\text{NO}_2$ .

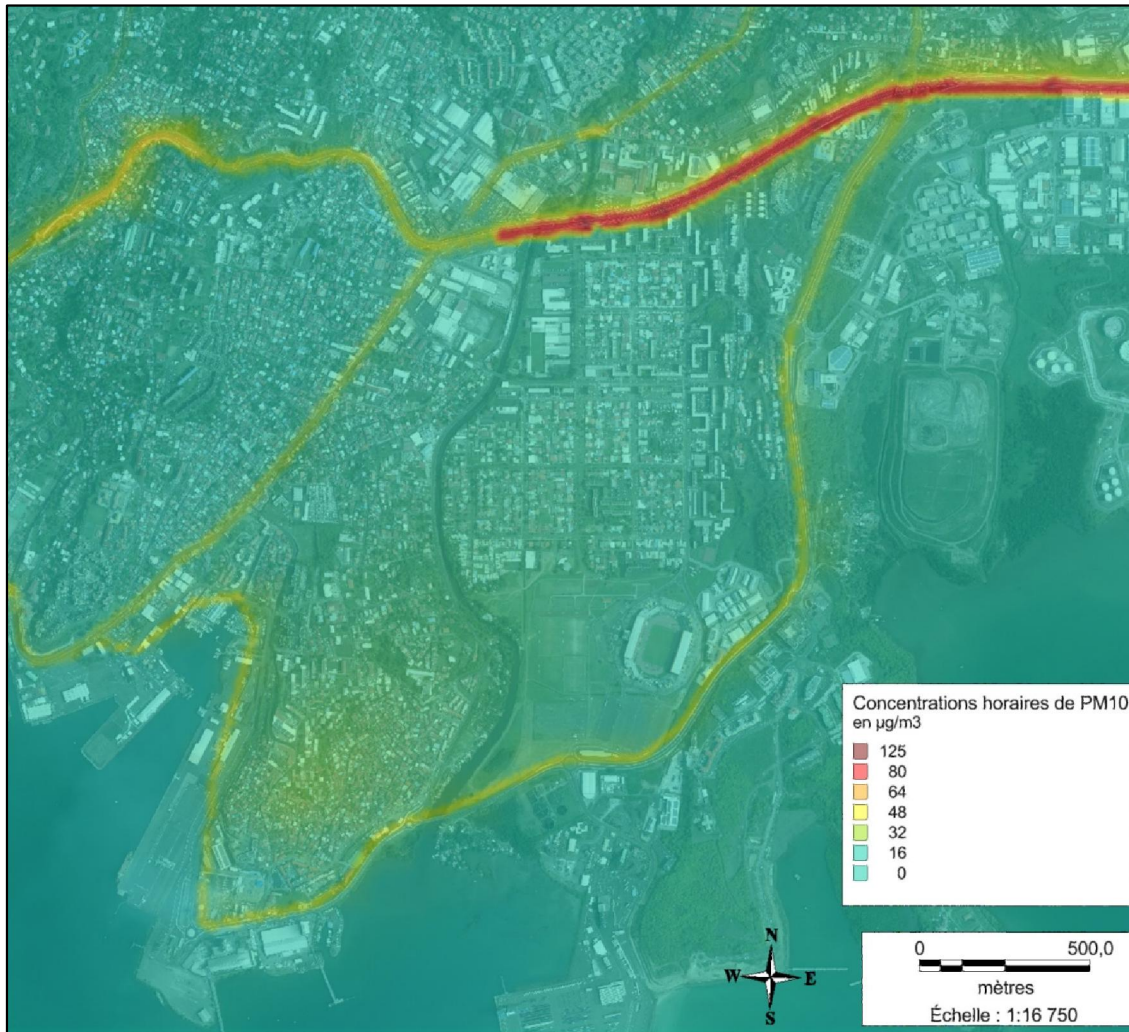


Figure 22 Concentrations horaires simulées de PM10 en cas de vent faible de sud-ouest

Le quartier de Volga-Plage verrait ainsi des concentrations horaires de l'ordre de  $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ceci représente tout de même une augmentation de 66% par rapport aux niveaux globaux (hors brume de sable). On estime à 1800 personnes le nombre d'habitants impactés par cette hausse des concentrations.

Au niveau de l'autoroute A1, les concentrations seraient plus élevées : jusqu'à  $100\mu\text{g}/\text{m}^3$  ponctuellement. Toutefois, le vent faible entraîne une dispersion limitée des particules, celles-ci s'éloignant peu de leur point d'émission. La population du quartier Dillon vivant à proximité de la route est faiblement impactée dans ce cas de figure.

**Le risque d'exposition aux particules fines PM10 des résidents des zones étudiées est plus élevé dans les conditions climatiques dites « normales » que lors des configurations « défavorables ». En effet, ce polluant reste proche de la zone d'émission en cas de vents faibles et concerne ainsi une zone plus limitée.**

### IV.3.3 Dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>

De même que pour les autres polluants étudiés, une configuration de vents faibles orientés au sud-ouest provoque une augmentation des concentrations dans la zone d'étude.

La centrale thermique de Pointe des Carrières étant la principale source de ce polluant, c'est le quartier de Volga-Plage qui est le plus susceptible d'être impacté.

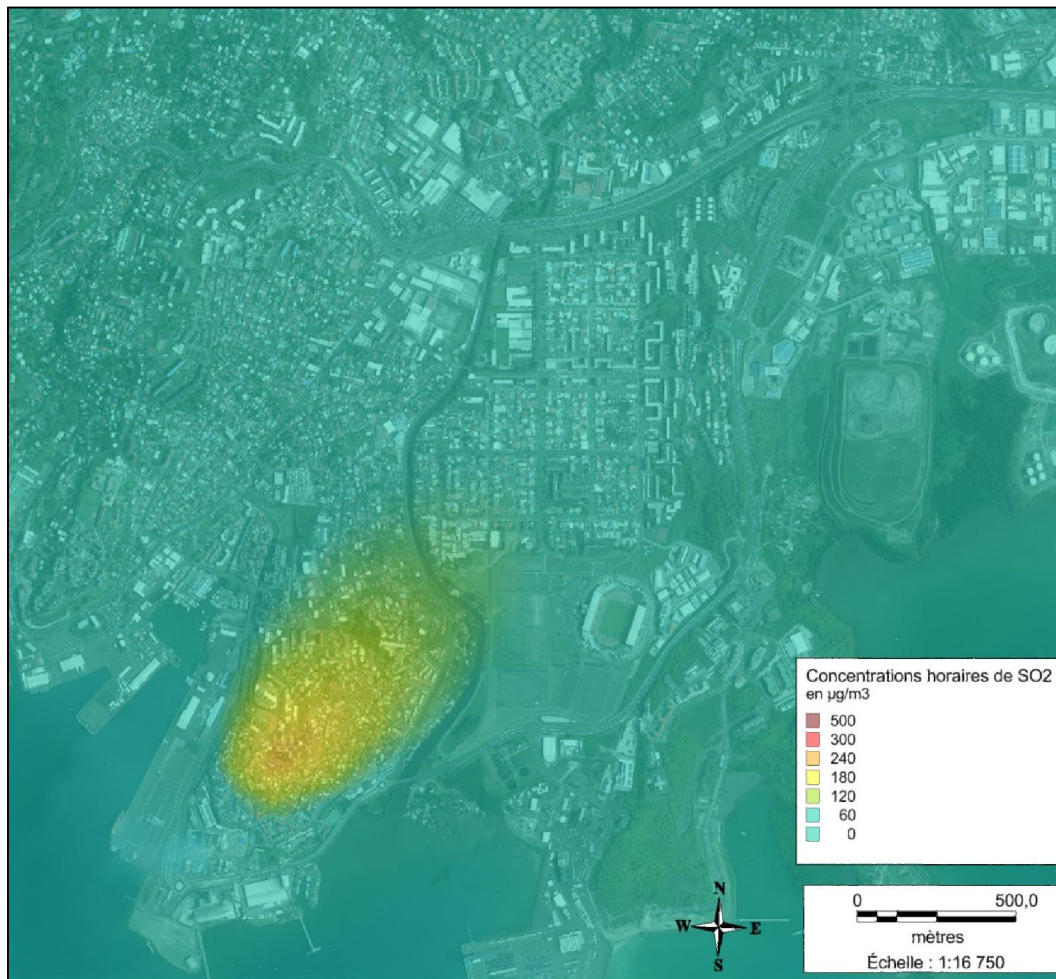


Figure 23 Concentrations simulées de SO<sub>2</sub> en cas de vent faible de sud-ouest

Nos simulations montrent des concentrations de l'ordre de 200 µg/m<sup>3</sup> à Volga-Plage. Des niveaux toujours inférieurs au seuil horaire d'information et de recommandation mais qui représente tout de même 20000% d'augmentation par rapport aux concentrations moyennes.

A Dillon, les concentrations horaires maximales de SO<sub>2</sub> pourraient atteindre 45µg/m<sup>3</sup>, soit une augmentation de 2900% par rapport aux moyennes du quartier.

Ainsi, le risque de dépasser les normes en dioxyde de soufre semble exister dès lors que les situations météorologiques sont défavorables à la dispersion rapide des polluants dans l'air.



Comme pour le dioxyde d'azote, on considèrera que la quasi-totalité de la population est impactée, soit près de 11 000 personnes.

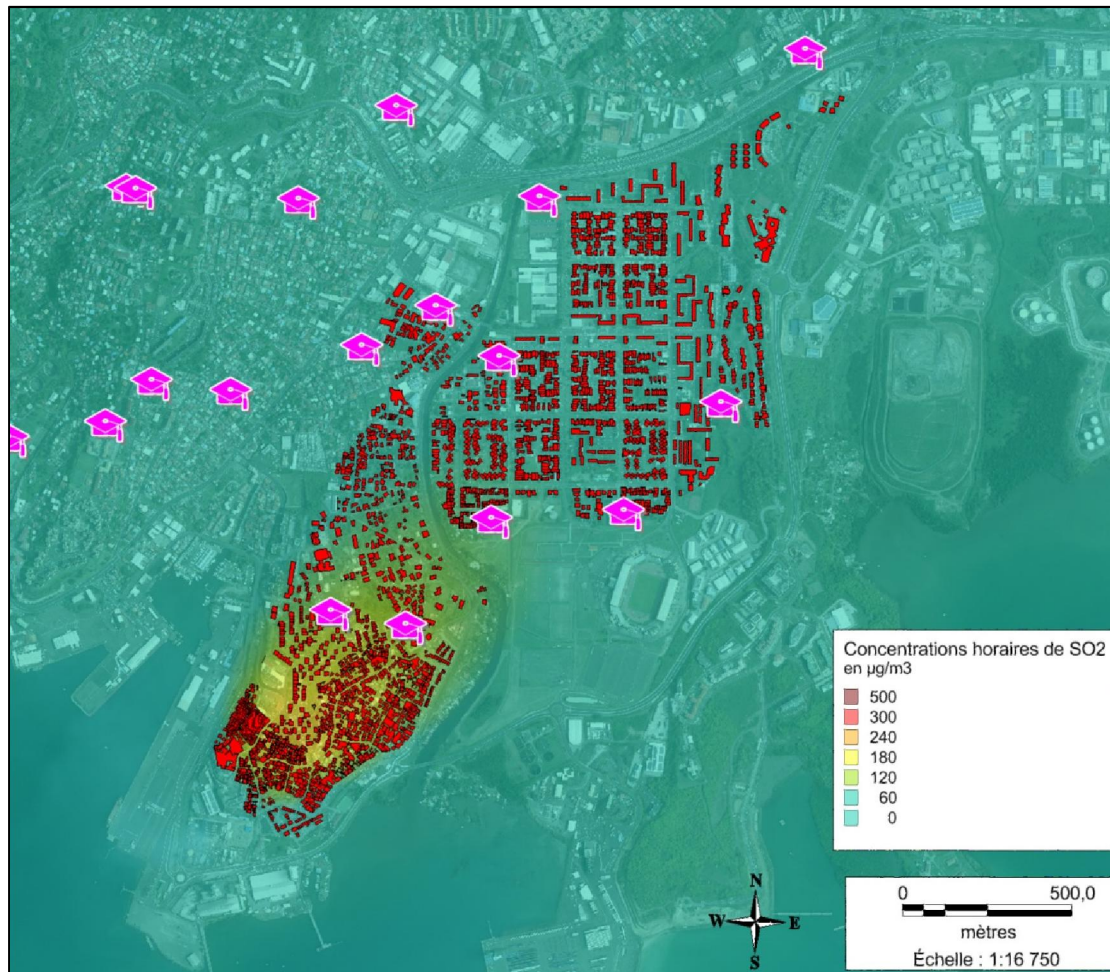


Figure 24 Population impactée par les concentrations de SO<sub>2</sub> en cas de vent faible de sud-ouest

Là encore, les 9 écoles et groupes scolaires connaîtraient des concentrations plus élevées que d'ordinaire. Nos modèles montrent des concentrations de l'ordre de 130 µg/m<sup>3</sup> au niveau des écoles de Volga notamment.

**Ainsi, lors de conditions météorologiques défavorables à la dispersion des polluants, 11 000 personnes semblent concernées par un risque d'exposition aigu au dioxyde de soufre, principalement les habitants de la zone de Volga-Plage, contrairement aux conditions « normales » où le risque est faible.**

## V. Conclusion

Cette étude a eu pour but d'étudier l'impact des sources anthropiques de pollution atmosphérique dans les quartiers de Dillon et Volga-Plage, dans la commune de Fort-de-France. Madinair a simulé les concentrations de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), de particules de diamètres inférieure à 10 µm (PM10) et de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>).

Il ressort que de manière globale, les concentrations annuelles restent inférieures aux valeurs limites réglementaires pour les trois polluants.

Il existe toutefois des risques chroniques de dépassement des normes environnementales propres à chaque composé. De plus, une analyse fine montre que les concentrations annuelles ne sont pas homogènes sur toute la zone et que certains points sont plus sensibles et donc susceptibles de subir des concentrations élevées. C'est notamment le cas pour la zone Nord de Dillon, où vivent environ 1200 personnes, en bordure immédiate de l'autoroute A1, axe majeur de Martinique. Les calculs effectués montrent des concentrations pouvant atteindre 35 µg/m<sup>3</sup> pour le NO<sub>2</sub> et 38 µg/m<sup>3</sup> pour les particules fines. Dans ces zones, les populations semblent soumises à un risque élevé d'exposition chronique aux polluants issus du trafic automobile.

La bordure de la RN 9, à hauteur de la zone de Rivière-Roche, et le sud de Volga-Plage sont également exposés à des niveaux de pollution plus élevés que la moyenne. Enfin, d'après nos estimations, 3 écoles se situent dans des zones où le risque de dépassement des normes est plus important.

Il convient de noter toutefois que les concentrations en particules fines sont globalement influencées par les phénomènes de brume de sable saharienne, qui varient chaque année et sont difficilement prévisibles à long terme.

Nos simulations montrent également que la zone d'étude est finalement peu impactée, au regard des concentrations moyennes annuelles, par la pollution en dioxyde de soufre. Les sources industrielles de ce polluant étant situées en bord de mer, les rejets sont majoritairement dispersés vers le large.

L'étude de l'influence des paramètres météorologiques sur l'exposition aigue a montré des variations importantes des concentrations horaires suivant la variation de la vitesse et de la direction des vents.

Pour les vents majoritaires, de secteur est nord-est à sud sud-est et de 2 à 7 m/s, les concentrations horaires semblent peu varier pour les trois polluants considérés.

Toutefois, épisodiquement, les concentrations horaires les plus importantes sont ainsi observées pour des vents orientés au sud-ouest et pour des vitesses de vent faible (inférieure à 2m/s) pour le dioxyde de soufre et à moindre mesure le dioxyde d'azote. L'influence de la centrale thermique de Pointe des Carrières, située au sud-ouest de la zone d'étude explique ces niveaux plus élevés. Les calculs effectués ont montré que les concentrations maximales horaires de SO<sub>2</sub> pourraient augmenter jusqu'à 200 µg/m<sup>3</sup> dans le quartier de Volga et 45 µg/m<sup>3</sup> à Dillon. Ces niveaux élevés induisent une augmentation du risque de dépasser les normes environnementales horaires, et impactent alors la quasi-totalité des habitants de la zone, soit 11 000 personnes, dont 9 écoles. Ces configurations particulières sont peu fréquentes, mais se présentent chaque année.

Les calculs effectués par Madininair montrent que les concentrations en polluants atmosphériques peuvent atteindre des niveaux proches des valeurs limites réglementaires à certains endroits de la zone d'étude et/ou selon certaines configurations météorologiques.

Selon les cas, entre 1200 et 11000 personnes sont concernées par une exposition chronique ou aiguë aux polluants atmosphériques réglementés.

Cette étude, basée sur des simulations, devra être complétée par des mesures précises sur le terrain afin de déterminer les concentrations réelles auxquelles sont exposés les habitants de ces quartiers et ainsi, d'évaluer le risque de dépassement des normes environnementales par la mesure.

Ainsi, la mesure pourra s'orienter suivant les trois points conclusifs de cette étude :

- **un risque chronique de dépasser les normes environnementales en NO<sub>2</sub>** principalement sur le quartier nord de Dillon. Ainsi, dans le cadre du programme Air, Madininair en partenariat avec la CACEM, suit l'évolution des concentrations en NO<sub>2</sub> dans la zone et principalement à proximité du trafic dense. La pérennisation de ce suivi est donc essentielle, pour visualiser l'évolution des concentrations en fonction des aménagements urbains et du développement de la mobilité de la zone.
- **un risque chronique de dépasser les normes en PM<sub>10</sub>**, toutefois, ce risque semble étendu sur l'ensemble de la Région, ainsi, la surveillance des PM<sub>10</sub> est réalisée en plusieurs sites de la CACEM en continu et en temps réel, à travers les stations fixes de Madininair
- **un risque aigu de dépasser les normes environnementales en SO<sub>2</sub> et NO<sub>2</sub>** dans la zone de Volga-Plage. Cette étude montre un besoin d'accroître les connaissances de la qualité de l'air dans cette zone, notamment en évaluant le risque de dépasser les normes horaires et journalières pour ces polluants, notamment lors des conditions météorologiques défavorables.

## Table des illustrations

Figure 1 Zone d'étude et sources principales de pollution atmosphérique _____	9
Figure 2 Rose des vents à la station Météo Lamentin-Aéroport- source Météo-France _____	12
Figure 3 Bâti habité (en rouge) _____	13
Figure 4 Concentrations annuelles de NO <sub>2</sub> (Fond IGN-BD ORTHO2010) _____	14
Figure 5 Population impactée par la pollution en NO <sub>2</sub> _____	16
Figure 6 Concentrations annuelles de PM10 (Fond IGN- BD ORTHO 2010) _____	18
Figure 7 Population impactée par les niveaux de PM10 _____	19
Figure 8 Concentrations annuelles de SO <sub>2</sub> (Fond IGN-BD ORTHO 2010) _____	21
Figure 9 Nombre de mesure relevée par direction de vent _____	23
Figure 10 Variations moyennes des concentrations horaires de NO <sub>2</sub> en fonction de la direction du vent _____	24
Figure 11 Maximas de concentrations horaires de NO <sub>2</sub> et populations impactées en cas de vent à 220° (sud-ouest) _____	25
Figure 12 Variations moyennes des concentrations horaires de PM10 en fonction de la direction du vent _____	26
Figure 13 Maximas de concentrations horaires de PM10 et populations impactées en cas de vent à 220° (sud-ouest) _____	27
Figure 14 Variations moyennes des concentrations horaires de SO <sub>2</sub> en fonction de la direction du vent _____	28
Figure 15 Maximas de concentrations horaire de SO <sub>2</sub> et populations impactées en cas de vent sud sud-ouest à 220° _____	29
Figure 16 Nombre de mesures horaires relevées par vitesse de vent _____	30
Figure 17 Concentrations horaires de NO <sub>2</sub> en fonction de la vitesse du vent _____	31
Figure 18 Concentration de PM10 en fonction de la vitesse du vent _____	32
Figure 19 Concentration de SO <sub>2</sub> en fonction de la vitesse du vent _____	33
Figure 20 Concentrations horaires de NO <sub>2</sub> simulées en cas de vent faible de secteur sud-ouest _____	34
Figure 21 Population impactée par les concentrations horaires de NO <sub>2</sub> en cas de vent faible de sud-ouest _____	35
Figure 22 Concentrations horaires simulées de PM10 en cas de vent faible de sud-ouest _____	37
Figure 23 Concentrations simulées de SO <sub>2</sub> en cas de vent faible de sud-ouest _____	38
Figure 24 Population impactée par les concentrations de SO <sub>2</sub> en cas de vent faible de sud-ouest _____	39

## Glossaire

AASQA : Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l’Air

ADMS : Atmospheric Dispersion Modelling System

CACEM : Communauté d’Agglomération du Centre de la Martinique

CERC : Cambridge Environmental Research Consultant

IGN : Institut Géographique National

INERIS : Institut National de l’Environnement Industriel et des Risques

INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

IRIS : Ilots Regroupés pour l’Information Statistique

LCSQA : Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l’Air

NO<sub>x</sub> : Oxydes d’azote (NO + NO<sub>2</sub>)

NO<sub>2</sub> : Dioxyde d’azote

SO<sub>2</sub> : Dioxyde de soufre

PM10 : Particules de diamètre inférieur à 10 µm

PCIT : Pôle de Coordination national sur les Inventaires d’émission Territoriaux

SNIEBA : Système National d’Inventaires d’Emissions et de Bilans dans l’Atmosphère

SNAP : Selected Nomenclature for Air Pollution

UIOM : Unité d’Incinération des Ordures Ménagères

## Unités

m/s : mètre par seconde

t : tonnes

t/an : tonnes par an

µm : micromètre (1 millionième de mètre)

µg/m<sup>3</sup> : microgramme par mètre cube

## ANNEXE A : L'Inventaire Spatialisé des émissions de polluants atmosphériques et gaz à effet de serre de Madinair

Depuis 2012, Madinair élabore chaque année un Inventaire spatialisé des émissions de polluants atmosphériques et gaz à effets de serre.

- Définitions

L'inventaire des émissions est une description quantitative et qualitative des polluants rejetés dans l'air par les activités humaines et les sources naturelles sur le territoire martiniquais.

Cet inventaire est spatialisé. C'est-à-dire que les émissions sont réparties géographiquement. Ceci permet d'estimer les émissions annuelles au niveau de la région, de l'agglomération, de la commune ou de l'IRIS (subdivision de la commune établie par l'Insee).

Les émissions de polluants correspondent à une quantité émise directement dans l'atmosphère. Elles sont exprimées en kilogrammes ou en tonnes par an.

A ne pas confondre avec les concentrations, qui caractérisent l'air que nous respirons à un endroit et à un moment donné, elles s'expriment en microgrammes par mètre cube d'air prélevé ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

- Méthode de calcul des émissions

L'inventaire élaboré par Madinair suit les recommandations méthodologiques du Pôle de Coordination nationale des Inventaires Territoriaux (PCIT) mises en place par l'arrêté SNIEBA (Système National d'Inventaires d'Emissions et de Bilans dans l'Atmosphère) du 24 août 2011.

Les émissions sont calculées pour chaque type d'activité polluante et pour chaque polluant telles que :

$$\text{EMISSIONS} = \text{Activité} \times \text{Facteur d'émission}$$

Exemple d'activité : Consommation de combustible (fuel, bagasse), production industrielle, cheptel, surface agricole, population, trafic automobile, trafic aérien...

Ces données d'activité, appelées *données d'entrée*, sont issues de statistiques nationales et locales, obtenues auprès d'industriels, des recensements de population etc....

Les facteurs d'émissions sont issus de la littérature scientifique et sont regroupés dans l'ouvrage de référence Organisation et Méthodes des Inventaires Nationaux des Emissions Atmosphériques en France (OMINEA). Ils décrivent la quantité de polluant émise pour une unité d'activité.

Exemple de facteur d'émission : La consommation d'1 GJ de fioul émet 180 g de NO<sub>x</sub>, l'extraction d'une tonne de roche émet 180g de particules, 1.6 kg de COV sont émis par l'utilisation de solvants domestiques par an et par habitant.

- Les sources

Les sources polluantes sont réparties en 3 types :

- ✓ Les sources ponctuelles : les grandes sources industrielles dont les coordonnées géographiques sont précisées. 26 installations sont représentées en sources ponctuelles : les centrales thermiques de production d'électricité, les distilleries et sucreries etc...
- ✓ Les sources linéaires : les tronçons routiers sur lesquels il est estimé que la pollution est rejetée sur toute la longueur du brin. 250 tronçons routiers ont été simulés à partir des données de trafic disponibles.
- ✓ Les sources surfaciques : ce sont les autres sources de pollutions pour lesquelles les émissions sont estimées sur une surface (commune, IRIS).

Près de 70 activités anthropiques et phénomènes naturels « polluants » sont recensés dans l'Inventaire de Madininair. Les quantités de rejets sont estimées annuellement pour l'année N-2 (Par exemple, la version 2016 de l'Inventaire des émissions recense les rejets de l'année 2014.)

- Les polluants

L'inventaire des émissions développé à Madininair recense les rejets de près de 40 polluants atmosphériques :

- ✓ Les polluants contribuant à l'acidification, l'eutrophisation et la pollution photochimique : les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), les composés organiques volatiles (COV), le monoxyde de carbone (CO), l'ammoniac (NH<sub>3</sub>), le benzène ...
- ✓ Les particules en suspension : PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>1</sub>, particules totales
- ✓ Les gaz à effet de serre : dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), méthane (CH<sub>4</sub>), protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), hexafluorure de soufre (SF<sub>6</sub>), hydrofluorocarbures (HFC)
- ✓ Les métaux lourds (9 polluants)

- ✓ Les polluants organiques persistants : Dioxines et furanes, HAP (8 polluants)

- La base de données finale

Les résultats de calculs sont regroupés dans une base de données à partir de laquelle plusieurs formats de restitutions sont possibles. Les émissions peuvent ainsi être extraites et analysées suivant différents référentiels :

- ✓ La nomenclature SNAP (Selected Nomenclature for Air Pollution, nomenclature européenne relative aux activités émettrices de polluants), au 3<sup>ème</sup> niveau.
- ✓ La commune
- ✓ L'IRIS
- ✓ Le format SECTEN (Secteurs Economiques et Energie) : regroupement des activités polluantes en 6 grands secteurs d'émissions (au 1<sup>er</sup> niveau) et en sous-secteurs (2<sup>ème</sup> niveau).



## ANNEXE B : Le Modèle ADMS-Urban

ADMS-Urban repose sur le modèle de dispersion atmosphérique ADMS (*Atmospheric Dispersion Modelling System*) développé depuis 1993 par le *Cambridge Environmental Research Consultant* (CERC) et distribué en France et dans les pays francophones par NUMTECH.

ADMS-Urban dans sa version 4.0, permet de prendre en compte la dispersion simultanée de plusieurs polluants (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, COV, particules...) émis par plus de 7 500 sources différentes telles que :

- ✓ les routes et les trafics associés (jusqu'à 150 000 brins peuvent être considérés) ;
- ✓ les sources industrielles ponctuelles ;
- ✓ les sources diffuses (modélisées sous la forme de volumes ou de surfaces).

ADMS-Urban est un modèle conçu pour travailler de l'échelle de la rue (« Canyon street»), avec une prise en compte des effets de turbulence liés au trafic et aux effets « canyons », jusqu'à celle de l'agglomération (~ 40 km x 40 km), où des phénomènes tels que la photochimie sont considérés. Pour cela, le système comprend de nombreux modules permettant d'étudier la qualité de l'air à l'échelle de la rue/route, du quartier ou de l'agglomération :

- ✓ **Modèle de terrain** : à partir de paramètres météorologiques moyens, le modèle d'écoulements fluides diagnostique FLOWSTAR calcule les champs de vent (résolution de l'ordre de 100 m) et de turbulence en prenant en compte l'effet de la topographie et de la rugosité du sol ;
- ✓ **Pré-processeur météorologique** : à partir de données météorologiques mesurées au sol, un pré processeur météorologique calcule dans les 3 dimensions, les paramètres de la couche atmosphérique de dispersion (entre le sol et 2 000 mètres d'altitude) ;
- ✓ **Modèle de dépôt** : calcul du dépôt sec et du lessivage par les pluies des effluents.
- ✓ **Modèle de trajectoire des panaches** : pour les sources ponctuelles (cheminées industrielles...), un modèle dynamique calcule intégralement la trajectoire des panaches émis (surélévation) à partir des vitesses d'éjection et des températures des rejets ;
- ✓ **Modèle photochimique** : ADMS intègre un code photochimique incluant la chimie des NO<sub>2</sub>, NO, des COV et de l'ozone. Il utilise notamment les données de rayonnements solaires pour calculer les taux de photolyse. Il intègre également une corrélation NO<sub>x</sub>-NO<sub>2</sub> dite de Derwent-Middleton (1996) qui permet de restituer les concentrations en NO<sub>2</sub> à partir des concentrations estimées en NO<sub>x</sub>.

- ✓ Module statistique : ce module permet notamment de faire des comparaisons directes avec les valeurs réglementaires ;
- ✓ Modèle des effets « Street Canyon » : prise en compte des phénomènes de recirculations dans les rues, et de la turbulence provoquée par le passage des véhicules entre les bâtiments.

Les principales données d'entrée à fournir au modèle sont les suivantes :

- ✓ **des données météorologiques :**

Les données météorologiques mesurées à fréquence horaire au niveau d'une ou plusieurs station(s) de surface Météo France sont collectées.

Des données à la fois dynamiques et thermiques sont utilisées, notamment pour estimer la stabilité de l'atmosphère : vitesse et direction du vent, température sous abri, nébulosité, rayonnement...

- ✓ **des données d'émissions:**

Issues de l'inventaire des émissions, elles intègrent la localisation des sources, leur géométrie et leurs émissions.

- ✓ **la pollution de fond:**

La pollution de fond permet d'intégrer au calcul, les sources d'émissions qui ne sont pas explicitées dans le modèle ainsi que les particules d'origine naturelle (brume de sable, aérosols marins, ...), les effets de re-suspension des particules, les aérosols secondaires, et l'apport des masses d'air extérieures.

- ✓ **des données topographiques, d'occupation des sols et de bâti relatives au domaine d'étude :**

La nature des sols, pouvant influencer la progression des panaches, est prise en compte via l'utilisation d'un paramètre de rugosité variable sur le domaine (intégrant la présence de la mer, de zones urbanisées, et de zones dégagées). Ces données seront collectées via la base de données Corin Land Cover, publiée par l'IFEN.

Les effets de l'hétérogénéité des sols, et du relief, sur la dispersion des panaches, sont pris en compte via le couplage du modèle FLOWSTAR à ADMS Urban. Pour chaque donnée météorologique d'entrée, les champs de vent et de turbulence sont recalculés sur le domaine d'étude et sur plusieurs niveaux verticaux (jusqu'à 2 000 m au-dessus du sol).

Les données nécessaires à la prise en compte de l'effet local du relief sur la dispersion des polluants proviennent de la BD TOPO de l'IGN, à défaut BD ALTI ou équivalent). Par ailleurs, l'information sur le bâti contenue dans la BD TOPO est utilisée pour l'estimation du canyon des axes routiers modélisés.