



PLAN DE PROTECTION DE L'ATMOSPHÈRE

COMPLÉMENT DE LA PARTIE II - DIAGNOSTIC PHYSIQUE

Plan de Protection de l'Atmosphère

Complément : Partie II : Diagnostic physique

Programme conventionné par la Direction de l'Environnement de
l'Aménagement et du Logement, DEAL

2012

Madininair : Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air

En cours de Certification ISO 9001

	Rédaction		Approbation
Nom	C. BOULLANGER	S. SOTO	S. GANDAR
Qualité	Ingénieur d'études	Chargé d'études modélisation	Directeur
Visa			

PARTIE II : Diagnostic physique

1. Informations générales

1.1. Présentation de la zone concernée par le PPA et justification de son étendue

La directive européenne 2008/50/CE définit la stratégie de surveillance de la qualité de l'air en fonction d'un zonage. De ce fait, la Martinique se découpe en trois zones :

- **deux zones urbaines régionales (ZUR) :**
 - o La ZUR de Fort-de-France qui comprend l'agglomération de Fort-de-France (communes de Fort-de-France, Schoëlcher, Case-Pilote, Saint-Joseph) et la commune du Lamentin
 - o La ZUR du Robert, nouvellement définie suivant l'agglomération du Robert, qui comprend 11 communes (Gros-Morne, Robert, François, Saint-Esprit, Vauclin, Marin, Sainte-Anne, Sainte-Luce, Rivière-Pilote, Rivière-Salée et Ducos)
- **une zone régionale (ZR)** regroupant le reste du territoire (18 communes)

Madininair, association agréée pour la surveillance de la qualité de l'air en Martinique, au regard de cette directive, surveille en priorité la qualité de l'air dans les zones urbaines régionales, qui concentrent la majorité de la population et la plus grande densité de population.

De plus, en 2011, dans le cadre du Schéma Régional Climat Air Energie, Madininair a défini, suivant la méthodologie nationale, les communes dites « sensibles » sur le territoire de la Martinique. La Martinique compte 7 communes sensibles : Fort-de-France, Lamentin, Ducos, Rivière-Salée, Le Robert, Schoëlcher, Saint-Pierre.

Ainsi, les communes concernées par le PPA Martinique sont les 5 communes de la ZUR de Fort-de-France, les 11 communes de la ZUR du Robert et la commune de Saint-Pierre. Cette commune isolée de la ZR a la particularité de rassembler les carrières nord-caraïbes les plus productives de l'île. Ces carrières sont émettrices de particules fines et ont un impact environnemental et sanitaire pour les riverains à proximité.

Ce document présente l'élargissement de la zone du PPA à l'agglomération du Robert, nouvellement définie par l'INSEE, et à la commune de Saint-Pierre, il vient donc en complément du PPA de l'agglomération de Fort-de-France, rendu à la DEAL en avril 2012. Ce document ne traitera donc que des communes de la

ZUR du Robert et de Saint-Pierre, et inclura les cartes de l'ensemble de la Martinique.

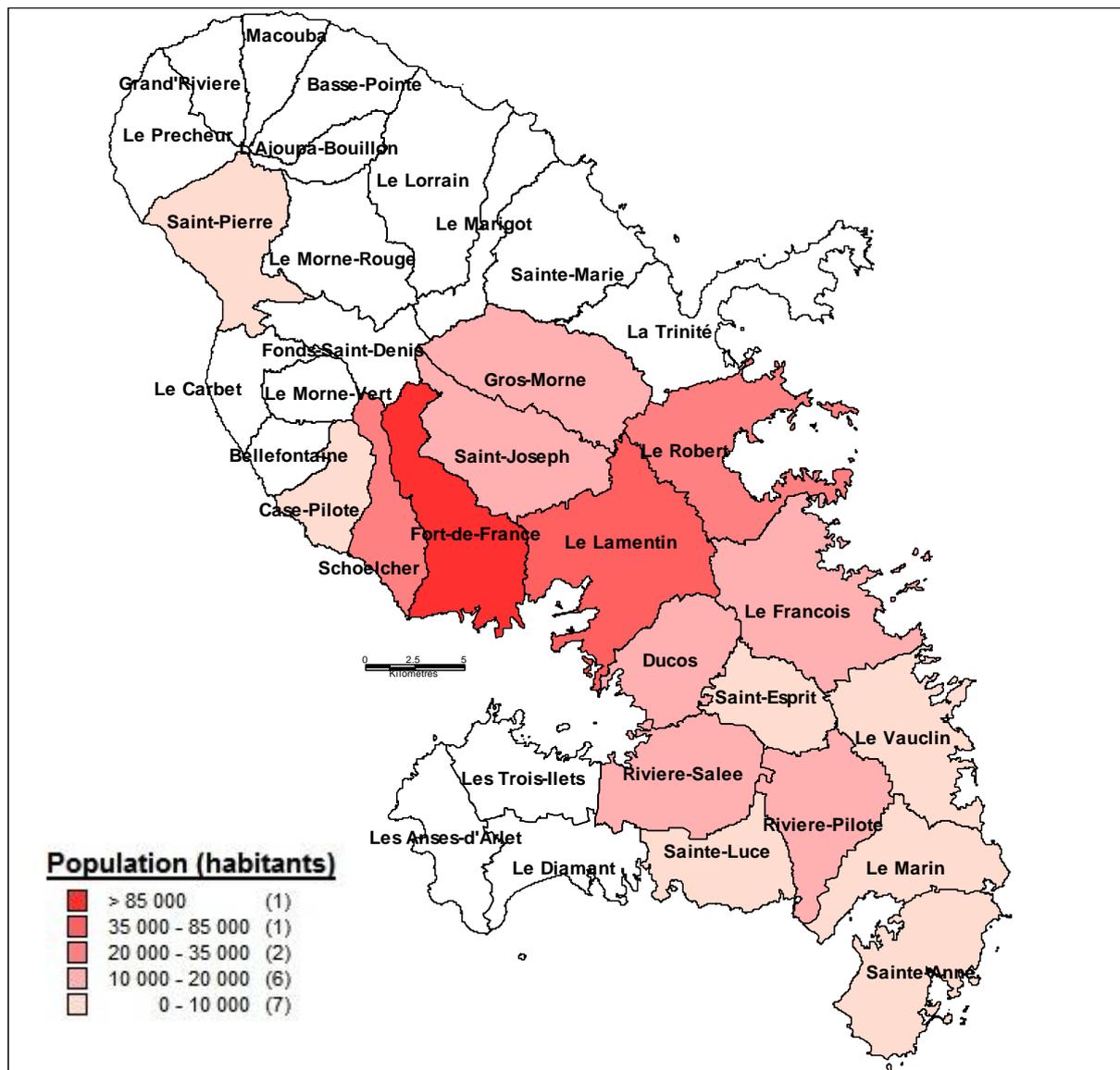


Figure 1 : nombre d'habitants dans les 17 communes du PPA. (INSEE, 2007)

L'agglomération du Robert, nouvellement définie par l'INSEE, ne dispose en 2011, d'aucune station de mesure fixe et donc d'aucun suivi en continu de l'évolution des polluants atmosphériques.

Cependant, depuis quelques années, des études ponctuelles ont été réalisées dans les communes de l'agglomération du Robert et la commune de Saint-Pierre. Ces études ont mis en évidence un risque de dépassement de la valeur limite en dioxyde d'azote et particules fines dans certaines communes, notamment les communes de Saint-Pierre et du Robert.

En Martinique, les communes concernées par le PPA comptent, au total, environ 312 749 habitants, et 17 communes (Tableau 1).

	Code INSEE	Nom de la Commune	Superficie (km²)	Population (INSEE 2009)
Agglomération de Fort-de-France	97209	Fort-de-France	44.21	88440
	97213	Le Lamentin	62.32	39162
	97229	Schoelcher	21.17	21162
	97205	Case-Pilote	18.44	4490
	97224	Saint-Joseph	43.29	16730
Agglomération du Robert	97222	Le Robert	47.30	23533
	97212	Gros-Morne	54.25	10686
	97210	Le François	53.93	19474
	97223	Saint-Esprit	23.46	9190
	97232	Le Vauclin	39.06	9087
	97217	Le Marin	31.54	8828
	97226	Sainte-Anne	38.42	4703
	97220	Rivière-Pilote	35.78	13468
	97227	Sainte-Luce	28.02	9684
	97221	Rivière-Salée	39.38	12945
	97207	Ducos	37.69	16714
Saint Pierre	97225	Saint-Pierre	38.72	4453

Tableau 1 : Description des communes du PPA. (Source : INSEE, 2009)

1.1.1. Occupation de la zone du PPA

L'occupation des communes a été définie pour les villes et ainsi le nombre d'agglomération, selon la définition de l'INSEE, sur la base de la notion d'unité urbaine reposant sur la continuité de l'habitat. Les 5 communes du ZUR de Fort-de-France et les 11 communes de la ZUR du Robert répondent à cette définition (Figure 2).

Sur chacune de ces communes, l'occupation des zones d'activité économique a été cartographiée. Ces zones ont été définies sur la base du Plan Local d'Urbanisme ou du Plan d'occupation des sols selon les communes. Ces zones d'activité comprennent les activités liées aux tertiaires, artisanales, industrielles, portuaires, aéroportuaires, et comprennent également les projets futurs urbanisations à vocation économique. Ces zones d'activité sont essentiellement développées dans les communes de Fort-de-France et Lamentin. En effet, ces deux communes comprennent les zones industrielles de Pointes des carrières, comprenant une centrale thermique, de la Jambette, disposant notamment, de l'unité d'incinération d'ordures ménagères et de la raffinerie pétrolière des Antilles, de Californie, des Mangles, de la Lézarde, de Lareinty, de Place d'Armes et de l'aéroport. Des projets

d'aménagement portuaires sont définis également sur les communes de Fort-de-France, Case-Pilote et Lamentin.

Aucune de ces communes n'est définies comme rurale, c'est-à-dire où l'agriculture vivrière et les activités agricoles sont les principales sources de revenu, avec une faible densité de population.

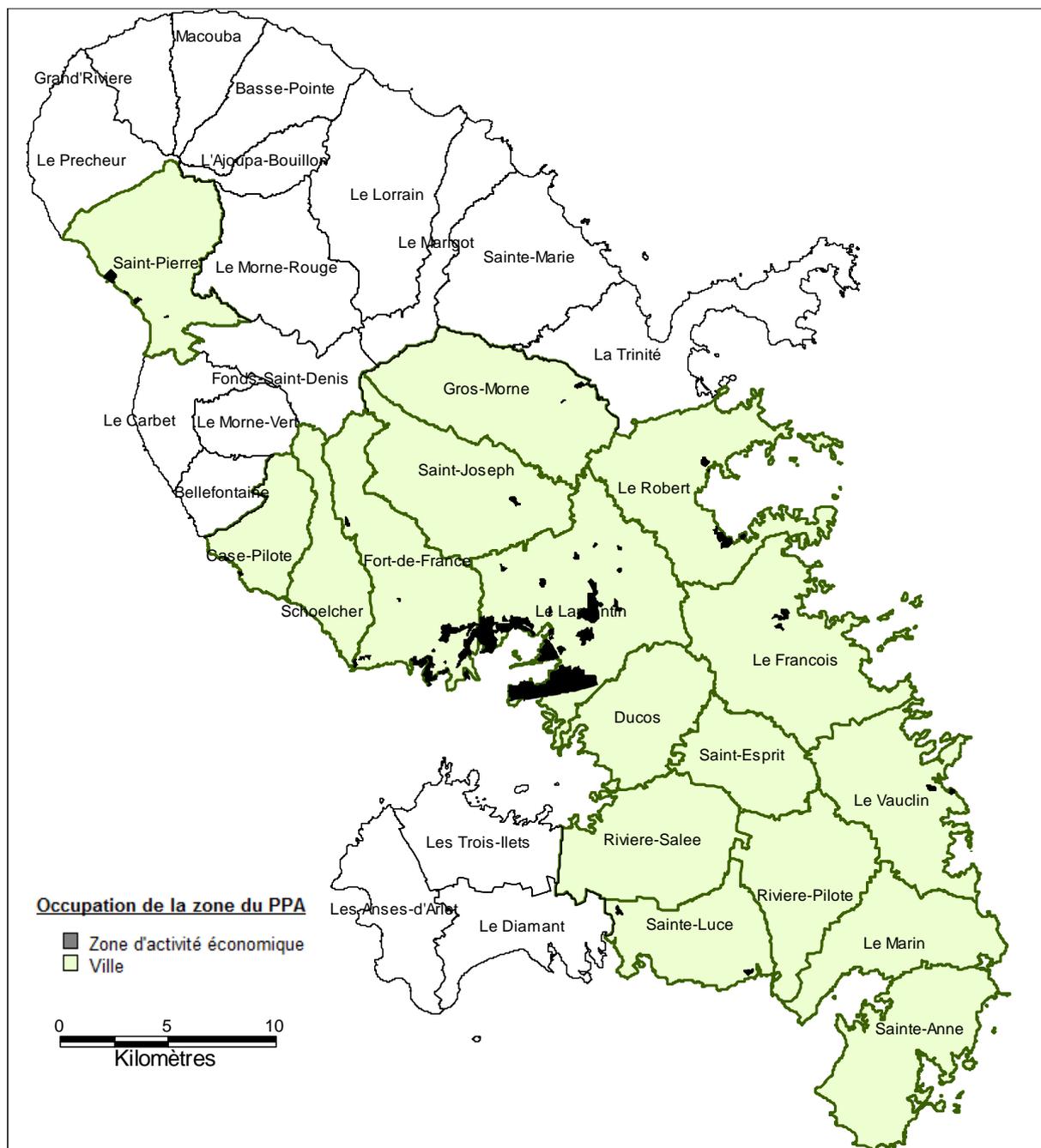


Figure 2 : Occupation de la zone du PPA (Source : PLU ou POS des communes)

1.1.2. Renseignements suffisants concernant le type d'éléments « cibles » de la zone concernée qui doivent être protégées

➤ La population sensible

La Martinique compte au total 312 749 habitants (INSEE, 2009). La zone du PPA comprend 79% de la population (43% dans la ZUR de Fort-de-France, 35% dans la ZUR du Robert et 1% dans la commune de Saint-Pierre). Dans cette zone, la majorité de la population est comprise entre 30 et 59 ans. Cependant, la part de la population sensible est élevée et représente 31% de la population de la zone PPA. Ces personnes sensibles regroupent les moins de 14 ans (16 %) et les plus de 60 ans (15%). De plus, en Martinique, les personnes de plus de 60 ans ne cessent d'augmenter. De 1999 à 2006, leur nombre a augmenté de 15%.

	Code INSEE	Nom de la Commune	Pop 0-14 ans	Pop 15-29 ans	Pop 30-44 ans	Pop 45-59 ans	Pop 60-74 ans	Pop 75 ans ou plus
Agglomération de Fort-de-France	97209	Fort-de-France	16865	16706	17736	18255	11742	7136
	97213	Le Lamentin	8390	7367	9022	7681	4748	1954
	97229	Schœlcher	3676	4415	4205	4526	2912	1428
	97205	Case-Pilote	890	762	858	1089	670	220
	97224	Saint-Joseph	3267	3075	3463	3774	2192	959
Agglomération du Robert	97222	Le Robert	5047	4377	5234	4771	2718	1385
	97212	Gros-Morne	2084	1798	2074	2387	1441	902
	97210	Le François	4077	3364	4012	4213	2515	1294
	97223	Saint-Esprit	1825	1562	1836	2034	1275	658
	97232	Le Vauclin	1790	1588	1845	1897	1287	679
	97217	Le Marin	1900	1383	1693	1986	1202	664
	97226	Sainte-Anne	996	688	1038	1017	690	274
	97220	Rivière-Pilote	2778	2409	2641	3015	1708	918
	97227	Sainte-Luce	2008	1636	2206	2255	1125	454
	97221	Rivière-Salée	2911	2450	2768	2707	1495	615
Saint Pierre	97207	Ducos	2991	3519	3591	3933	1907	773
	Total		62327	57878	65018	66509	40210	20807

Tableau 2 : Répartition de la population par tranche d'âge en 2009 (INSEE, 2009)

➤ Les espaces naturels

Le parc naturel régional s'étend totalement sur les communes de Saint-Pierre, Sainte-Anne, Marin, Rivière-Pilote, et partiellement sur les autres communes de la zone du PPA. De plus, des zones protégées de protection du biotope sont

retrouvées sur les îles des communes du Robert, François et dans les communes de Saint-Esprit et Sainte-Anne (Figure 3).

Ces espaces naturels doivent être protégés de la pollution urbaine des villes à proximité.

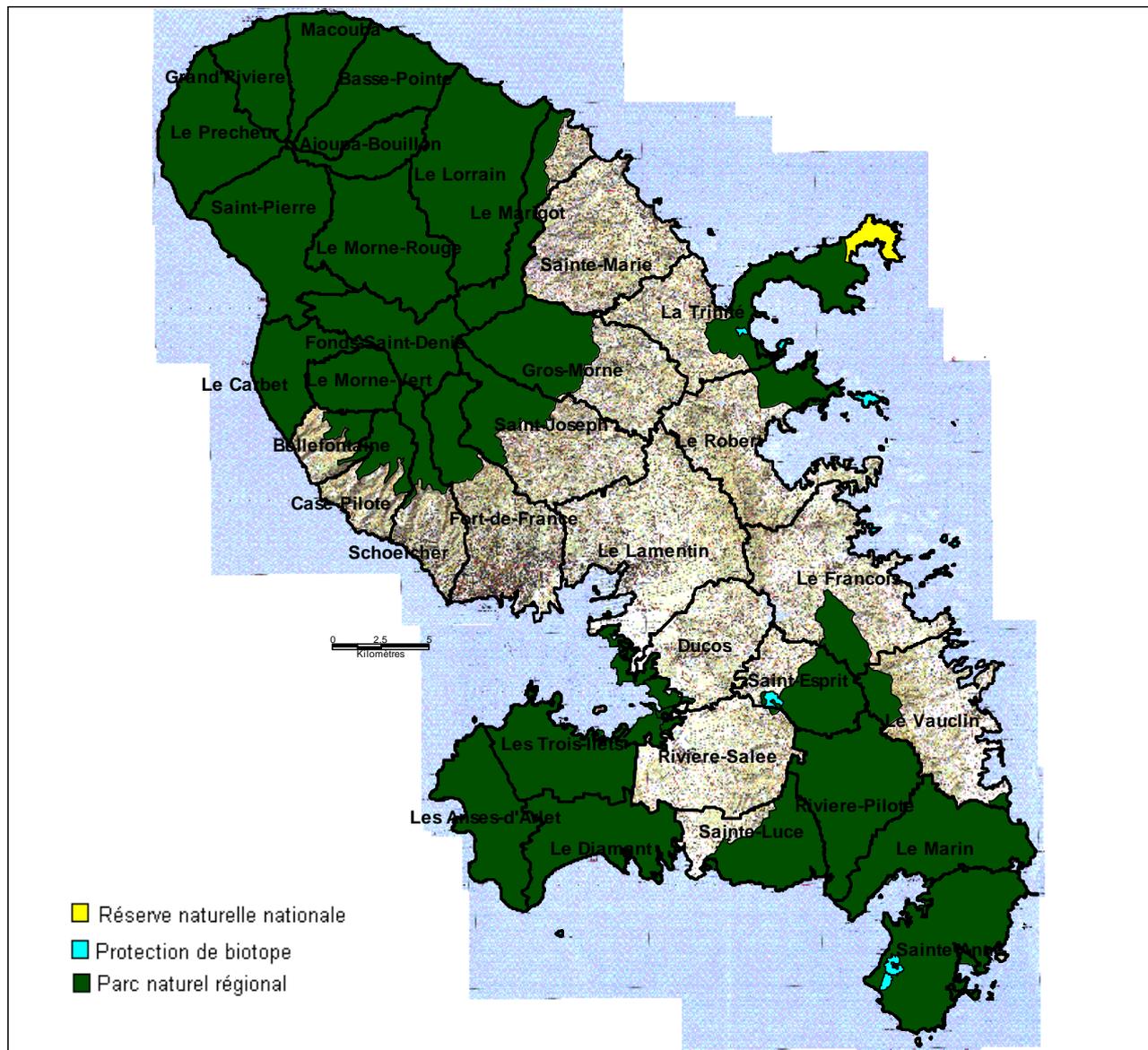


Figure 3 : Espaces naturels protégés en Martinique
(Source : Muséum National d'Histoire Naturelle)

1.2. Dispositif de surveillance de la qualité de l'air

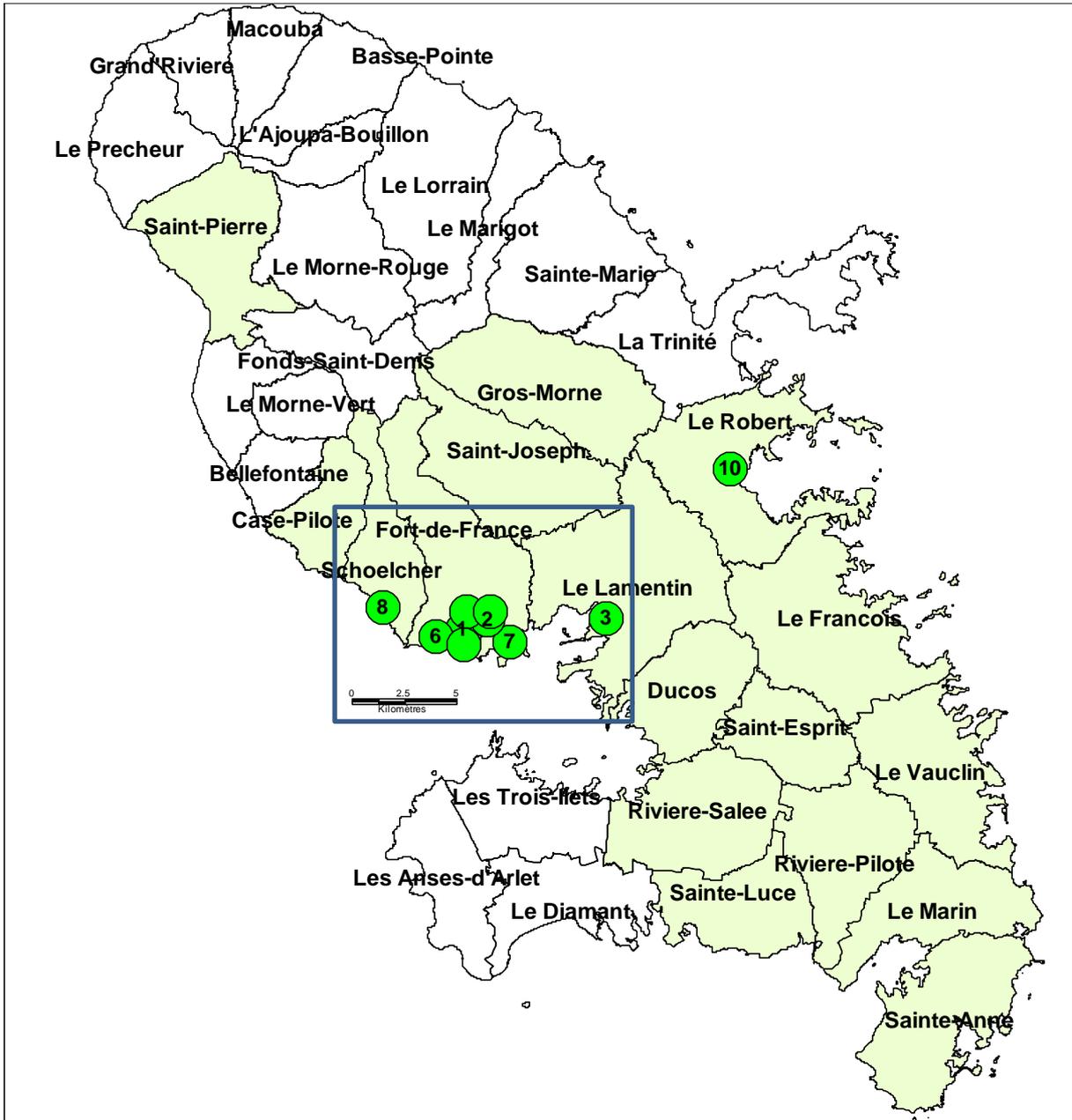
Au 1^{er} janvier 2012, Madininair dispose d'un réseau de stations fixes réparties dans la zone urbaine régionale (ZUR) de Fort-de-France, de deux moyens mobiles et d'un réseau de mesures indicatives.

Pour répondre aux exigences européennes, en août 2012, Madininair a mis en service une station de mesure fixe de type trafic dans la ZUR du Robert. Suite à l'évaluation préliminaire de la zone, cette station a été implantée dans la commune du Robert sur le site enregistrant des risques de dépassements en NO₂ et PM10.

Actuellement, Madininair réalise un inventaire d'émission spatialisé comprenant, les principaux polluants de l'air et les gaz à effet de serre.

➤ Le réseau des stations fixes

Pour répondre aux exigences de la directive européenne 2008/50/CE et aux besoins nationaux (Indice ATMO) et locaux (arrêtés préfectoraux), le réseau de Madininair est composé, au 1^{er} mars 2012, de 8 stations de mesure fixes et d'un point de prélèvement permanent répartie dans la ZUR de Fort-de-France, sur les communes de Fort-de-France, Lamentin, Schœlcher et prochainement, suite à l'implantation d'une station fixe, d'un 10^{ème} site de mesure au Robert (Figure 4).



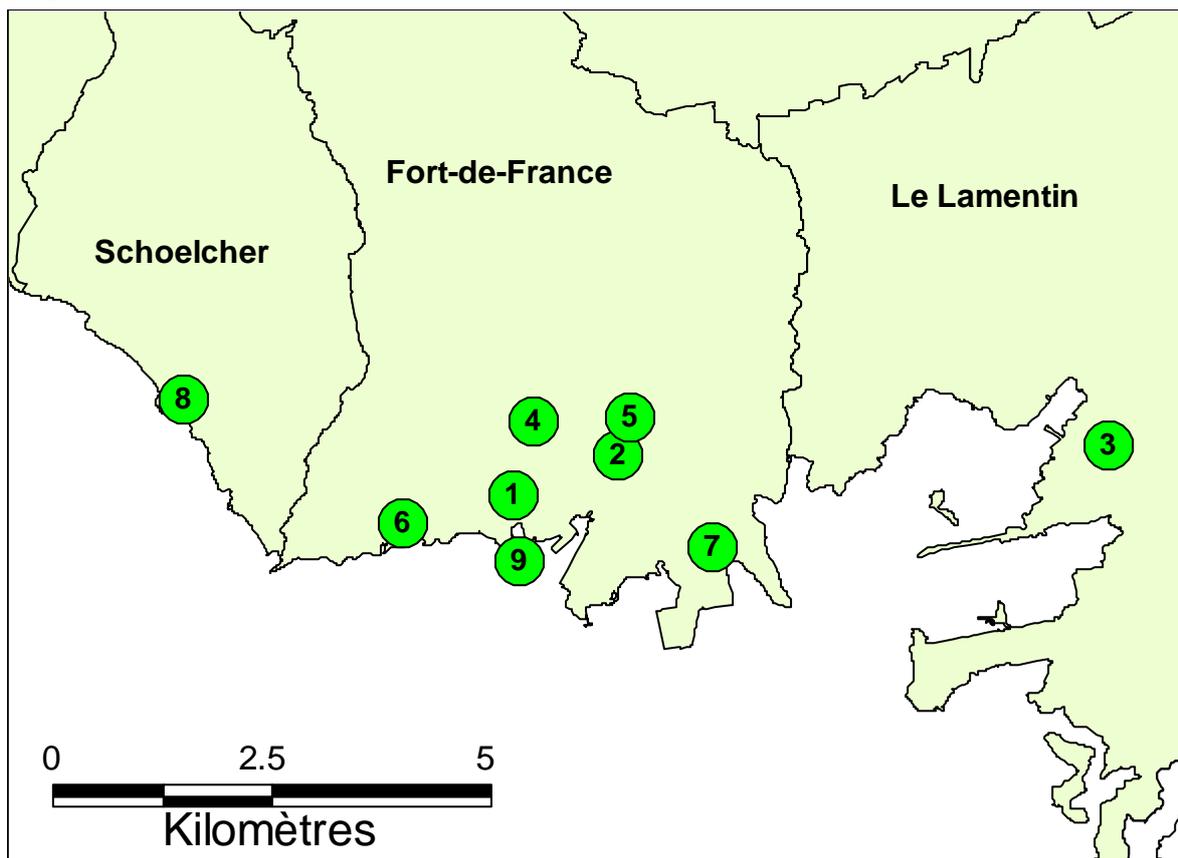


Figure 4 : Implantation des stations fixes et du point fixe de mesure de la qualité de l'air

Ce réseau mesure en continu et en temps réel, les polluants réglementaires (suivant les directives 2008/50/CE et 2004/107/CE) pour le dioxyde d'azote NO_2 , le dioxyde de soufre SO_2 , les poussières fines PM_{10} (dont le diamètre est inférieur à $10\mu\text{m}$) et $\text{PM}_{2,5}$ (dont le diamètre est inférieur à $2,5\mu\text{m}$), l'ozone O_3 , le benzène, les métaux lourds et le benzo(a)pyrène (Tableau 3).

Numéro station	Nom station	Code station	Type station	Date de mise en service	Coordonnées géographiques	Polluants mesurés en 2012
1	Musée	39001	Urbain	7/12/2000	14°36'22.12" N 61°3'55.99" O	O ₃ , SO ₂
2	Bishop	39007	Urbain	27/02/2003	14°36'37.52" N 61°3'16.39" O	NO _x , PM ₁₀ , PM _{2,5} , Benzène, Métaux lourds, Benzo(a)pyrène
3	Lamentin	39009	Urbain	2/04/2003	14°36'38.35" N 61°0'09.31" O	PM ₁₀ , NO _x
4	Concorde	39010	Trafic	5/07/2007	14°36'49.84" N 61°3'48.56" O	NO _x , Benzène
5	Renéville	39011	Trafic	15/01/2010	14°36'51.18" N 61°3'11.23" O	NO _x , PM ₁₀ , Benzène
6	Lycée	39002	Péri-urbain	8/12/2000	14°36'11.8" N 61°4'39.73" O	NO _x , O ₃
7	Etang Z'abricot	39003	Industriel	21/03/2008	14°36'12.58" N 61°2'28.33" O	SO ₂
8	Schoëlcher	39008	Urbain	01/04/2003	14°36'59." N 61°6'02.84" O	NO _x , PM ₁₀
9	Fort Saint-Louis	39016	Industriel	01/01/2008	14°36'00.78"N 61°03'58.44"O	Benzène, Métaux lourds, Benzo(a)pyrène
10	Robert	39013	Trafic	28/08/2012	14°40'32.31"N 60°56'46.00"O	NO _x , PM ₁₀

Tableau 3 : Stations fixes et point fixe de mesure de la qualité de l'air dans la zone du PPA

Dans la ZUR du Robert, pour répondre aux exigences de la directive européenne, en 2012, une autre station de mesure sera implantée en milieu périurbain pour la mesure de l'ozone et en 2013, une station en milieu urbain pour la mesure du NO₂ et des PM_{2,5}. Dans la zone régionale (ZR), une station sera mise en place pour la mesure de l'O₃.

➤ Le réseau de mesures indicatives

Le Benzène



Depuis 2008, l'évaluation préliminaire du benzène est réalisée dans la ZUR de Fort-de-France et sur deux sites dans la ZUR du Robert. Actuellement aucune évaluation n'a été réalisée dans la zone régionale. Selon la directive européenne, cette évaluation doit durer 5 ans et définit la stratégie de surveillance du benzène dans cette zone. En effet, si 3 années sur 5, les seuils d'évaluation ont été atteints dans cette zone, alors la mesure par méthode de référence est fortement recommandée voire obligatoire. Cette évaluation est réalisée pendant 14% du temps, réparti uniformément tout au long de l'année, temps minimum à une représentativité annuelle.

Dans la ZUR du Robert, l'évaluation préliminaire du benzène a été réalisée dans deux communes de 2008 à 2011. Sur ces deux communes, aucun dépassement des seuils n'a été enregistré en 3 ans. L'évaluation se poursuivra en 2013 pour réaliser des mesures dans le reste des communes de la zone.

Les Métaux lourds

Suivant la 1^{ière} directive européenne 2008/50/CE et 4^{ième} directive fille 2004/107/CE, depuis 2008, l'évaluation préliminaire des métaux lourds, Arsenic, Cadmium, Nickel et Plomb est réalisée par un préleveur bas débit, pendant 14% du temps de l'année, temps minimum à une représentativité annuelle. Cette évaluation, de 5 ans, permet de définir la stratégie de prélèvement selon les concentrations mesurées.

Elle débutera dans la ZUR du Robert en milieu urbain en 2013.

Les Hydrocarbures aromatiques polycycliques, HAP

Suivant la 4^{ème} directive fille 2004/107/CE, l'évaluation préliminaire du Benzo(a)pyrène, HAP cancérigène, est réalisée par un préleveur haut débit, pendant 14% du temps de l'année, temps minimum à une représentativité annuelle, sur le site urbain de Bishop et le site industriel de Fort Saint-Louis. Cette évaluation, de 5 ans, permet de définir la stratégie de prélèvement selon les concentrations mesurées.

Elle débutera dans la ZUR du Robert en milieu urbain en 2013.

Les oxydes d'azote

Depuis 2001, Madininair réalise des études de spatialisation des concentrations en NO₂ par tubes passifs dans les communes non couvertes par la mesure fixe.

Un planning est réalisé chaque année visant à obtenir des informations sur la totalité du territoire de manière exhaustive. En 2011, ces études ont été réalisées dans les 5 communes de la ZUR de Fort-de-France, dans 10 communes de la ZUR du Robert (le Vauclin sera évalué en 2012) et dans 6 communes de la ZR (Figure 5).

Dans le cadre du PPA, les objectifs de ces études mises en place sur le polluant le plus problématique sur le territoire (NO_2) sont les suivants :

- faire une évaluation annuelle de la qualité de l'air liée au trafic routier
- répondre aux enjeux de la Loi sur l'Air, des directives européennes et du nouveau zonage préconisant une évaluation préliminaire dans chaque zone, notamment les ZUR, et ainsi de valider la stratégie de surveillance et l'implantation des stations fixes.
- Préparer les textes réglementaires tels que le Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE) de la région Martinique, le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA), le 2ème plan régional santé environnement (PRSE 2).

➤ Le dispositif de modélisation

La Martinique dispose d'un inventaire d'émission réalisé par le CITEPA en 2010. Cet inventaire n'est pas spatialisé et indique les quantités de polluants émis sur l'ensemble du territoire de la Martinique selon les secteurs émetteurs (transformation énergie, transports routiers, autres transports, ...).

En 2011, les modalités de réalisation du Schéma Régional Climat Air Energie SRCAE, définissent des zones dites « sensibles ». Dans ces zones, les actions en faveur de la qualité de l'air seront préférables aux actions liées au climat.

Les zones sensibles (Figure 6) se définissent en fonction des dépassements des valeurs limites réglementaires pour le dioxyde d'azote (NO_2) et les poussières fines dont le diamètre est inférieur à $10\mu\text{m}$ (PM10)

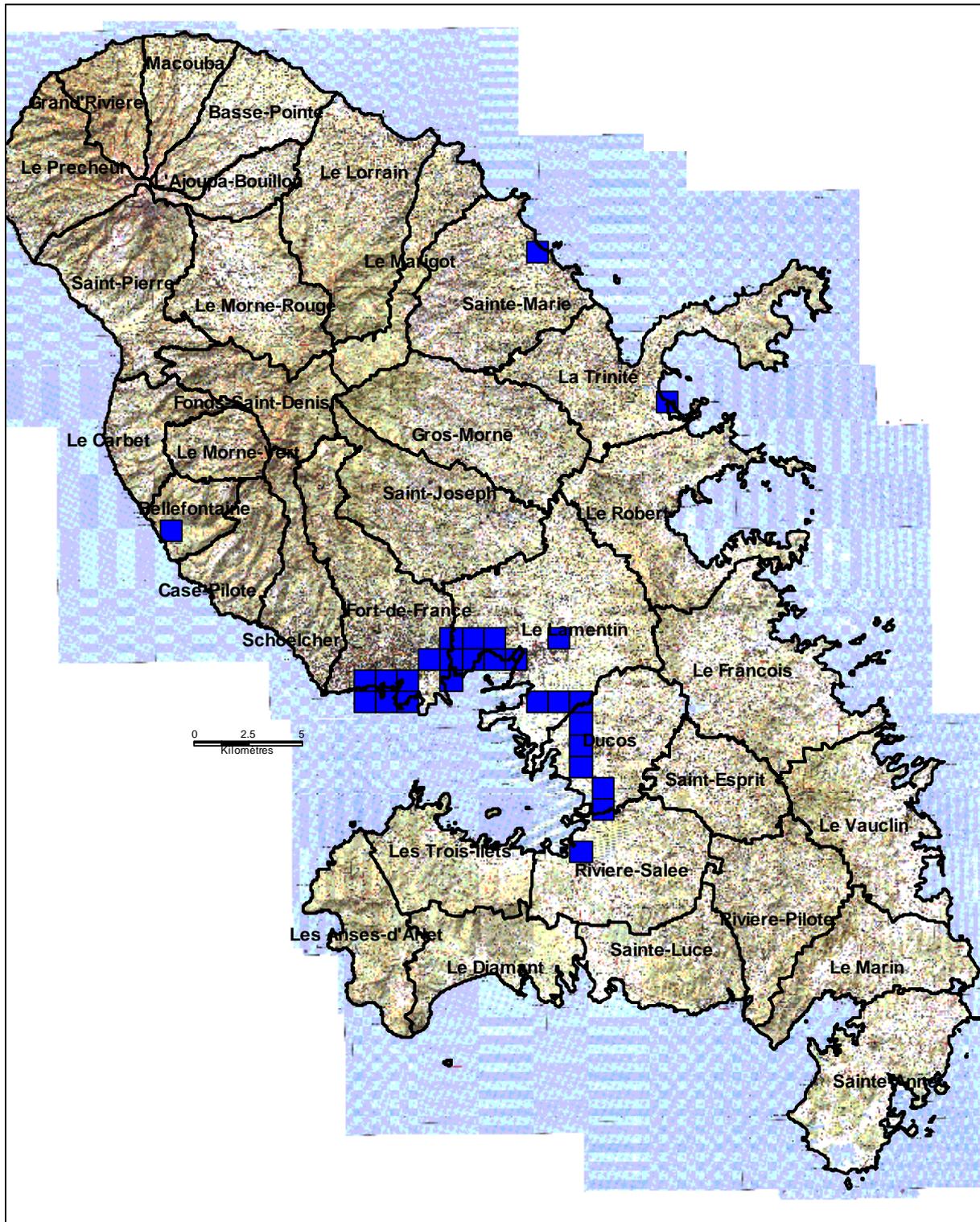


Figure 6 : Cartographie des surémissions de NOx en Martinique en 2004 (mailles dont l'émission de NOx est supérieure à 17t/km²)

Actuellement, Madininair débute un inventaire d'émission spatialisé sur le territoire de la Martinique. L'inventaire listera tous les émetteurs potentiels et permettra de renseigner les taux d'émission des polluants réglementaires et également les gaz à effet de serre.

1.3. Données climatiques et météorologiques utiles

Les températures annuelles de cette dernière décennie tendent vers un réchauffement prononcé. Les années les plus chaudes sont celles de 1998, 2005, 2011 et l'année record de 2010 (Figure 7).

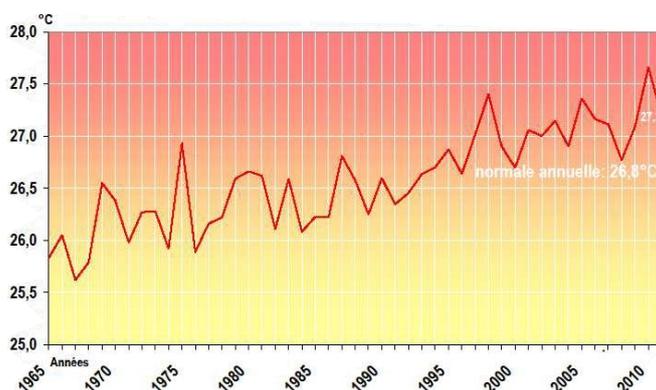


Figure 7 : Évolution de la température annuelle au Lamentin (Source : Météo France Antilles Guyane)

L'année 2011 est une année record, avec un maximum de pluie recueillie sur la station météo du Lamentin, 42% de plus qu'une année normale (Figure 8).

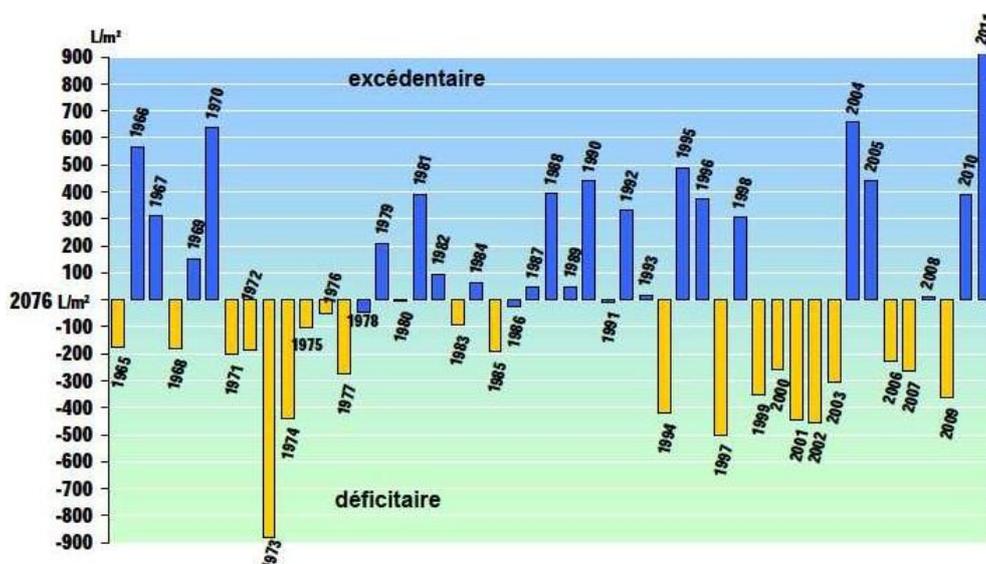


Figure 8 : Pluviométrie annuelle au Lamentin comparée à sa moyenne (Source : Météo France Antilles Guyane)

Les vents sur la Martinique sont principalement de secteur Est et correspondent aux alizés (Figure 9). La vitesse du vent est généralement plus soutenue durant la période d'hivernage, de novembre à Février, cependant les vitesses maximales sont enregistrées lors d'épisodes orageux, notamment durant la période cyclonique de juillet à octobre.

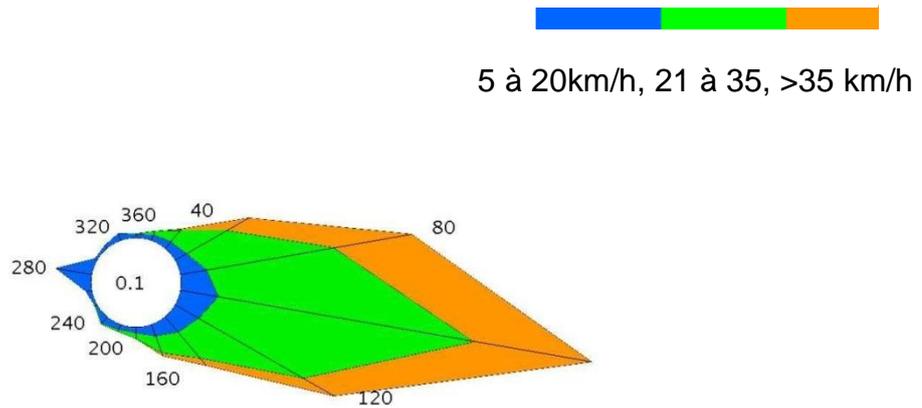


Figure 9 : Rose des vents annuelle au Vauclin
(Source : Météo France Antilles Guyane, 2011)

1.4. Données topographiques utiles

La Martinique mesure **80 km** dans sa plus grande longueur, et **39 km** dans sa plus grande largeur (15km dans son resserrement central).

Cette île volcanique est dominée par son dernier volcan en activité, La Montagne Pelée (1 397m) et, est fortement vallonnée avec près de 60 mornes dont les dénivelés les plus importants se situent dans le nord.

La Martinique est généralement séparée en deux zones distinctes :

- une zone située au nord d'un axe Fort-de-France/Robert, qui constitue la partie la plus montagneuse et sauvage de l'île, domaine de la forêt tropicale
- une zone située au sud de cet axe, moins accidentée, plus sèche dont le point culminant est la montagne du Vauclin (504m).

Les communes du sud de l'île sont peu vallonnées avec un dénivelé de 0 à 500m, contrairement aux communes du nord. L'altitude de la commune du Gros-Morne, au centre et au nord du Robert, varie de 50 à 1000m, avec un regroupement de la population à 200m. La commune de Saint-Pierre a une topographie différente. En effet, l'altitude augmente rapidement avec un dénivelé de 0, au plus proche de la mer à plus de 1000m au centre de l'île. Cependant, la majorité de la population de cette commune vit en bordure caraïbes, de 0 à 200m d'altitude (Figure 10).

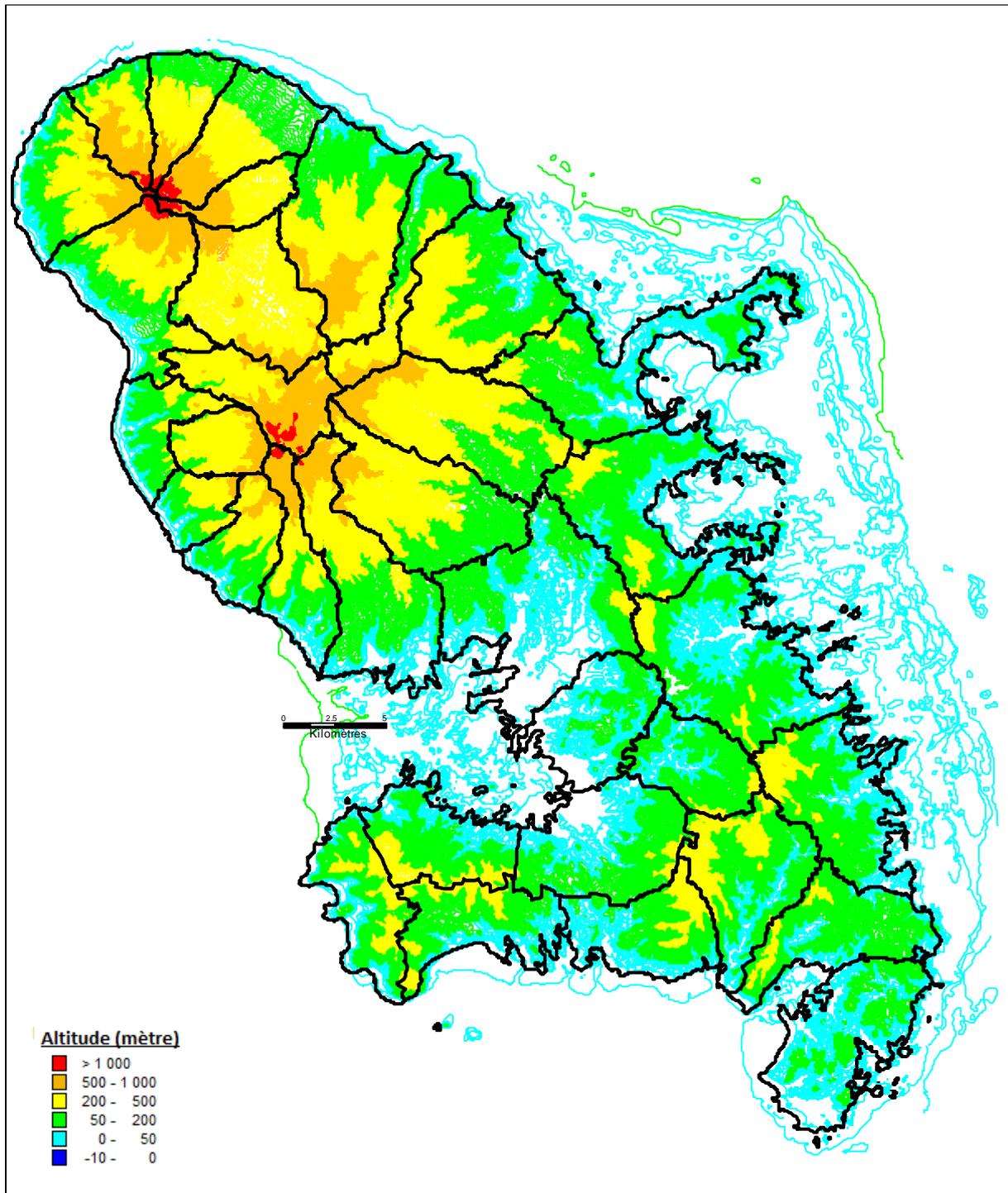


Figure 10 : Topographie des communes de la Martinique

2. Nature et évolution de la pollution

Dans la zone du PPA et particulièrement dans la ZUR de Fort-de-France, des polluants sont mesurés en continu et en temps réel répartis sur 8 stations fixes de mesure et 1 site de prélèvement permanent :

- Les oxydes d'azotes, NO_x : NO, NO₂
- Les poussières fines dont le diamètre est inférieur à 10µm, PM10
- Les poussières fines dont le diamètre est inférieur à 2,5µm, PM2,5
- Le dioxyde de soufre, SO₂
- L'ozone, O₃
- Le benzène
- Les métaux lourds (Arsenic, Cadmium, Nickel et Plomb),
- Les HAP (le benzo(a)pyrène)

2.1. Informations relatives à l'évolution de la qualité de l'air sur les polluants à problèmes

Les critères nationaux proviennent du décret n°2002-213 du 15 février 2002 avant 2010 et, à partir de l'année 2010, du décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 (transposant la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008).

Les normes européennes se basent sur les directives :

- Directive 2008/50/CE du 21 mai 2008
- Directive 2004/107/CE du 15 décembre 2004

Les principales valeurs mentionnées dans ces directives et termes utilisés sur les valeurs de dépassements sont synthétisées et expliquées dans l'Annexe 1.

Chacun des polluants réglementaires de la qualité de l'air a été évalué dans la zone du PPA, les risques de dépassement de ces normes environnementales ont été résumés dans le tableau suivant.

Polluants	Réglementation (décret 2010-1250 du 21/10/10)	Emplacement	ZUR Fort- de-France	ZUR Robert	Source
SO ₂	VL horaire	Fond	😊	😊	E
		Proximité industrielle	😊	😊	E
	VL journalière	Fond	😊	😊	E
		Proximité industrielle	😊	😊	E
	OQ annuel	Fond	😊	😊	F
		Proximité industrielle	😊	😊	F
NO ₂	VL horaire	Fond	😊	😊	E
		Proximité trafic	😞	😞	E
	VL annuelle	Fond	😊	😊	E
		Proximité trafic	😞	😞	E
	OQ annuel	Fond	😊	😊	F
		Proximité trafic	😞	😞	F
PM10	VL journalière	Fond	😞	😞	E
		Proximité trafic	😞	😞	E
	VL annuelle	Fond	😊	😊	E
		Proximité trafic	😞	😞	E
PM10	OQ annuel	Fond	😞	😞	F
		Proximité trafic	😞	😞	F
O ₃	VC protection de la santé humaine	Fond	😊	😊	E
	VC protection de la végétation	Fond	😊	😊	E
CO	VL 8 heures	Proximité trafic	😊	?	E
PM2,5	VC annuelle	Fond	😊	?	E
		Proximité trafic	😊	?	E
	VL annuelle	Fond	😊	?	E
		Proximité trafic	😊	?	E
	OQ annuel	Fond	😞	?	F
		Proximité trafic	😞	?	F
Benzène	VL annuelle	Fond	😊	?	E
		Proximité trafic	😊	?	E
	OQ annuel	Fond	😊	?	F
		Proximité trafic	😞	?	F
Plomb	VL annuelle	Fond	😊	?	E
		Proximité industrielle	😊	?	E
ML (As, Cd, Ni)	VC annuelle	Fond	😊	?	E
		Proximité industrielle	😊	?	E

😊 Pas de dépassement 😞 Dépassement

VL : Valeur limite, VC : Valeur cible, OQ : Objectif de qualité,

E : seuils issus de directives européennes, F : seuils « français » non présents dans les directives européennes

*dépassements de la valeur limite détectés par tubes passifs qui, vis-à-vis des directives européennes, constituent une mesure indicative

Dans la ZUR du Robert, les risques de dépassement des normes environnementales concernent essentiellement les polluants suivants :

- Le dioxyde d'azote, NO₂
- Les poussières fines, PM10

Dans la commune de Saint-Pierre, le risque de dépassement des normes environnementales concernent essentiellement les particules fines, PM10.

Pour chaque polluant, le risque de dépassement de la valeur limite est établi en fonction des dépassements de son Seuil d'Évaluation Supérieur (SES) et de son Seuil d'Évaluation Inférieur (SEI) (cf. Annexe 2). Ainsi, ces seuils définissent la stratégie de mesure à mettre en place. En effet, si les concentrations d'un polluant dépassent le SES alors le risque de dépasser la valeur limite pour ce polluant est élevé et la mesure continue, par méthode de référence, est obligatoire dans cette zone. Si les concentrations d'un polluant est en dessous du SEI alors le risque de dépasser la valeur limite est faible. La directive préconise donc de faire un suivi plus sporadique par des mesures ponctuelles. Si les concentrations sont situées entre le SES et le SEI alors la directive estime que le risque existe et que le suivi de ce polluant est préconisé, par méthode de référence.

Pour permettre cette comparaison aux seuils d'évaluation, des campagnes de mesure sont réalisées pendant 14% du temps de l'année, temps minimum pour une représentativité annuelle.

Les autres polluants mesurés dans la ZUR du Robert (SO₂, O₃) ne semblent présenter aucun risque de dépassement des valeurs limites annuelles, ils sont donc présentés en Annexe 3.

➤ Evaluation du dioxyde d'azote, NO₂

Depuis 2001, Madininair mesure le dioxyde d'azote, dans les communes de la ZUR du Robert par des mesures estimatives permettant d'évaluer le risque de dépassement des seuils d'évaluation. En 2008, Madininair a réalisé des mesures dans la commune de Saint-Pierre. Ces études permettent de réaliser des cartographies des concentrations en NO₂, et ainsi, de spatialiser la pollution automobile sur le territoire de la Martinique (Figure 11).

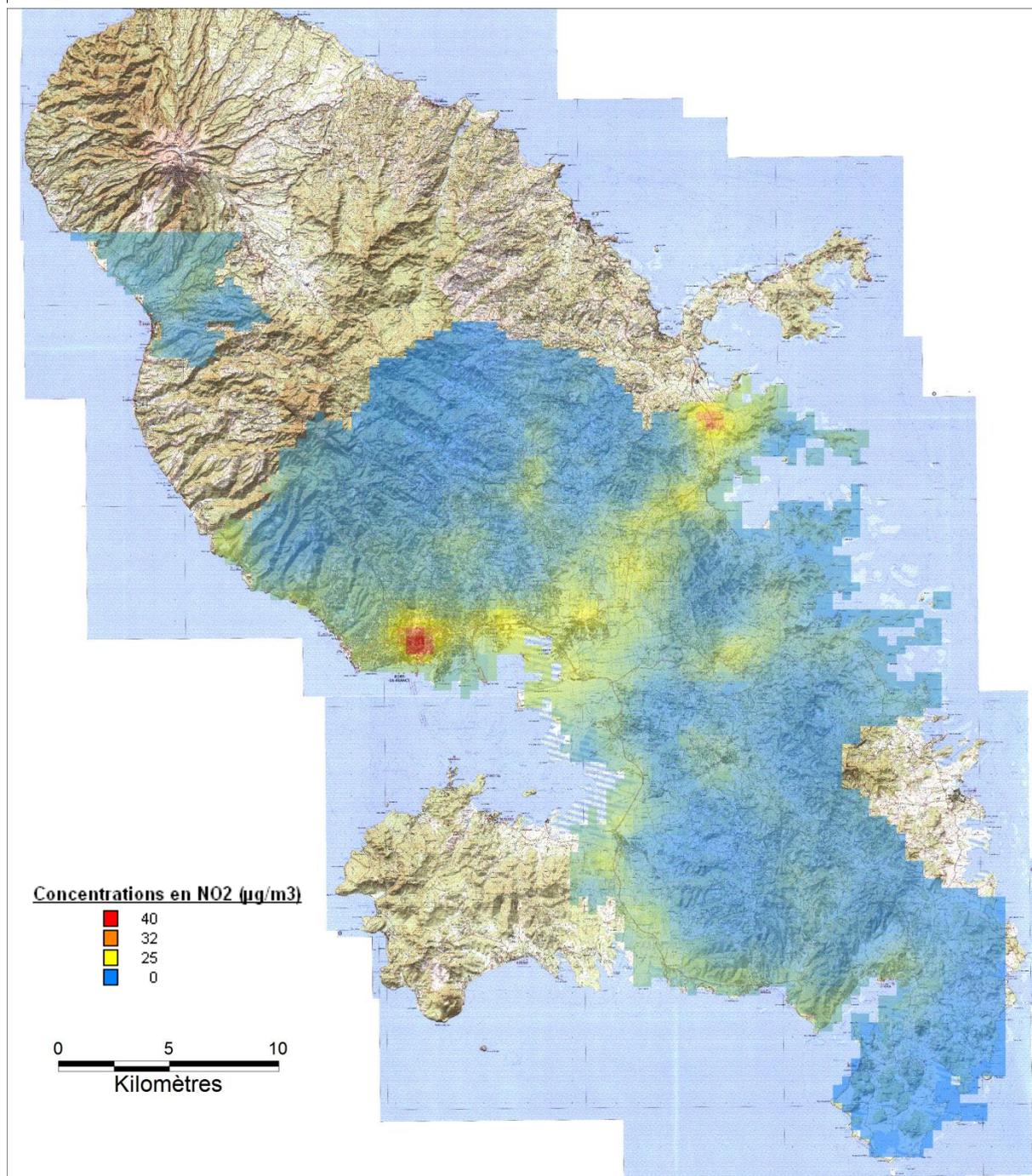


Figure 11 : Spatialisation des concentrations en NO₂ (µg/m³) sur les communes des ZUR de Fort-de-France et du Robert et la commune de Saint-Pierre

Durant ces études, échelonnées de 2008 à 2011, les mesures du NO₂ sont réalisées pendant 14% du temps de l'année, temps minimum pour une représentativité annuelle. Ainsi, la concentration moyenne annuelle mesurée peut être comparée à titre indicatif à la valeur limite annuelle pour la protection de la santé, mais surtout aux seuils d'évaluation pour définir la stratégie de surveillance.

Dans la ZUR du Robert, 3 communes (Robert, Rivière-Salée et François) dépassent la valeur limite annuelle pour la protection de la santé de 40µg/m³ pour le NO₂ sur un

certain nombre de point de mesure, et 5 communes (Robert, Rivière-Salée, Ducos, Sainte-Luce et François) enregistrent un risque élevé de dépassement de la valeur limite annuelle si la mesure était réalisée toute l'année. Le risque est moindre pour les communes plus éloignées de pôle économique de Fort-de-France/Lamentin : les communes du centre de l'île (Rivière-Pilote, Saint-Esprit et Gros-Morne) et les communes de l'extrême sud (Marin et Sainte-Anne).

	Ducos	Rivière Salée	Sainte Luce	Rivière-Pilote	Marin	Sainte-Anne	François	Saint-Esprit	Robert	Gros-Morne	Saint-Pierre
Concentration moyenne annuelle	13	13	12	6	10	1	14	7	21	2	1
Concentration moyenne maximale	48	51	34	15	28	9	41	20	64	16	23
Nbr. de dépassement de la VL	0	1	0	0	0	0	1	0	4	0	0
Nbr. de dépassement du SES	5	2	3	0	0	0	2	0	12	0	0
Nbr. de dépassement du SEI	11	2	8	0	1	0	8	0	20	0	0

Tableau 4 : Concentrations moyennes et maximales en NO₂ (µg/m³) et nombre de dépassement de la valeur limite (VL), du seuil d'évaluation supérieur (SES) et du seuil d'évaluation inférieur (SEI) pour le NO₂, lors d'études ponctuelles, par méthode estimative.

Dans la commune de Saint-Pierre, l'étude par tubes passifs de 2008 montre que le risque de dépasser la valeur limite annuelle en NO₂ est faible. De même, en 2006, Madininair a réalisé une étude de la qualité de l'air à proximité des carriers nord-caraïbes et notamment, sur l'axe routier de l'entrée nord du bourg. Lors de cette étude, la concentration moyenne en NO₂ est de 21µg/m³, avec un maximum horaire de 69µg/m³, inférieure aux seuils d'évaluation inférieurs horaire et annuelle.

Le risque élevé de dépasser la valeur limite dans la ZUR du Robert a conduit à la mise en place d'une station trafic dans cette zone. Conformément à la directive européenne, la station de mesure fixe a été implantée dans la commune enregistrant le risque le plus élevé. En effet, depuis 2008, l'évaluation préliminaire des concentrations en NO₂ est réalisée dans la commune du Robert., et depuis 4 ans de mesure, le risque de dépasser la valeur limite est élevé à proximité du trafic. Ainsi, en août 2012, une station fixe de mesure a été implantée le long de la RN2, dans la commune du Robert.

➤ Evaluation des particules fines, PM10

Depuis 2001, Madininair réalise des études ponctuelles de la qualité de l'air dans les communes non couvertes par la mesure fixe. Ainsi, la mesure des particules fines a pu être réalisée dans 8 communes de la ZUR du Robert, par une unité mobile fonctionnant comme les stations fixes. La mesure dans ces communes ne représente pas 14% du temps de l'année, cependant, une comparaison à la valeur limite et aux seuils d'évaluation est renseignée à titre indicatif.

Durant la période de mesure, le risque de dépassement était élevé pour les communes de Ducos, Marin, Saint-Anne, François et Robert. Ce risque élevé inclue donc la mise en place d'une mesure fixe dans la ZUR du Robert. La station fixe trafic du Robert, implantée en août 2012, mesure également les PM10.

	Ducos	Rivière Salée	Sainte Luce	Marin	Sainte-Anne	François	Robert	Gros-Morne
Concentration moyenne annuelle	43	18	20	22	31	39	26	23
Concentration journalière maximale	87	26	28	50	72	80	62	47
Nbr. de dépassement de la VLj	11/30	0/26	0/15	1/20	6/52	6/26	2/29	0/31
Nbr. de dépassement du SESj	16/30	0/26	0/15	3/20	17/52	14/26	7/29	6/31
Nbr. de dépassement du SEIj	27/30	1/26	4/15	5/20	29/52	20/26	12/29	8/31

Tableau 5 : Concentrations moyennes et maximales en PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) et nombre de dépassement de la valeur limite (VL) en fonction des jours de mesure, du seuil d'évaluation supérieur (SES) en fonction des jours de mesure et du seuil d'évaluation inférieur (SEI) en fonction des jours de mesure pour le PM10, lors d'études ponctuelles.

Dans la commune de Saint-Pierre, dans le cadre de l'évaluation environnementale de la qualité de l'air à proximité des carrières nord-caraïbes, la mesure des PM10 a été réalisée, pendant 14% du temps de l'année 2006, répartie en plusieurs points de la commune. La concentration moyenne annuelle en PM10 est de $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ et dépasse la valeur limite annuelle pour la protection de la santé de $40\mu\text{g}/\text{m}^3$. De plus, sur 163 jours de mesure, la valeur limite journalière de $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ a été dépassée 70 jours et le seuil d'évaluation supérieur a été dépassé 101 jours, nombre de jours de dépassement bien supérieur aux 35 dépassements autorisés par an.

Toutefois, la majorité des sites investigués sont des sites à proximité des carrières. Ainsi, la concentration moyenne n'est donc pas totalement représentative de l'ensemble de la commune.

	<u>Site 1 :</u> site proximité carrière	<u>Site 2 :</u> site proximité carrière	<u>Site 3 :</u> site de fond	<u>Site 4 :</u> site proximité décharge	<u>Site 5 :</u> site proximité trafic	<u>Site 6 :</u> site proximité carrière
Concentration moyenne annuelle	26	56	48	65	54	50
Concentration journalière maximale	98	137	97	153	105	121
Nbr. de dépassement de la VLj	2/28	12/22	6/18	21/32	13/28	16/35
Nbr. de dépassement du SESj	3/28	16/22	8/18	26/32	25/28	23/35
Nbr. de dépassement du SEIj	14/28	20/22	14/18	30/32	27/28	28/35

Tableau 6 : Concentrations moyennes et maximales en PM₁₀ (µg/m³) et nombre de dépassement de la valeur limite (VL) en fonction des jours de mesure, du seuil d'évaluation supérieur (SES) en fonction des jours de mesure et du seuil d'évaluation inférieur (SEI) en fonction des jours de mesure pour le PM₁₀, lors d'études ponctuelles.

Remarque : Pour les PM₁₀, il faut rester prudent qu'en à la comparaison inter-sites car la mesures ne sont pas réalisées sur les mêmes plages temporelles.

2.2. Techniques utilisées pour l'évaluation de la pollution

➤ **Description des moyens de mesure**

→ **Appareils de mesure fixe et conformité**

En 2011, Madininair dispose de 6 appareils destinés à l'évaluation environnementale par méthode de référence.

Polluants	SO ₂	NO ₂	PM10, PM2,5	CO	O ₃
Nombre d'appareil dans les moyens mobiles	1	2	2	0	1

La directive n'impose aucune conformité des analyseurs utilisés dans le cadre d'une évaluation préliminaire.

→ **Modalités de raccordement des analyseurs de gaz à la chaîne d'étalonnage**

Pour permettre de valider les mesures réalisées par les stations fixes, les analyseurs doivent être raccordés au niveau national pour l'étalonnage.

En métropole, le système en vigueur est basé sur le raccordement tous les 3 mois d'analyseurs de gaz vers un réseau niveau 2, chargé de raccorder les bouteilles sur un système de référence.

Ce système mis en place sur le territoire de la métropole était difficilement envisageable pour les réseaux des DOM, de par leur éloignement et de par le coût important engendré par le transfert des bouteilles, qui n'était pas réalisable tous les 3 mois.

En 2004, Madininair et le Laboratoire National de métrologie et d'Essais (LNE) ont souhaité collaborer pour créer une « chaîne pilote » visant à déterminer le processus adapté pour répondre à cette problématique de raccordement.

Depuis lors, les étalons du réseau de mesure Madininair sont raccordés directement au LNE, ce qui consiste à raccorder 2 fois par an, deux diluteurs générant des mélanges gazeux de CO, NO/NO_x et SO₂ ainsi qu'un générateur d'ozone.

Pour Madininair, le raccordement des analyseurs en station est donc effectué par le biais de 2 lots de systèmes portables composés chacun :

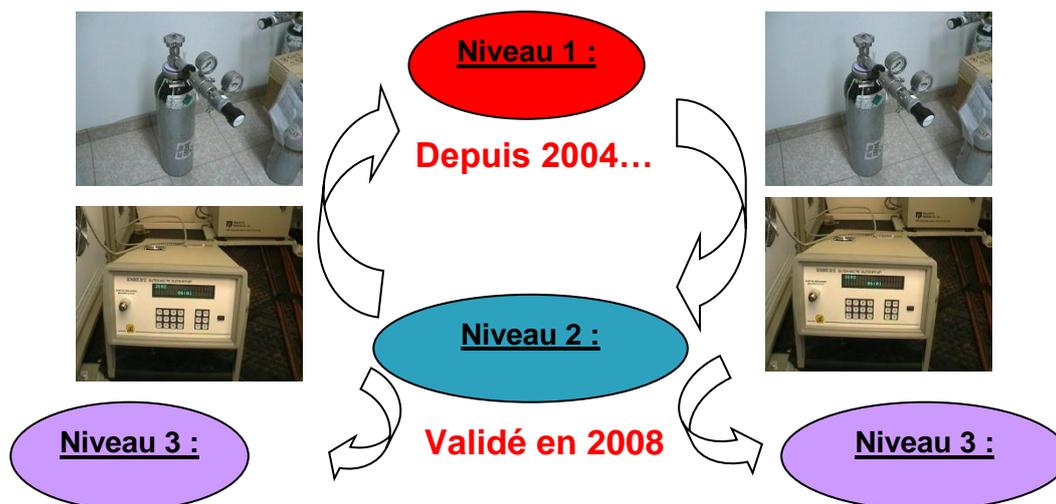
- d'un diluteur de gaz portable LNI modèle 3012,
- de 2 bouteilles de gaz haute concentration contenant du NO, du CO et du SO₂ (Air Liquide).

Ces 2 systèmes sont étalonnés en alternance tous les 6 mois par le LNE (plusieurs points par gaz à chaque raccordement).

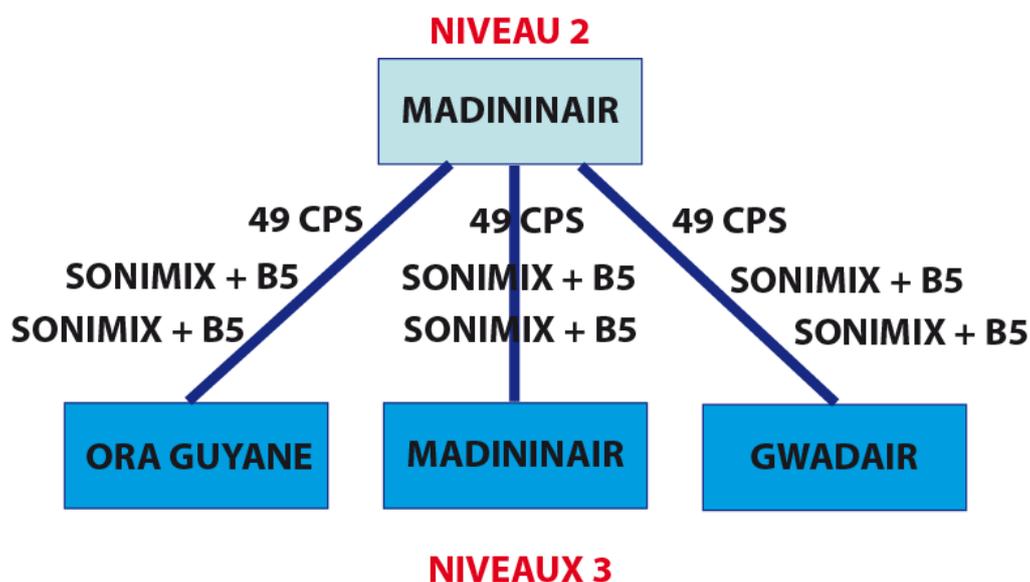
De plus, le générateur d'ozone (49CPS – TEI) qui est utilisé pour régler les analyseurs d'ozone en station est raccordé tous les ans par le LNE.

Suite à ce raccordement réalisé dans des conditions pérennes, les objectifs suivants ont été atteints en 2008, après un travail conjoint entre les AASQA concernées et le LNE :

- raccorder les réseaux de Guadeloupe et Guyane, non raccordés, et cela par l'intermédiaire d'un laboratoire Niveau 2 en Martinique.
- fournir un service « local » moins onéreux qu'un retour systématique des appareils et des bouteilles en France métropolitaine.

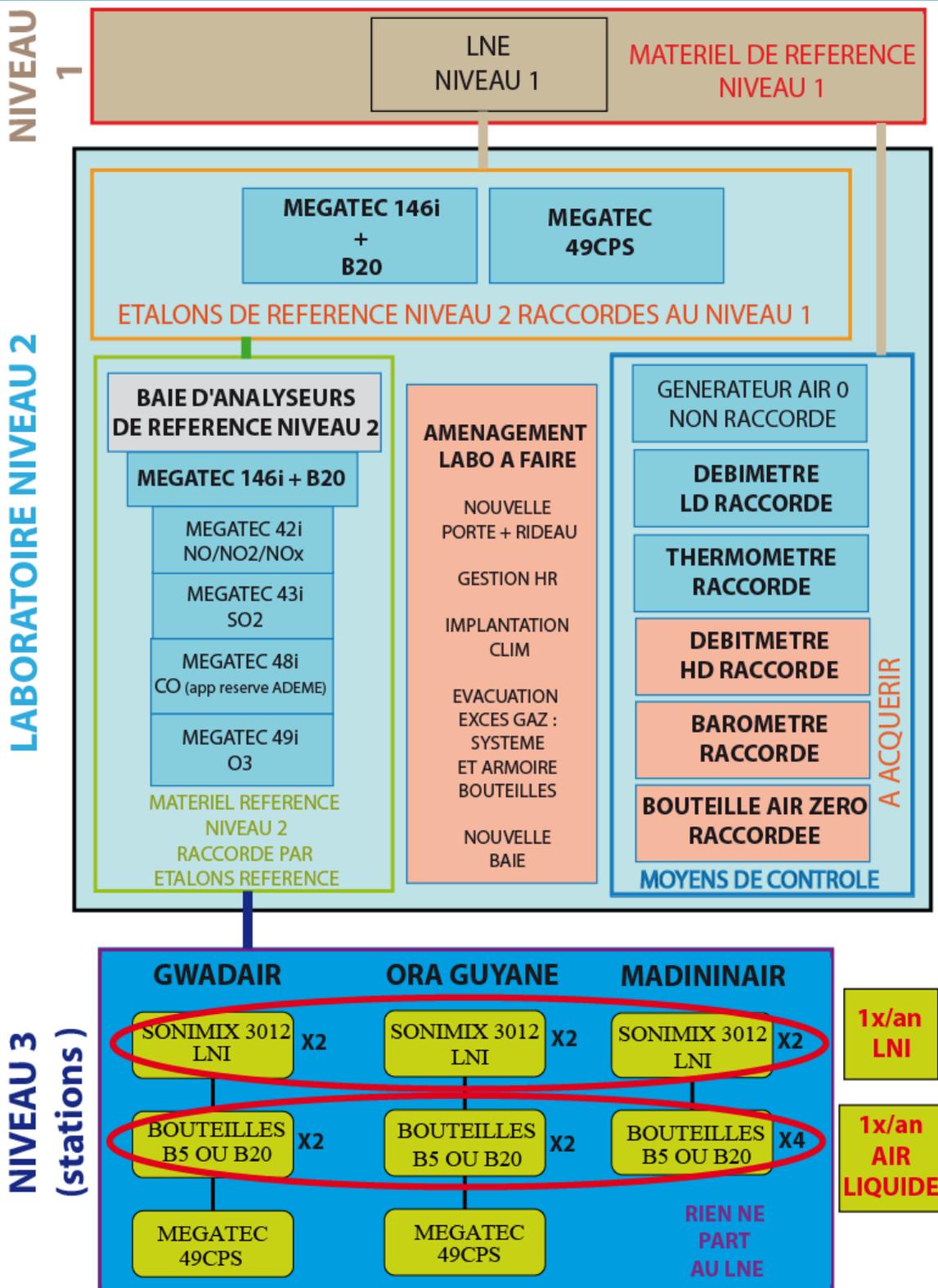


Le démarrage du raccordement des niveaux 3 vers le niveau 2, présent en Martinique a débuté au dernier trimestre 2009 avec les premiers échanges de matériel sur la zone.



La dernière étape pour un cycle de raccordement complet et pour une validation définitive par le LNE du système, est le raccordement du calibrateur et des bouteilles de gaz de GWADAIR. Cette étape est opérationnelle depuis juin 2010, date à laquelle le niveau 2 de Madininair est entrée dans sa phase pleine et entière d'activités.

ARCHITECTURE MATERIELLE DE LA CHAINE D'ETALONNAGE DOM



→ Vérification des analyseurs neufs (NO_x, SO₂, CO et O₃)

Madininair effectue la vérification de ses analyseurs neufs, l'objectif étant d'assurer la fiabilité des équipements, en procédant à une série de tests techniques et métrologiques avant leur installation en station, conformément aux normes européennes.

La méthode utilisée pour la vérification des analyseurs est conforme aux normes européennes, mais seule une majeure partie des essais décrits dans le guide INERIS est effectuée par Madininair.

→ Les préleveurs de particules

Type de préleveurs	Nombre	Date d'acquisition	Polluants mesurés	Laboratoire d'analyse
Haut volume de type DA80	2	2010	HAP	Laboratoire Inter-régional de Chimie
Bas débit de type Partisol Plus	2	2005 et 2010	Métaux	Micropolluants technologies

Les 2 laboratoires, accrédités COFRAC, participent aux inter-comparaisons supervisées par le LCSQA.

Actuellement, les 2 appareils sont utilisés pour réaliser l'évaluation préliminaire des métaux et HAP dans les zones urbaines régionales. A terme, selon les seuils d'évaluation dans ces différentes zones, ces méthodes conformes répondront aux exigences d'implantation des directives européennes.

→ Autres moyens de mesure

L'évaluation environnementale du benzène et la spatialisation de la pollution au NO₂ sur l'ensemble du territoire est réalisés par des dispositifs passifs.

Les prélèvements sont réalisés par des tubes passifs de type PASSAM pour le NO₂ et de type Radiello pour le benzène. Les analyses de ces tubes sont effectuées par le laboratoire de chimie de Madininair pour le NO₂ et par le Laboratoire Inter-régional de Chimie pour le benzène.

➤ **Support informatique et cartographie**

Le traitement des données est réalisé sur le logiciel Excel.

Madininair utilise le logiciel de cartographie, MAPINFO dans le but de spatialiser la pollution à partir d'une ou de plusieurs sources de pollution pour ses membres ou pour des demandeurs extérieurs.

➤ **Le dispositif de modélisation**

Madininair réalise actuellement, un inventaire d'émission spatialisé. Celui-ci permet, entre-autre, de réunir les données d'entrée pour l'utilisation d'un modèle. Actuellement, Madininair ne dispose pas de logiciel permettant de travailler sur des modèles de dispersion des panaches industriels ou sur la dispersion de la pollution urbaine.

Cependant, Madininair souhaite acquérir un tel logiciel avec l'objectif d'exploiter l'inventaire d'émission, dans un premier temps, pour l'agglomération de Fort-de-France. Cet outil de modélisation nous permettra de répondre aux demandes des collectivités, notamment pour déterminer l'impact de la pollution urbaine sur la population, et pourra être une aide à la décision locale, dans le cadre notamment, de l'aménagement du territoire.

3. Origine de la pollution

3.1. Inventaire des principales sources d'émission de polluants

Madininair ne dispose pas à l'heure actuelle d'inventaire spatialisé des émissions. Cependant, dans le cadre du Schéma Régional Climat-Air-Energie (SCRAE), le Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique (CITEPA) a réalisé un inventaire des émissions de certains polluants à partir des données de l'année 2007 (Figure 18).

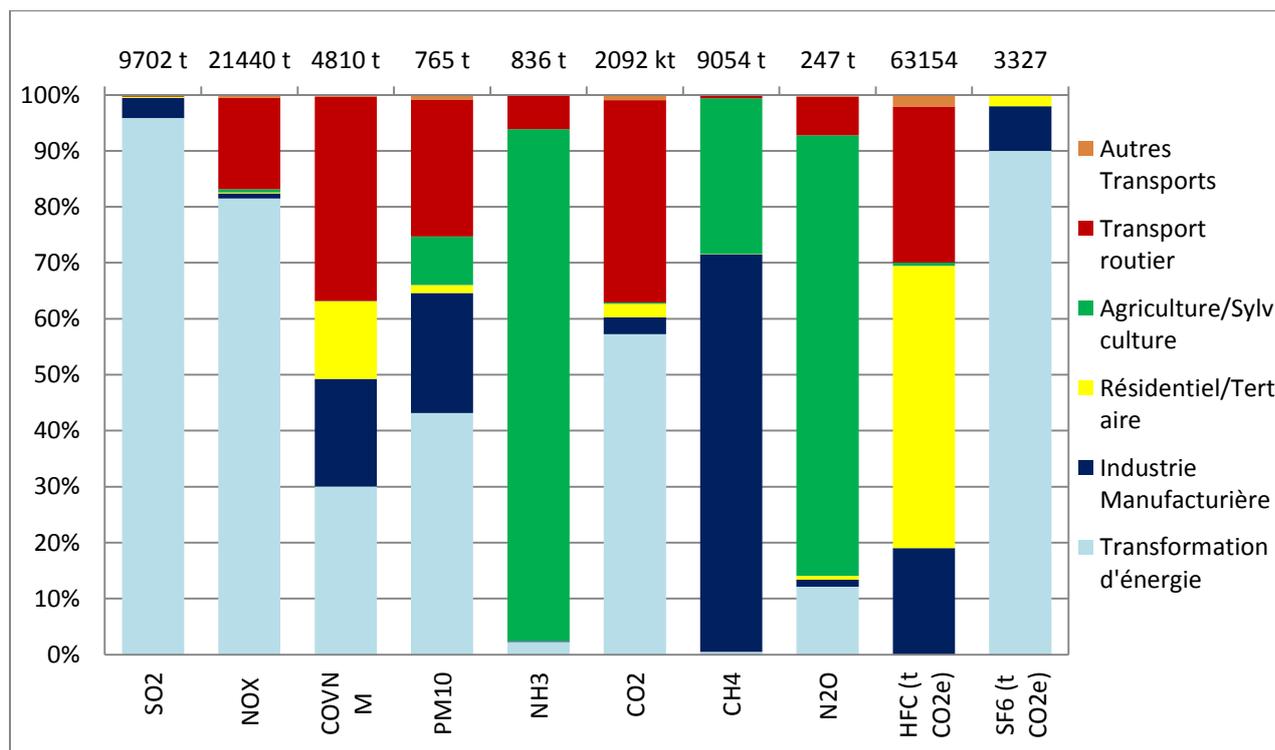


Figure 12 : Répartition relative des polluants par secteur d'activité-SECTEN niveau 1. (Source CITEPA, 2010)

Les émissions de SO₂ sont générées en quasi-totalité par le secteur de la transformation d'énergie. En particulier, la production d'électricité est responsable de 88% de ces émissions. Celles-ci proviennent de la combustion de produits énergétiques soufrés dans les moteurs des centrales EDF de Bellefontaine et de Pointe des carrières.

Les oxydes d'azotes (NO_x) sont principalement émis par le secteur de la transformation de l'énergie (la production d'électricité à 80%). Le transport routier est le deuxième émetteur de par la combustion dans les moteurs des poids lourds et des véhicules particuliers.

Les Composés Organiques Volatiles Non Méthaniques (COVNM) sont principalement émis par la distribution de combustible liquide. L'agroalimentaire (distilleries de rhum) est le deuxième contributeur. La combustion, l'évaporation des combustibles, le résidentiel et le raffinage du pétrole sont également des secteurs importants d'émissions.

La production d'électricité est le principal responsable des émissions de PM_{10} . Le transport routier, l'industrie manufacturière (travail du bois notamment) et l'agriculture/sylviculture sont d'autres secteurs générateurs de PM_{10} .

L'agriculture (et notamment l'élevage et l'épandage) est responsable d'une grande partie des émissions d'ammoniac (NH_3). Le transport routier (à travers les véhicules catalysés) contribue à 6% des émissions de NH_3 .

Le CO_2 émis en Martinique est principalement issu de la production d'électricité. Le transport routier représente lui 36% des émissions (combustion de produits pétroliers dans les moteurs).

L'industrie manufacturière (et plus précisément le traitement des déchets) est la principale source de méthane (CH_4). L'élevage bovin et porcin génère 27% des émissions.

Le protoxyde d'azote (N_2O) est émis par le secteur de l'agriculture/sylviculture (fertilisants azotés épandus sur les terres agricoles et élevage). La transformation de l'énergie (par combustion), et le transport routier représentent respectivement 12% et 7% des émissions.

Le secteur tertiaire est le principal émetteur d'Hydrofluorocarbures (HFC). L'industrie et les transports sont également des sources.

L'Hexafluorure de soufre (SF_6) est émis principalement par le secteur de la production d'électricité. L'utilisation d'équipements électriques dans le tertiaire et l'industrie représente 10% des émissions.

Cet inventaire n'est pas spatialisé, et ne permet donc qu'une analyse globale des émissions de polluants. Une spatialisation des émissions permet d'identifier des zones précises pour lesquelles les émissions de polluants sont problématiques. Cela permet un meilleur ciblage des populations concernées et ainsi des mesures de préventions mieux adaptées localement.

Le CITEPA a réalisé un inventaire de la Martinique en 1997, sur des données de 1994 dans le cadre du Plan Régional pour la Qualité de l'Air (PRQA). Outre le fait que les données ne soient plus pertinentes, le territoire était divisé en 4 unités territoriales : l'arrondissement de Fort-de-France, l'arrondissement de Trinité, l'arrondissement de Marin et l'unité urbaine de Fort-de-France. Ce découpage du territoire ne donne que des informations très générales sur les particularités locales d'émissions des polluants. Les enjeux actuels de la qualité de l'air nécessitent une résolution plus fine des informations.

Certains polluants réglementés n'ont de plus pas fait l'objet d'un comptage par le CITEPA, notamment les HAP et les métaux lourds.

L'INERIS a effectué une spatialisation des émissions de NO_x et PM_{10} sur un maillage kilométrique se basant sur des données de 2004. Madininair a mis en forme les données (Figure 19).

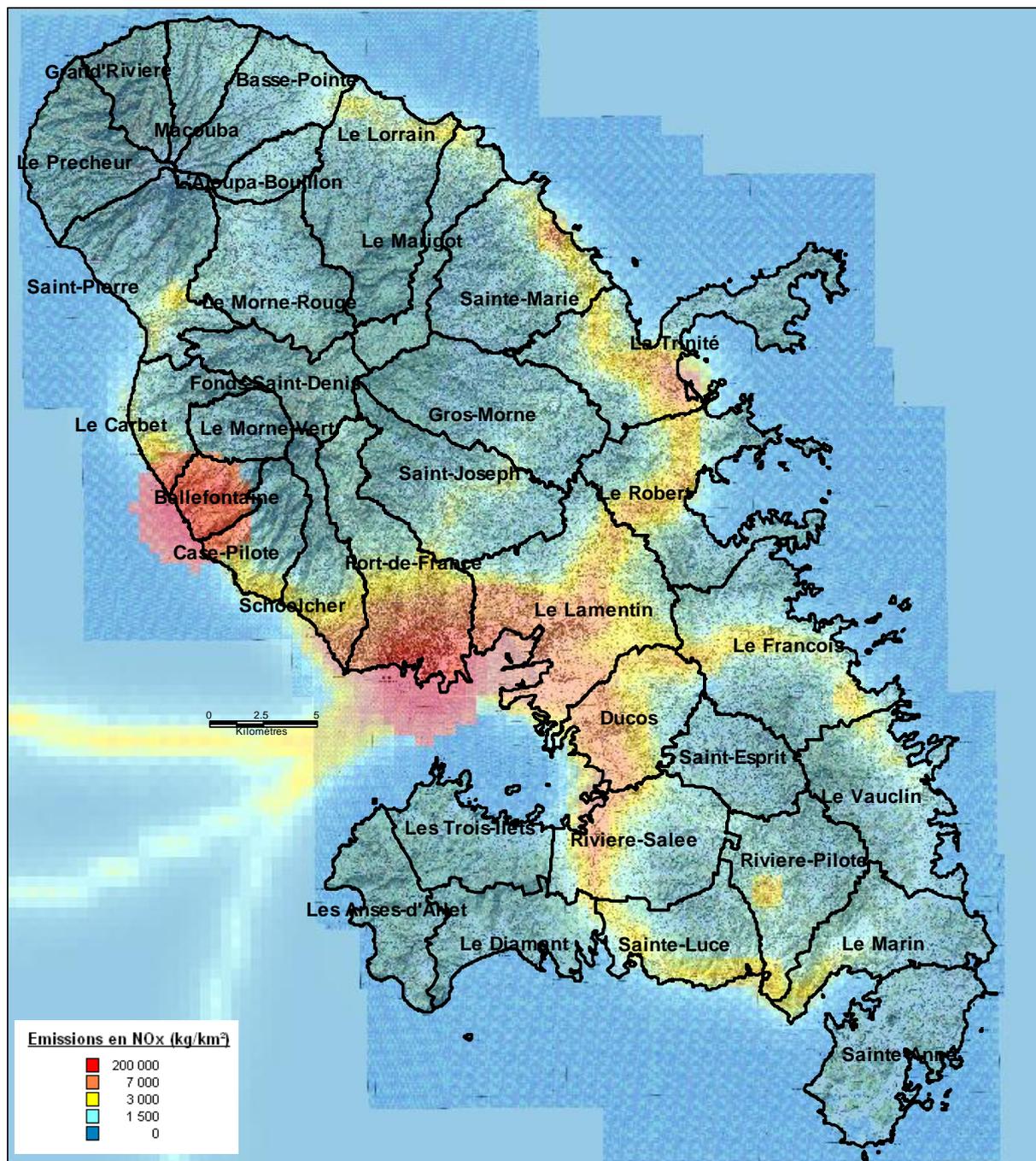


Figure 13 : Cartographie des émissions d'oxydes d'azote en 2004 (kg/km²)

Néanmoins, l'inventaire et la cartographie qui en résulte ne permet pas à Madininair d'identifier précisément les sources. Cette identification est indispensable pour entreprendre d'éventuelles actions ciblées.

3.2. Quantité totale d'émissions provenant des sources listées.

Les données les plus récentes sont fournies par l'inventaire SRCAE du CITEPA (Tableau 9).

	SO2	NOX	COVNM	PM10	NH3	CO2	CH4	N2O	HFC (kt CO2e)	SF6 (kt CO2e)
Transformation d'énergie	9.299	17.542	1.444	0.33	0.019	1198	0.045	0.03	0	2.995
Industrie Manufacturière	0.35	0.195	0.925	0.164	0.0015	64	6.43	0.0032	12.039	0.266
Résidentiel/Tertiaire	0.018	0.04	0.668	0.011	0	50	0.0018	0.0016	31.829	0.067
Agriculture/Sylviculture	0.0017	0.122	0.0031	0.066	0.764	4.8	2.525	0.195	0.369	0
Transport routier	0.024	3.518	1.751	0.187	0.051	765	0.05	0.0017	17.6	0
Autres Transports	0.0086	0.114	0.019	0.0065	0	20	0.0016	0.0008	1.316	0
TOTAL (kt)	9.702	21.44	4.81	0.765	0.836	2092	9.054	0.247	63.154	3.327

Tableau 7 : Emissions annuelles en ktonnes pour l'année 2007 (Source : CITEPA)

Madininair prévoit la réalisation d'un inventaire complet et spatialisé sur tout le territoire d'ici à 2013. Cet inventaire proposera des données d'émissions pour une liste exhaustive de polluants d'intérêts.

De plus, une modélisation de la dispersion des polluants dans l'agglomération foyale (dans un premier temps) sera mise en place. La modélisation est un outil qui permet une approche plus active des problématiques de qualité de l'air.

La mise en place de ces deux outils (inventaire spatialisé et modélisation de la dispersion) permettra une connaissance plus spécifique des problèmes locaux de pollution atmosphérique en identifiant les sources locales et globales de pollution.

La modélisation permet l'évaluation d'impact des sources ou de l'implantation de nouvelles sources. C'est un outil d'aide à la décision dans le choix d'une stratégie de contrôle des rejets. Par exemple, des scénarii de réduction de la pollution peuvent être testés. La modélisation offre de plus la possibilité de prévoir et donc d'éviter les épisodes de pollution. Elle permet également de pallier le manque de mesure, en zone rurale notamment.

Toutefois, l'inventaire devra régulièrement être mis à jour (au minimum tous les ans, en fonction de la disponibilité des données).

3.3. Renseignements sur la pollution transfrontalière : Pollution particulaire en provenance du Sahara

Depuis plus de dix ans, Madininair a pu constater le phénomène global de brumes de sable sur ces stations de mesure. Des particules fines d'origine désertique proviennent essentiellement du désert du Sahara (Figure 20).

Lors d'un épisode de brumes de sable, une augmentation sensible des PM₁₀ est observée sur l'ensemble du territoire martiniquais, les concentrations en PM₁₀ dans l'air augmentent dans les mêmes proportions sur toutes les stations de mesure.

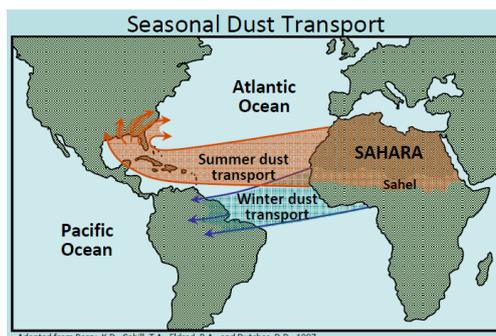


Figure 14 : Transport des poussières désertiques en fonction des saisons

Ces particules en suspension seront ainsi transportées sur de longues distances au-dessus de l’océan Atlantique vers les Antilles, à une altitude comprise entre 1500 et 6000m.

Ce phénomène étant homogène sur l’ensemble du territoire de la Martinique, les concentrations en PM10 augmentent dans les mêmes proportions sur toutes les stations fixes. Un épisode de brume de sable record a été enregistré en 2007, la concentration moyenne journalière en PM10 a atteint une concentration maximale sur l’ensemble des stations le 15 mai 2007 (Figure 21).

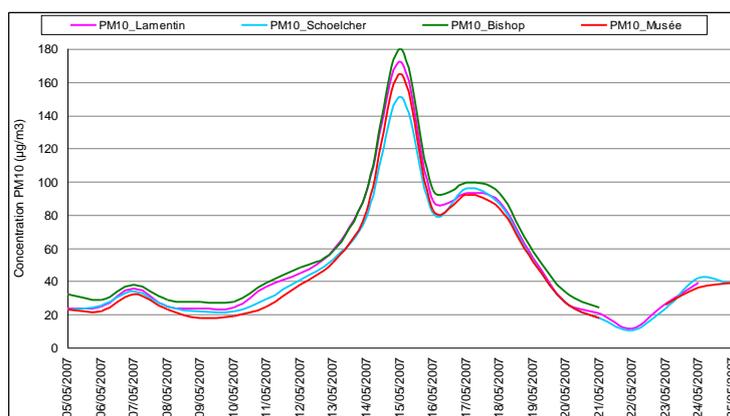


Figure 15 : Concentration en PM10 (µg/m³) lors de pic record de mai 2007.

D’une manière générale, les épisodes de brume de sable en Martinique semblent être plus nombreux au mois de juin, mais les épisodes les plus denses semblent se produire principalement au mois de mai.

Néanmoins, il s’agit ici d’une simple estimation car il est impossible de connaître sans analyse chimique la part véritable des brumes de sable sur des pics en PM₁₀.

Des modèles globaux sur la dispersion des particules désertiques nous permettent également de visualiser l’arrivée d’un phénomène de brume de sable sur l’arc antillais. Cependant, ces modèles manquent de précision géographique et de précision sur la gamme des concentrations en PM₁₀ (Figure 22).

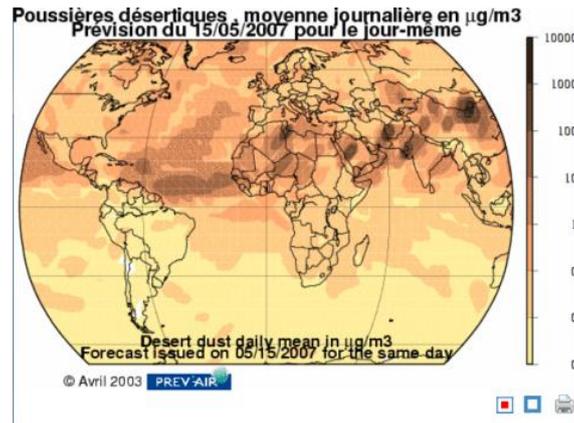


Figure 16 : Exemple de la dispersion des poussières désertiques de l'épisode de brume de sable du 15/05/2007

(Source : Prév'air, visualisée sur le site : http://www.prevair.org/fr/prevision_pous_desert.php)

Cela fait plusieurs années que Madininair souhaite développer des partenariats nationaux permettant de répondre aux enjeux liés aux particules. Pour avoir une meilleure connaissance de la part naturelle des brumes de sable désertiques en Martinique, Madininair a sollicité sa participation à une étude sur la Caractérisation Chimique des particules fines, le projet CARA, menée par le Laboratoire Central de la Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA). Cette étude a pour objectif sur la région Martinique, de réaliser une spéciation chimique des particules, et ainsi de connaître la part des particules d'origine désertique.

Madininair projette par ailleurs de mettre en place une station de mesure « brume » destinée à mesurer la contribution des particules désertiques transfrontalières. Cette station serait située sur la côte Atlantique, loin de toutes sources anthropiques potentielles, et mesurerait en continu et en temps réel, les concentrations en PM_{10} , mais permettrait également de réaliser des analyses chimiques en continu pour mieux comprendre le phénomène. Cette étude aurait pour objectif final de définir, lors d'un dépassement des seuils ou de la valeur limite, la part imputable aux particules désertiques transfrontalières.

3.4. Poids des émissions dans les concentrations et spéciation chimique des émissions.

Faute d'inventaire spatialisé suffisamment précis, la distinction entre les émissions de nature régionale, urbaine ou locale n'est à l'heure actuelle pas possible.

De plus, des prélèvements de PM_{10} sont en cours d'analyse. Les résultats de spéciation chimique des particules seront connus prochainement.

4. Analyse de la situation

4.1. Phénomène de transformation et de diffusion de la pollution

➤ Phénomènes de transformation

Les dépassements enregistrés sur la zone du PPA sont principalement issus des polluants primaires. En effet, les polluants primaires, tels que le dioxyde d'azote, sont émis directement par une source. Ainsi, leurs concentrations dans l'air sont maximales à proximité des sources, puis tendent à diminuer au fur et à mesure que l'on s'éloigne de celles-ci en raison de leur dispersion. Pour le NO₂, ce phénomène est observé sur les cartographies de la pollution automobile réalisées sur les communes. En effet, dès que l'on s'éloigne des axes routiers principaux et de la circulation dense des centres urbains, les concentrations en NO₂ diminuent progressivement.

A l'inverse, d'autres polluants dits « secondaires » sont issus de la transformation chimique de polluants primaires. C'est le cas de l'ozone qui se forme à partir de précurseurs tels que les oxydes d'azote et les composés organiques volatils sous l'effet des rayonnements solaires. Cependant, pour permettre la formation de l'ozone, les masses d'air doivent être relativement stables. En Martinique, les vents relativement constants, sont favorables à la dispersion des masses d'air. Ainsi, aucun dépassement des concentrations en ozone n'a pu être observé sur le territoire.

➤ Phénomènes de dispersion

Les paramètres relatifs à la source de pollution (hauteur du rejet, température de la source, ...), les paramètres météorologiques, climatiques et topographiques jouent un rôle prépondérant dans le transport et la transformation chimique des polluants. Ils ont une incidence importante sur les niveaux de polluant observés au voisinage du sol.

→ Facteurs influençant la dispersion verticale des polluants

Plusieurs facteurs peuvent influencer la dispersion verticale des polluants :

- La pression de l'air : en effet, les situations de basses pressions, lors de dépressions météorologiques telles que les cyclones, sont favorables à la dispersion des polluants.

- La turbulence : la différence de vitesses des masses d'air crée des vents favorisant la dispersion des polluants. Ces turbulences peuvent également être créées par des obstacles tels que des montagnes ou plus localement par le contact avec des objets comme des bâtiments. Ce phénomène est retrouvé dans les bourgs, où la proximité des bâtiments peuvent engendrer des turbulences très localisées, dans le cas par exemple de rues « canyon ». Les turbulences thermiques existent également et sont créées par la différence de températures des masses d'air selon l'altitude.

- La stabilité de l'air : lorsque des particules d'air se situent en dessous de particules plus denses ou au même niveau, il y a instabilité verticale, c'est-à-dire déclenchement de mouvements verticaux. Dans le cas contraire, la stabilité de l'air se caractérise par l'absence de mouvements ascendants. Ces mouvements verticaux favorisent la dispersion des polluants. Lors d'un réchauffement important du sol, les jours d'absence de vents forts, les masses d'air chaudes, plus légères que les masses d'air froides, s'élèvent en altitude.

- Inversion de température : habituellement, la température de l'air décroît avec l'altitude, permettant un brassage vertical de l'air. En effet, les particules d'air plus chaudes, générées au niveau du sol, sont plus légères, et s'élèvent en altitude. Dans le cas d'une inversion de température (les couches d'air sont plus chaudes en altitude qu'au niveau du sol), les particules d'air générées sont bloquées dans les basses couches de l'atmosphère car plus dense et moins chaude que l'air ambiant, empêchant la dispersion verticale des polluants (Figure 23). Ce phénomène est essentiellement observé en hiver. En Martinique, la température relativement constante tout au long de l'année, ne permet pas d'observer ce phénomène.

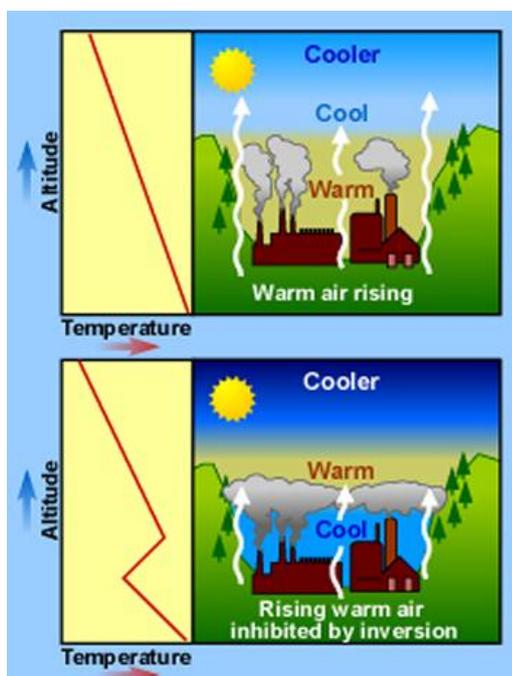


Figure 17 : Phénomène « normal » (photo du haut) et phénomène d'inversion de température (photo du dessous)

→ Facteurs influençant la dispersion horizontale des polluants

Le principal facteur influençant la dispersion horizontale des polluants est le vent. En effet, les vents faibles sont défavorables à la dispersion des polluants de l'air. Ce genre de phénomène est également observé localement, dans le cas de rues « canyon », où les obstacles bloquent les vents et favorisent la stagnation des polluants.

En Martinique, les vents sont généralement d'est et sont les alizés créés par la rotation de la Terre. Cependant, plus localement, dans les communes côtières, des vents issus de la différence de température entre la terre et la mer, peuvent créer des brises. En effet, dans l'après-midi et en fin de journée, la terre se réchauffe plus vite que la mer, les masses d'air au-dessus de la terre s'élèvent, et sont remplacées par les masses d'air plus fraîches en provenance de la mer. Ainsi, les polluants émis en mer peuvent être ramenés vers la terre (Figure 24).



Figure 18 : Phénomène de brise de mer

Au contraire, la nuit et tôt le matin, la terre se refroidit plus vite que la mer. Les masses d'air plus chaudes au-dessus de la mer s'élèvent et sont remplacées par les masses d'air plus fraîches de la terre. Il se forme alors une brise de terre, qui pousse les polluants vers la mer.

Le phénomène est observé sur les communes situées sur la bordure ouest de la Martinique. En effet, les vents principalement d'est en Martinique, peuvent être localement d'ouest sur ces communes et provenir de la mer. Ainsi, les polluants émis sur la bordure caraïbes ne sont pas dispersés vers la mer mais sont poussés à l'intérieur des terres.

4.2. Renseignements sur les facteurs responsables des dépassements

Les principales sources de pollution en Martinique sont :

- La pollution issue du trafic automobile
- La pollution issue des industries, notamment des carrières nord-caraïbes
- Les poussières provenant des brumes de sable sahariennes

Les dépassements des normes environnementales sont enregistrés pour le dioxyde d'azote, NO₂, et poussières fines, PM10. Ces polluants sont issus principalement de la pollution automobile pour les NO₂ et PM10 et des épisodes de brume de sable pour les PM10.

➤ **Dépassements liés au dioxyde d'azote : pollution automobile**

Le dioxyde d'azote, NO₂, est le traceur de la pollution automobile.

Des études ponctuelles, par méthode estimative, ont pu montrer des dépassements de la valeur limite annuelle en NO₂ dans la commune du Robert, François et Rivière-Salée, notamment le long de la RN1, qui relie le pôle économique de la Martinique au Robert, au croisement de la N2006 et de la RN6 et le long de la RN5, axe routier qui relie le centre de la Martinique aux communes du sud. En effet, lors des heures de pointe, l'influence des véhicules arrivant ou quittant les zones d'activité sont à l'origine d'encombres aux niveaux de ces axes routiers, qui enregistrent une fréquentation de plus de 15 000 véhicules par jour.

Les études ponctuelles réalisées dans les communes de Ducos, Sainte-Luce ont montré des risques de dépassements de la valeur limite annuelle en NO₂, sur les axes routiers qui traversent ces communes. Les risques de dépassements sont observés le long de la RN5. Cependant, dans ces communes, les études de spatialisation des concentrations en NO₂, ont pu montrer une dispersion relativement rapide de ce polluant dès que l'on s'éloigne de cet axe routier principal.

➤ **Dépassements liés aux poussières fines, PM10 : pollution automobile, activité des carrières nord-caraïbes et épisodes de brumes de sable**

Lors de l'évaluation environnementale des communes de la ZUR du Robert, les risques de dépasser la valeur limite annuelle et la valeur limite journalière en PM10 sont élevés sur 5 communes et plus modérés pour les 3 autres communes investiguées. Une part des dépassements semblent être imputable à la pollution de fond urbaine et une part à un phénomène plus global, l'apport transfrontalier des brumes de sable venant des régions désertiques. En effet, ces épisodes épisodiques de brumes de sable, présents de Février à Octobre, sont à l'origine d'une importante quantité de particules dans l'air.

Actuellement, pour permettre la différenciation des sources de pollution en poussières fines, et en partenariat avec le LCSQA, Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air, Madininair participe au projet national CARA (CARActérisation chimique des particules). Ce dispositif a pour objectif de fournir des informations sur la composition des particules sur l'ensemble du territoire français.

De plus, l'évaluation environnementale dans la commune de Saint-Pierre, réalisé en 2006, a montré un risque élevé de dépasser la valeur limite annuelle et journalière en PM10. En effet, l'activité des carrières nord-caraïbes, regroupées dans la commune de Saint-Pierre, sont à l'origine d'émissions en particules fines, directement par l'activité d'exploitation des carrières, et indirectement, par le transport des gravats par les poids lourds. Ces activités sont majoritairement responsables d'une concentration élevée de particules dans l'air et des risques de dépassements des normes environnementales en PM10.

Annexe 1 : critères nationaux et normes européennes

Les critères nationaux proviennent du décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 (transposant la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008).

Les normes européennes se basent sur les directives :

- Directive 2008/50/CE du 21 mai 2008
- Directive 2004/107/CE du 15 décembre 2004

Les principales valeurs mentionnées dans ces directives sont synthétisées dans les tableaux ci-dessous :

SO₂ :

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur de la norme SO ₂ (µg/m ³)
Horaire (santé)	Valeur Limite horaire	350 (24 dépassements autorisés)
	Seuil d'information et de recommandation	300
	Seuil d'alerte	500 (3 h consécutives)
Journalier (santé)	Valeur Limite journalière	125 (3 dépassements autorisés)
Année (santé)	Objectif de qualité	50
Année (écosystème)	Niveau critique pour la protection de la végétation	20 (moyenne hivernale)

NO_x, NO₂ :

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur de la norme NO ₂ (µg/m ³)
Horaire (santé)	Valeur Limite horaire	<u>Valeur au 01/01/2010 :</u> 200 (18 dépassements autorisés)
	Seuil d'information et de recommandation	200
	Seuil d'alerte	400* <i>*200 (si dépassement de ce seuil la veille et risque de dépassement de ce seuil le lendemain)</i>

Année (santé)	Valeur Limite annuelle	Valeur Objectif 2010 : 40
Valeur en NOX (en équivalent NO ₂) Année (écosystème)	Niveau critique pour la protection de la végétation	30

O₃ :

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur de la norme O ₃ (µg/m ³)
Horaire (santé)	Seuil d'information et de recommandation	180
	Seuil d'alerte	240
Horaire (écosystème)	Valeur cible – AOT40*	18 000 Calculé de mai à juillet, de 8h à 20h, moyenné sur 5 ans
	Objectif de qualité – AOT 40*	6 000 De mai à juillet de 8h à 20h
Journalier (santé)	Valeur cible	120 pour le max journalier de la moyenne sur 8h (25 dépassements autorisés par année civile, en moyenne calculée sur 3 ans)
	Objectif de qualité	120 Pour le max journalier de la moyenne sur 8h en année civile

* AOT 40 (exprimé en µg/m³.heure) signifie la somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à 80 µg/m³ (= 40 ppb ou partie par milliard) et 80 µg/m³ durant une période donnée en utilisant uniquement les valeurs sur 1 heure mesurées quotidiennement entre 8 heures et 20 heures.

PM10 :

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur de la norme PM10 (µg/m ³)
Journalier (santé)	Valeur Limite journalière	50 (35 dépassements autorisés)
	Seuil d'information et de recommandation	80 (moyenne glissante)
	Seuil d'alerte	125 (moyenne glissante)
Année (santé)	Valeur Limite annuelle	40
	Objectif de qualité annuel	30

PM2,5 :

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur de la norme PM10 (µg/m ³)											
Année (santé)	Valeur Limite annuelle	<u>Valeur au 01/01/2010</u> 29											
	Objectif de qualité annuel	10											
	Objectif de réduction par rapport à l'IEM* de 2010, qui devrait être atteint en 2020	<table border="0"> <tr> <td>Concentration initiale :</td> <td>Objectif de réduction :</td> </tr> <tr> <td><= à 8,5 µg/m³</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>8,5 à <13 µg/m³</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>13 à <18 µg/m³</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td>18 à <22 µg/m³</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>>= à 22 µg/m³</td> <td>Toute mesure appropriée pour atteindre 18 µg/m³</td> </tr> </table>	Concentration initiale :	Objectif de réduction :	<= à 8,5 µg/m ³	0%	8,5 à <13 µg/m ³	10%	13 à <18 µg/m ³	15%	18 à <22 µg/m ³	20%	>= à 22 µg/m ³
Concentration initiale :	Objectif de réduction :												
<= à 8,5 µg/m ³	0%												
8,5 à <13 µg/m ³	10%												
13 à <18 µg/m ³	15%												
18 à <22 µg/m ³	20%												
>= à 22 µg/m ³	Toute mesure appropriée pour atteindre 18 µg/m ³												

*IEM : Indicateur d'exposition moyenne, calculé par chaque pays en considérant un ensemble de stations représentatives de la pollution urbaine de fond dans les agglomérations et les zones urbaines.

CO :

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur de la norme CO (µg/m ³)
Horaire (santé)	Valeur limite	10 000 (moyenne sur 8 heures)

Benzène :

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur de la norme PM10 (µg/m ³)
Année (santé)	Valeur Limite annuelle	<u>Valeur au 01/01/2010</u> 5
	Objectif de qualité annuel	2

Le Plomb :

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur de la norme PM10 (µg/m ³)
Année (santé)	Valeur Limite annuelle	0,5
	Objectif de qualité annuel	0,25

Les métaux lourds (Arsenic, Cadmium, Nickel) :

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur de la norme PM10 (ng/m3)
Année (santé)	Objectif de qualité annuel	Arsenic, As : 6 Cadmium, Cd : 5 Nickel, Ni : 20

Le benzo(a)pyrène :

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur de la norme PM10 (ng/m3)
Année (santé)	Valeur Limite annuelle	1

Valeur limite : niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble.

Valeur cible : niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble.

Objectif de qualité : niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.

Niveau critique : niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, au-delà duquel des effets nocifs directs peuvent se produire sur certains récepteurs, tels que les arbres, les autres plantes ou écosystèmes naturels, à l'exclusion des êtres humains.

Seuil d'information et de recommandation : niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaires l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions.

Seuil d'alerte : niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

Annexe 2 : Seuils d'évaluation réglementaires

Les seuils d'évaluation minimal et maximal permettent de définir la stratégie de surveillance à adopter sur une zone suivant que la moyenne annuelle du polluant considéré, est en dessous ou au-dessus des seuils d'évaluation. Ces seuils sont basés sur des valeurs annuelles, ils sont définis dans la directive cadre 96/62/CE et les directives filles européennes 99/30/CE et 00/69/CE.

Ces seuils sont résumés pour chaque polluant dans les tableaux suivants :

Légende : VL : Valeur limite ; VC : Valeur cible

Dioxyde de soufre, SO₂ :

	Protection de la santé	Protection de la végétation
Seuil d'évaluation supérieur (SES)	75 µg/m³ (3 dépassements annuels autorisés) = 60% de la VL par 24 heures	12 µg/m³ =60% du niveau critique hivernal
Seuil d'évaluation inférieur (SEI)	50 µg/m³ (3 dépassements annuels autorisés) = 40% de la VL par 24 heures	8 µg/m³ = 40% du niveau critique hivernal

Dioxyde d'azote, NO₂, et oxydes d'azote, NO_x :

	Protection de la santé Valeur limite horaire NO ₂	Protection de la santé Valeur limite annuelle NO ₂	Protection des écosystèmes Niveau critique annuel NO _x
Seuil d'évaluation supérieur (SES)	140 µg/m³ (18 dépassements annuels autorisés) = 70% de la VL par 24h	32 µg/m³ = 80% de la VL par 24 heures	24 µg/m³ =80% du niveau critique
Seuil d'évaluation inférieur (SEI)	100 µg/m³ (18 dépassements annuels autorisés) = 50% de la VL par 24h	26 µg/m³ = 65% de la VL par 24 heures	19,5 µg/m³ = 65% du niveau critique

Particules PM₁₀ et PM_{2,5} :

	Moyenne sur 24 heures PM ₁₀	Moyenne annuelle PM ₁₀	Moyenne annuelle PM _{2,5}
Seuil d'évaluation supérieur (SES)	35 µg/m³ (35 dépassements annuels autorisés) = 70% de la VL	28 µg/m³ = 70% de la VL par 24 heures	17 µg/m³ =70% du niveau critique
Seuil d'évaluation inférieur (SEI)	25 µg/m³ (35 dépassements annuels autorisés) = 50% de la VL par 24h	20 µg/m³ = 50% de la VL par 24 heures	12 µg/m³ = 50% du niveau critique

Benzène :

Moyenne annuelle

Seuil d'évaluation supérieur (SES)	3,5 µg/m³ = 70% de la VL
Seuil d'évaluation inférieur (SEI)	2 µg/m³ = 40% de la VL

Monoxyde de carbone :

Moyenne annuelle

Seuil d'évaluation supérieur (SES)	7 mg/m³ = 70% de la VL
Seuil d'évaluation inférieur (SEI)	5 mg/m³ = 50% de la VL

Plomb :

Moyenne annuelle

Seuil d'évaluation supérieur (SES)	0,35 µg/m³ = 70% de la VL
Seuil d'évaluation inférieur (SEI)	0,25 µg/m³ = 50% de la VL

Métaux lourds Arsenic As, Cadmium Cd, Nickel Ni :

	Arsenic	Cadmium	Nickel
Seuil d'évaluation supérieur (SES)	3,6 ng/m³ = 60% de la VC annuelle	3 ng/m³ = 60% de la VC annuelle	14 ng/m³ = 70% de la VC annuelle
Seuil d'évaluation inférieur (SEI)	2,4 ng/m³ = 40% de la VC annuelle	2 ng/m³ = 40% de la VC annuelle	10 ng/m³ = 50% de la VC annuelle

Benzo(a)pyrène :

Moyenne annuelle	
Seuil d'évaluation supérieur (SES)	0,6 ng/m³ = 60% de la VC annuelle
Seuil d'évaluation inférieur (SEI)	0,4 ng/m³ = 40% de la VC annuelle

Cas de l'ozone, O₃ :

Pour l'ozone, les seuils d'évaluation sont remplacés par des objectifs à long terme.

	Protection de la santé	Protection de la végétation
Objectif à long terme	120 µg/m³ (Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures pendant une année civile)	AOT 40* : 6 000 µg/m³.h (Mai – juillet)

* AOT 40 (exprimé en µg/m³.heure) signifie la somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à 80 µg/m³ (= 40 ppb ou partie par milliard) et 80 µg/m³ durant une période donnée en utilisant uniquement les valeurs sur 1 heure mesurées quotidiennement entre 8 heures et 20 heures.

Annexe 3 : Evolution des polluants réglementaires ne présentant pas de risques de dépassements des valeurs limites annuelles

Dioxyde de soufre, SO₂

	Ducos	Sainte Luce	Marin	Sainte-Anne	Robert	Gros-Morne
Concentration moyenne annuelle	0	5	1	1	0	2
Concentration journalière maximale	0	2	3	8	0	4
Dépassement de la VL annuelle	NON	NON	NON	NON	NON	NON
Nbr. de dépassement du SES	0	0	0	0	0	0
Nbr. de dépassement du SEI	0	0	0	0	0	0

Lors des études ponctuelles dans la ZUR du Robert, l'évaluation environnementale n'a révélé aucun risque de dépassement des normes environnementales pour le SO₂.

L'ozone, O₃

L'ozone est un polluant secondaire, c'est-à-dire qu'il n'est pas émis dans l'air par une source directe mais il est formé indirectement par réaction photochimique entre l'oxygène de l'air et le dioxyde d'azote. De ce fait, les concentrations pour ce polluant sont relativement homogènes sur l'ensemble du territoire. Les normes environnementales en O₃ sont respectées dans la ZUR de Fort-de-France, ainsi, par estimation objective, dans la ZUR du Robert et la commune de Saint-Pierre, les normes le sont également.

	Ducos	Robert
Concentration moyenne annuelle	21	27
Concentration journalière maximale	39	40
Dépassement de la VL annuelle	NON	NON
Objectif à long terme	Respecté	Respecté

De plus, l'évaluation environnementale de l'O₃ dans la ZUR du Robert n'a présenté aucun risque de dépassement des normes environnementales.