



# ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR PRÈS DE PÔLES D'ÉCHANGE MULTIMODAUX INTÉGRANT UNE DIMENSION MARITIME SUR LE TERRITOIRE DE LA CACEM

**ANNÉE 2016**



Parution : mai 2017  
Rédacteur : S. FALGUIÈRE  
Ref : 05/17/PORTSCACEM2016



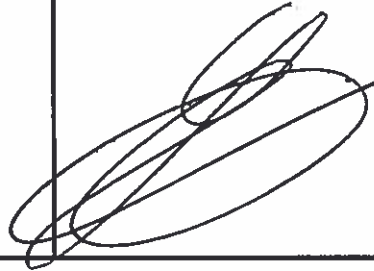
# Evaluation de la qualité de l'air pour les ports intermodaux de la CACEM

Année 2016

Madinair : 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. FALGUIERE	C. BOULLANGER	S. GANDAR
Qualité	Chargé d'études	Responsable études	Directeur
Visa			

## Sommaire

<b>I.</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>3</b>
<b>II.</b>	<b>Contexte de l'étude.....</b>	<b>4</b>
II.1	Les pôles d'échanges multimodaux intégrant une dimension maritime de la CACEM	4
II.1.1	<i>Schoelcher .....</i>	4
II.1.2	<i>La Pointe Simon .....</i>	5
II.1.3	<i>Etang Z'abricot .....</i>	5
II.1.4	<i>Port Cohé .....</i>	6
II.2	Sources principales d'émissions et polluants mesurés.....	6
II.2.1	<i>Le dioxyde de soufre : SO<sub>2</sub> .....</i>	6
II.2.2	<i>Les oxydes d'azote: NO<sub>x</sub> (NO, NO<sub>2</sub>).....</i>	8
II.2.3	<i>Les composés organiques volatils : BTX.....</i>	11
II.3	Campagnes de mesure.....	16
<b>III.</b>	<b>Matériels et méthode.....</b>	<b>18</b>
III.1	Echantillonnage.....	18
III.2	Analyse .....	19
<b>IV.</b>	<b>Résultats .....</b>	<b>20</b>
IV.1	Fiabilité de la mesure différée.....	20
IV.2	Données météorologiques.....	20
IV.3	Les pôles d'échanges multimodaux intégrant une dimension maritime de la CACEM	22
IV.3.1	<i>Le dioxyde de soufre, SO<sub>2</sub>.....</i>	22
IV.3.2	<i>Le dioxyde d'azote, NO<sub>2</sub>.....</i>	25
IV.3.3	<i>Les BTEX.....</i>	28
<b>V.</b>	<b>Discussion.....</b>	<b>31</b>
V.1	Influence des conditions météorologiques sur les concentrations en polluants.....	31
V.2	Quel pôle d'échange présente les concentrations en polluant les plus élevées ?.....	32
V.3	Quelle est l'influence du Tour des Yoles Rondes sur les concentrations en polluants dans les pôles d'échanges intégrant une dimension maritime de la CACEM ?.....	34
V.3.1	<i>Observations relatives aux concentrations en SO<sub>2</sub>.....</i>	34
V.3.2	<i>Observations relatives aux concentrations en NO<sub>2</sub>.....</i>	36
V.3.3	<i>Observations relatives aux concentrations en benzène.....</i>	37
<b>VI.</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>39</b>
<b>VII.</b>	<b>Annexes .....</b>	<b>40</b>
VII.1	Annexe 1 : Evolution des concentrations mesurées à chaque campagnes pour le SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> et les BTEX sur chaque pôle d'échange : .....	40
VII.2	Annexe 2 : Synthèse des résultats des campagnes de mesure des divers polluants mesurés .....	46
VII.2.1	<i>Le dioxyde d'azote : NO<sub>2</sub>.....</i>	46

VII.2.2	<i>Le dioxyde de soufre : SO<sub>2</sub></i> .....	46
VII.2.3	<i>Les BTEX</i> .....	47
<b>VIII.</b>	<b>Listes des figures et tableaux</b> .....	<b>49</b>

## I. Introduction

L'Association régionale de surveillance de la qualité de l'air en Martinique, Madininair, dispose en 2016 de 13 stations de mesure dispersées stratégiquement sur l'agglomération de Fort-de-France, l'agglomération du Robert et la commune du Lamentin dont 8 stations dispersées sur le territoire de la CACEM. Ces stations mesurent divers polluants : SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, particules PM<sub>10</sub> (inférieures à 10 microns de diamètre), particules PM<sub>2.5</sub> (inférieures à 2,5 microns de diamètre), benzène, métaux lourds, hydrocarbures aromatiques polycycliques.

Mais les missions de l'association sont également de pouvoir répondre à des demandes plus spécifiques et ponctuelles concernant l'étude de la qualité de l'air sur différents sites où aucune mesure en continu n'est réalisée.

Dans le cadre de l'actualisation de son Schéma de Cohérence Territorial (SCoT), la CACEM a proposé des actions favorisant le développement de l'intermodalité, notamment par des projets d'amélioration urbain des pôles d'échanges, situés dans les centres urbains de Schœlcher, Fort-de-France, dans la zone d'Etang Z'abricot et dans le quartier de Port Cohé au Lamentin. Ces projets d'aménagements urbains ont à terme des conséquences environnementales. Ainsi, il est fortement recommandé d'évaluer l'impact de ces aménagements sur la qualité de l'air. C'est pour répondre à cet objectif que la CACEM a réalisé en 2015, dans le cadre de son Programme Air, une évaluation de la quantité de polluants rejetés dans l'air et de la qualité de l'air liée à l'impact de ces aménagements que représente notamment la mise en place d'axes de communications maritimes entre ces différents pôles d'échanges (cf. Evaluation d'actions du SCoT de la CACEM, Madininair 2015).

En 2016, la CACEM a souhaité compléter cette étude en réalisant une évaluation de la qualité de l'air à proximité des pôles d'échanges multimodaux intégrant une dimension maritime. Cette étude est une mesure des principaux polluants de l'air susceptibles d'être émis par l'activité maritime, permettant ainsi, de réaliser un état des lieux, d'avancement ou final de la qualité de l'air suivant l'état d'aménagement des pôles d'échanges et en amont de la mise en place des axes de communications maritimes et des aménagements urbains associés. Ainsi, pour répondre à cet objectif, Madininair a mesuré, au regard des données des principales émissions de ces zones, les concentrations en dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>, dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>, et benzène en 5 sites de mesure stratégiquement répartis sur chaque pôle d'échange. Les résultats relevés ont été comparés aux normes environnementales en vigueur.

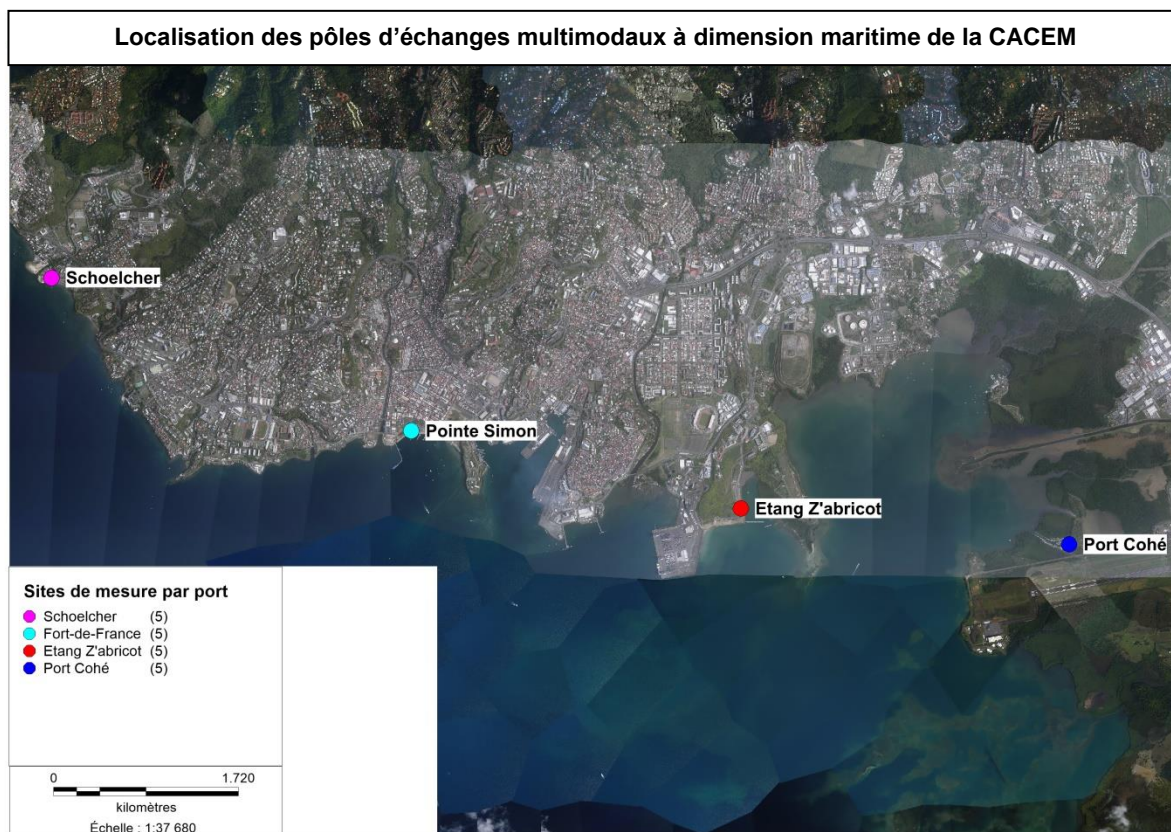
**Ce rapport présente les résultats des campagnes de mesure de 2016 sous la forme d'un état des lieux de la qualité de l'air à proximité des pôles d'échanges multimodaux intégrant une dimension maritime de la CACEM concernés par les projets d'aménagement.**



## II. Contexte de l'étude

### II.1 Les pôles d'échanges multimodaux intégrant une dimension maritime de la CACEM

Madininair a réalisé une évaluation de la qualité de l'air aux abords des pôles d'échanges multimodaux qui fait office d'état des lieux en prévision de la possible mise en œuvre d'une liaison maritime entre les communes de Schœlcher, Fort de France et le Lamentin.



#### II.1.1 Schœlcher



Situé entre les plages de case navire et de l'anse madame, le pôle d'échange de Schœlcher offre de par ses commerces de proximité et sa promenade un espace de plaisance. Son appontement est susceptible de faciliter à terme la mise en place des navettes maritimes.

## II.1.2 La Pointe Simon



Construit en 1992 pour répondre à une demande croissante d'escales de navires de croisière, l'appontement de la Pointe Simon est situé sur le front de mer de Fort-de-France avec un accès direct au centre-ville.

Le transport maritime local est à l'heure actuelle organisé uniquement entre cet aménagement et le pôle d'échange des Trois-îlets dont les trajets sont assurés par des navettes.

## II.1.3 Etang Z'Abriocot

Situé dans le prolongement de la pointe des Grives sur une superficie de 12 ha, le projet du Port de plaisance a été initié en 1988 par la Ville de Fort-de-France. Par la suite, la Communauté d'Agglomération du Centre de la Martinique (CACEM), dans le cadre de sa compétence Développement Economique, a déclaré d'intérêt communautaire la construction et la gestion du Port de plaisance en 2001.



Ce dernier répond à plusieurs enjeux :

- Offrir un espace de plaisance aux bateaux
- Doter l'île d'un équipement nautique moderne qui respecte l'environnement par une approche qui tend à assurer une protection et un suivi de la mangrove
- Renforcer la position de l'île dans le marché caribéen de la plaisance et surtout, en développer les activités et les emplois inhérents

## II.1.4 Port Cohé

Le projet d'aménagement du pôle d'échange du Port Cohé a été déclaré d'intérêt communautaire sous l'impulsion de la ville du Lamentin et sur la base de la convention qui lie L'Etat et la gestion du site par la ville.



Ce site comprend :

- 170 places de bateaux
- 200 places de parking
- 2180 m<sup>2</sup> de commerces et capitainerie
- Quais dur patelage 650 m<sup>2</sup>
- 1635 m<sup>2</sup> base technique
- 4625 m<sup>2</sup> bord à quai

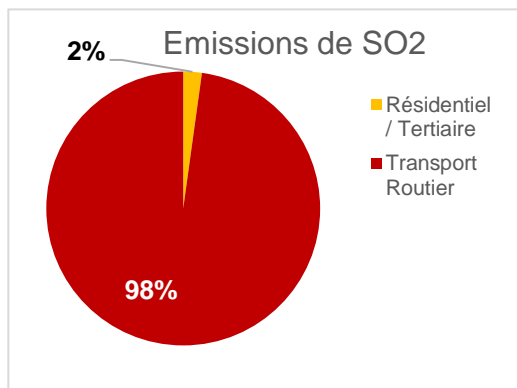
## II.2 Sources principales d'émissions et polluants mesurés

Les chiffres d'émissions ci-dessous proviennent de l'inventaire des émissions de polluants atmosphériques élaboré chaque année par Madininair. Les résultats ci-dessous sont les estimations pour les zones environnantes des pôles d'échanges ou projets de pôles d'échanges, regroupées en grands secteurs d'activités. Elles sont issues de l'Inventaire 2015, qui recense les émissions de l'année 2013.

### II.2.1 Le dioxyde de soufre : SO<sub>2</sub>

#### Sources d'émissions du SO<sub>2</sub> dans les zones étudiées

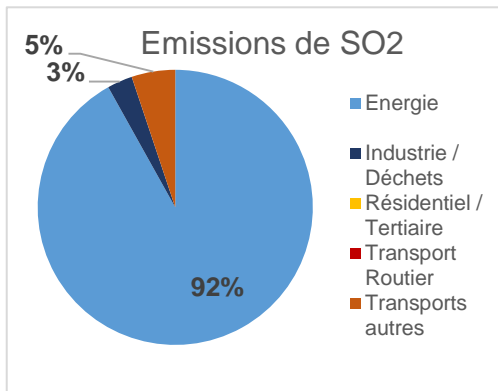
- Bourg de Schoelcher



75 kg de SO<sub>2</sub> ont été émis en 2013, soit des niveaux d'émissions très faibles. Le transport routier contribue à 98% à ces rejets, bien que les niveaux de soufre dans les carburants routiers ne cessent de diminuer.

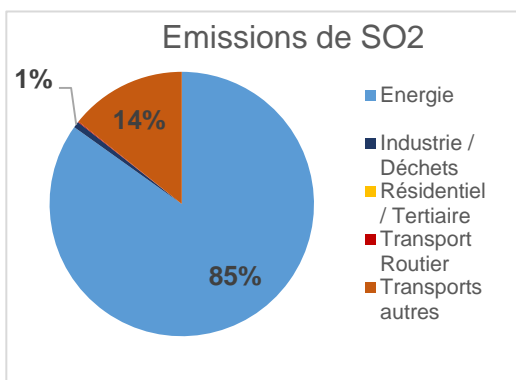


• Pointe Simon



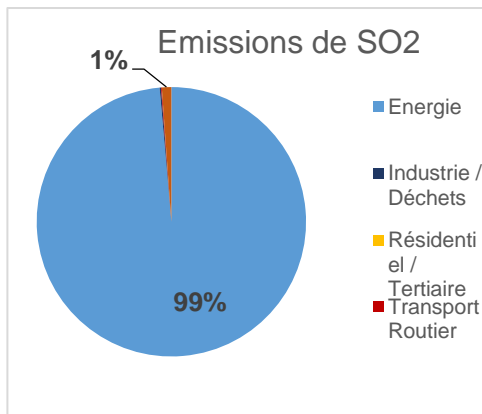
2360 tonnes de SO<sub>2</sub> ont été rejeté par le secteur de l'énergie en 2013. La production d'électricité est la source de ces rejets. Le trafic maritime, 5% des rejets soit 131 tonnes est le second émetteur de la zone. Tandis que l'industrie complète les émissions, avec 76 tonnes, soit 3%. La combustion de fioul lourd, carburant contenant généralement des niveaux plus élevés de soufre, est responsable de ces émissions.

• Etang Z'abricot



Le dioxyde de soufre provient essentiellement des activités de raffinage du pétrole dans la zone considérée : les turbines à gaz, chaudières, fours et torchères ont produit 587 tonnes de SO<sub>2</sub> en 2013, soit 85% des rejets. Le trafic maritime complète les émissions, 92 tonnes du fait de l'utilisation de fioul dans les moteurs de navires, soit 14% des émissions. Le trafic aérien contribue à hauteur de 7 tonnes en 2013 (1%).

• Port Cohé



Dans la zone considérée, le SO<sub>2</sub> provient presque exclusivement du secteur énergétique et des activités de raffinage du pétrole. 587 tonnes de ce polluant ont été rejetées en 2013.

Avec 7 tonnes de SO<sub>2</sub> émis, le trafic aérien complète les émissions, soit 1% des rejets dans la zone.

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.

## Unité de mesure

Les oxydes de soufre sont mesurés, dans l'air ambiant, en microgramme par mètre cube d'air prélevé ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

## Normes environnementales

Le décret 2010-1250 du 21/10/10 définit les normes environnementales du  $\text{SO}_2$ . La directive européenne 2008/50/CE précise que la norme annuelle est comparable à une concentration calculée sur la base d'une mesure effectuée pendant 14% du temps de l'année, répartie dans l'année.

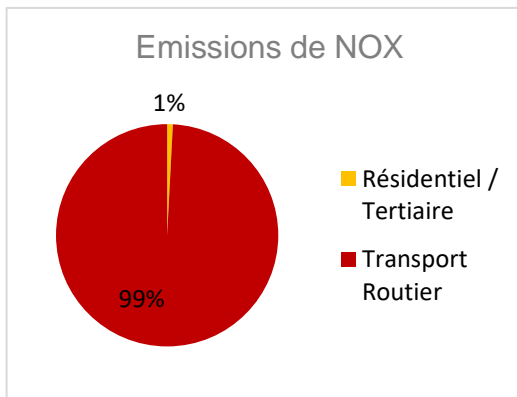
Période de base	Intitulé de la norme	Valeur de la norme $\text{SO}_2$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Année (santé)	Objectif de qualité	50

Tableau 1 : Normes environnementales pour le dioxyde de soufre (Décret 2010-1250 du 01/10/10)

### II.2.2 Les oxydes d'azote: $\text{NO}_x$ ( $\text{NO}$ , $\text{NO}_2$ )

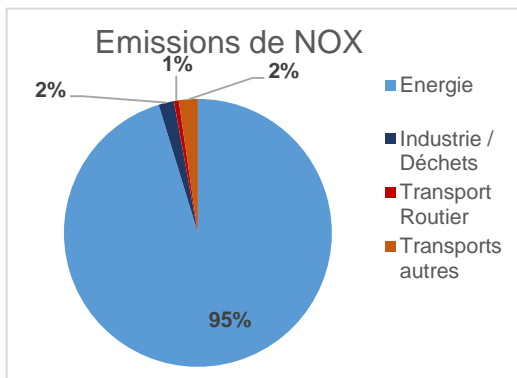
#### Sources d'émissions du $\text{NO}_2$ dans les zones étudiées

- Bourg de Schoelcher



Sur les 42 tonnes de  $\text{NO}_x$  émises dans la zone, 99% l'ont été par le trafic automobile en 2013. La combustion de carburant d'origine fossile (essence, diesel) dans le moteur des véhicules est la source de ces rejets.

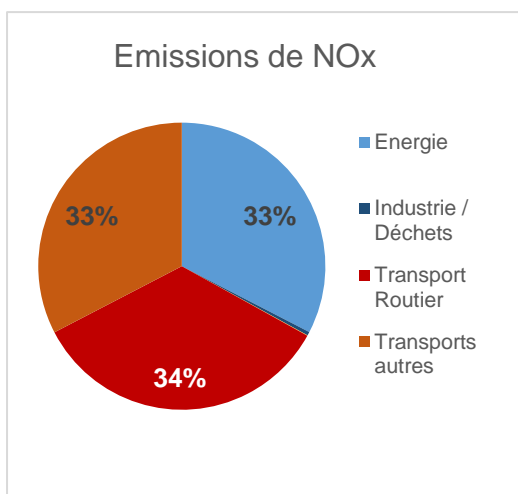
- Pointe Simon



95% des rejets de  $\text{NO}_x$  dans la zone considérée proviennent du secteur énergétique et particulièrement de la production d'électricité. La centrale thermique a émis 11600 tonnes de  $\text{NO}_x$  en 2013.

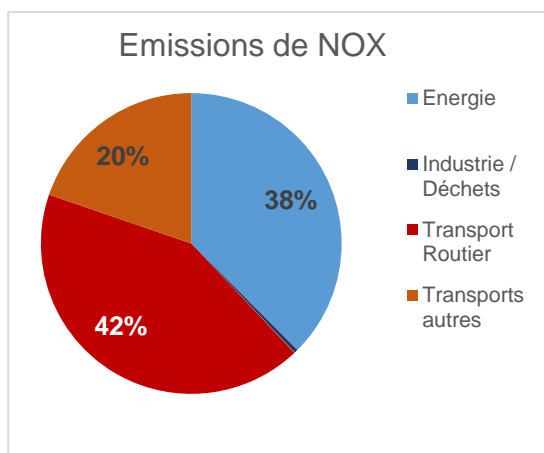
Le transport maritime (279 tonnes) et l'industrie (226 tonnes) complètent les émissions. Pour ces trois secteurs, la combustion de carburants fossiles est à l'origine des rejets de  $\text{NO}_x$ .

- Etang z'abricot



Dans cette zone, les oxydes d'azotes sont issus de 3 secteurs principaux : le transport routier, l'énergie (principalement le raffinage du pétrole) et les transports maritimes et aériens. Pour ces trois secteurs, la combustion de combustibles fossiles est la source des rejets de NO<sub>x</sub>. Le trafic automobile apporte 352 tonnes de NO<sub>x</sub> par an, soit 34% des rejets. Le raffinage du pétrole et la production d'électricité contribuent à 33% des rejets, soit 334 tonnes en 2013. Le trafic maritime émet 195 tonnes en 2013 (19% de la zone) tandis que l'aéroport est responsable de 14% des rejets (soit 139 tonnes).

- Port Cohé



Les 297 tonnes de NO<sub>x</sub> émises en 2013 par le trafic automobile représentent 42% des rejets dans la zone. La proximité de l'autoroute A1 explique ces quantités importantes. Le secteur énergétique produit 38% des rejets, soit 264 tonnes, du fait des activités de raffinage du pétrole. 20% des émissions, soit 139 tonnes en 2013, proviennent du trafic aérien et des activités aéroportuaires. Pour ces trois grands secteurs, c'est la combustion de carburants pétroliers qui induit les rejets de NO<sub>x</sub>.

**A noter :** 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.

### Effet sur la santé du NO<sub>2</sub>

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.

### Unité de mesure

Les oxydes d'azote sont mesurés, dans l'air ambiant, en microgramme par mètre cube d'air prélevé (µg/m<sup>3</sup>).

## Normes environnementales en NO<sub>2</sub>

Le décret 2010-1250 du 21/10/10 définit les normes environnementales du NO<sub>2</sub>. La directive européenne 2008/50/CE précise que la norme annuelle est comparable à une concentration calculée sur la base d'une mesure effectuée pendant 14% du temps de l'année, répartie dans l'année.

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur de la norme NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
Année (santé)	Valeur Limite annuelle	40

Tableau 2 : Normes environnementales pour le dioxyde d'azote (Décret 2010-1250 du 21/10/10)

## 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 si la mesure était réalisée toute l'année.

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur du seuil NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
Année (santé)	Seuil d'évaluation supérieur	32
	Seuil d'évaluation inférieur	26

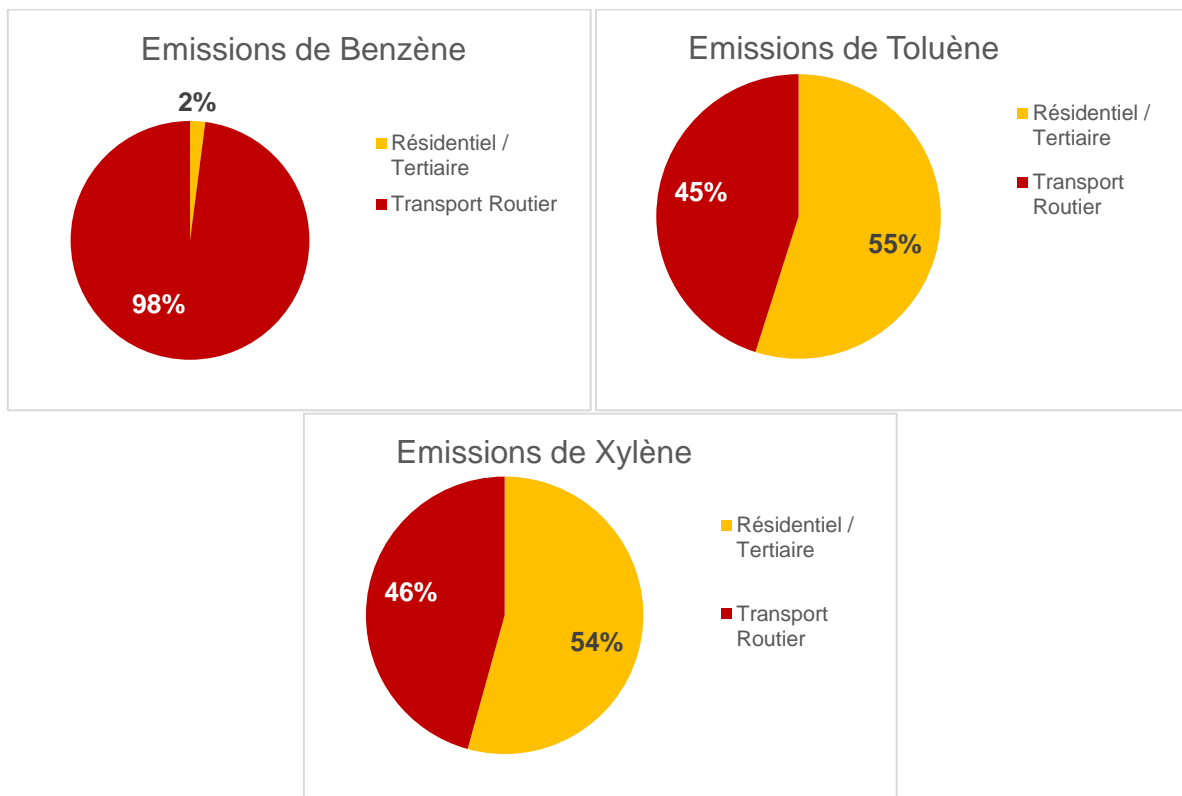
Tableau 3 : Seuils d'évaluation pour le dioxyde d'azote (Directive européenne 2008/50/CE)

### II.2.3 Les composés organiques volatils : BTX

#### Sources d'émissions des BTX (Benzène, Toluène et Xylène) dans les zones étudiées

Attention : les méthodologies utilisées ne permettent pas de calculer l'apport en BTX du trafic maritime, dont les émissions sont sans doute non négligeables dans cette zone.

- Bourg de Schoelcher

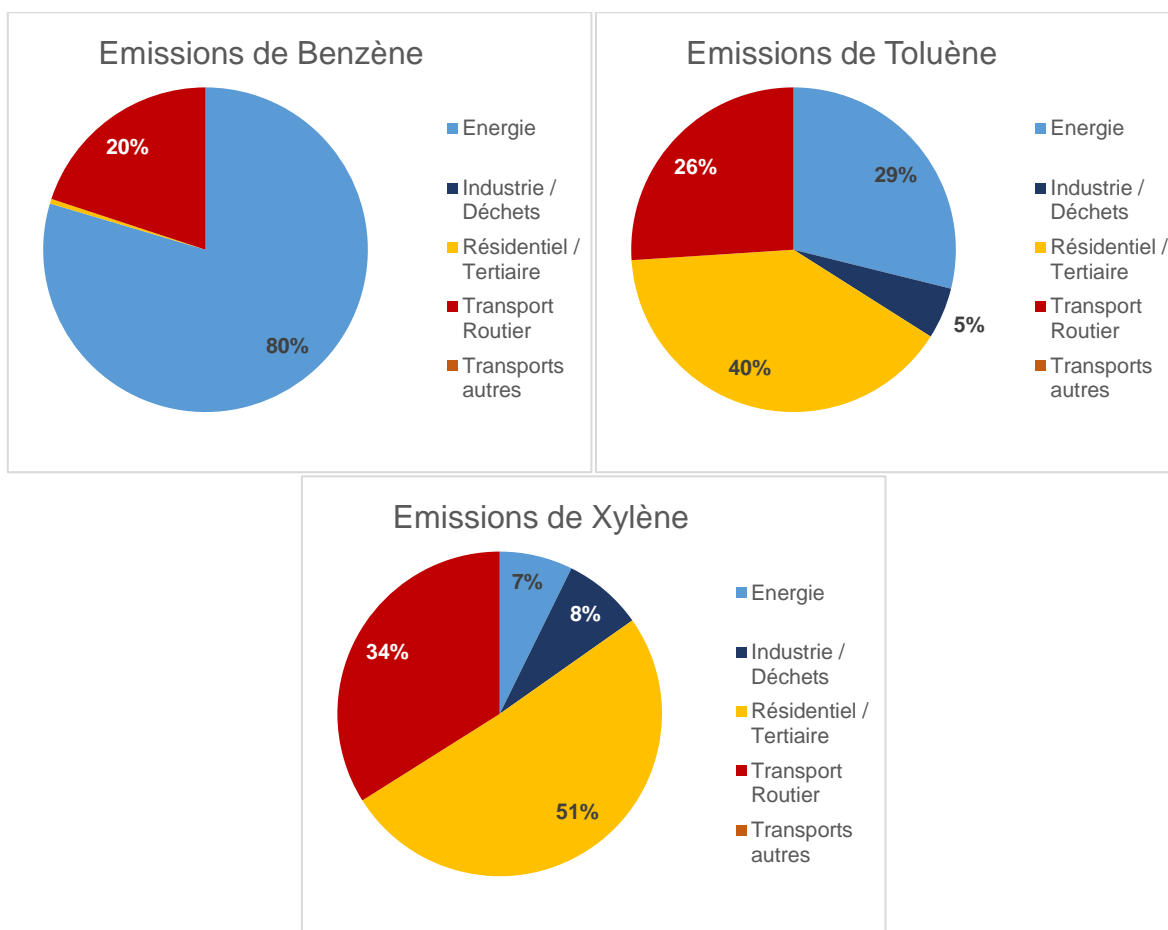


Les 270 kg de Benzène proviennent essentiellement de la combustion dans les moteurs et de l'évaporation de carburants.

En revanche, la majeure partie du Toluène et du Xylène (respectivement 890 et 770 kg) provient de l'utilisation domestique de solvants. Les rejets routiers viennent eux de la combustion et de l'évaporation du carburant.

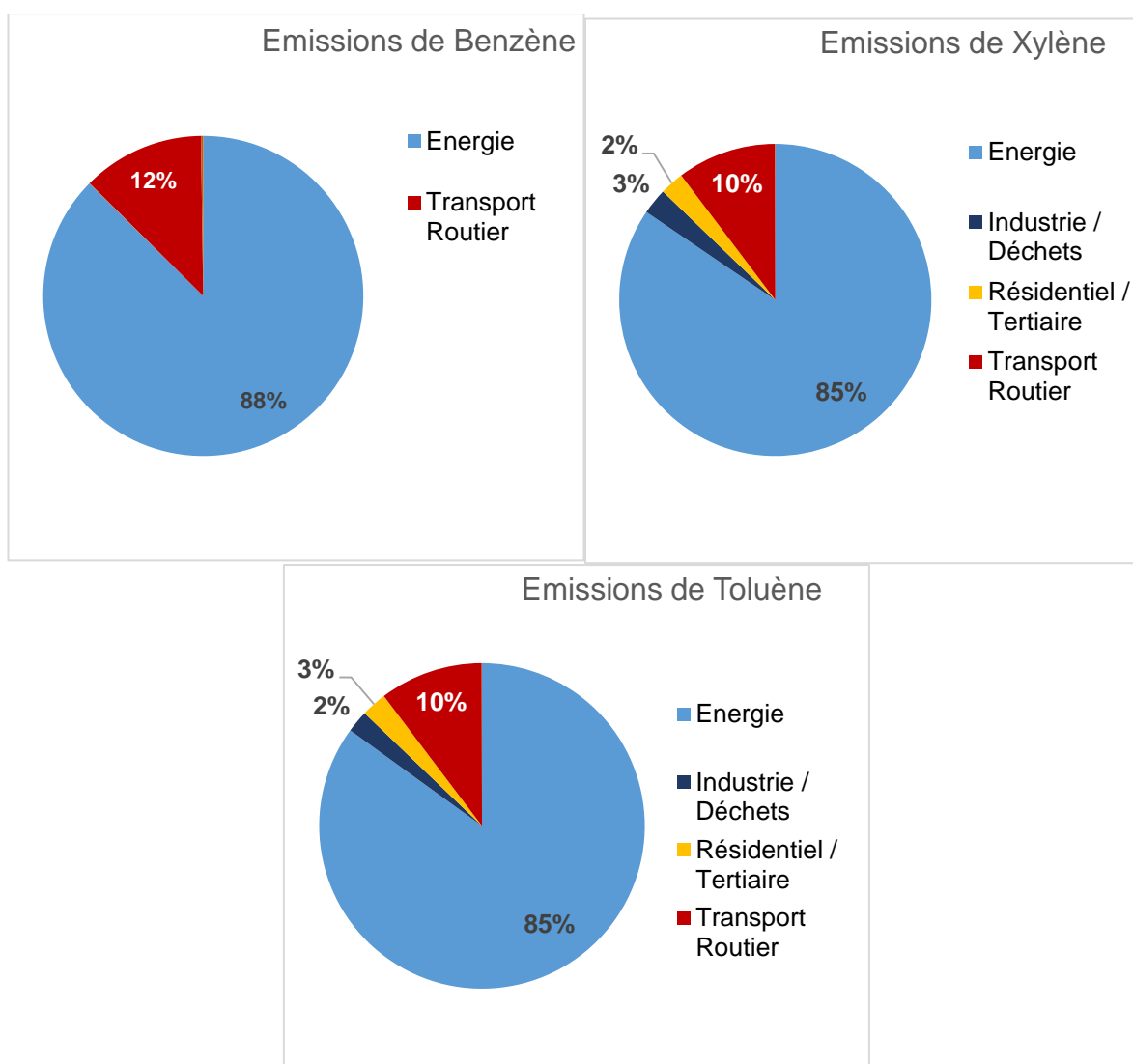


• Pointe Simon



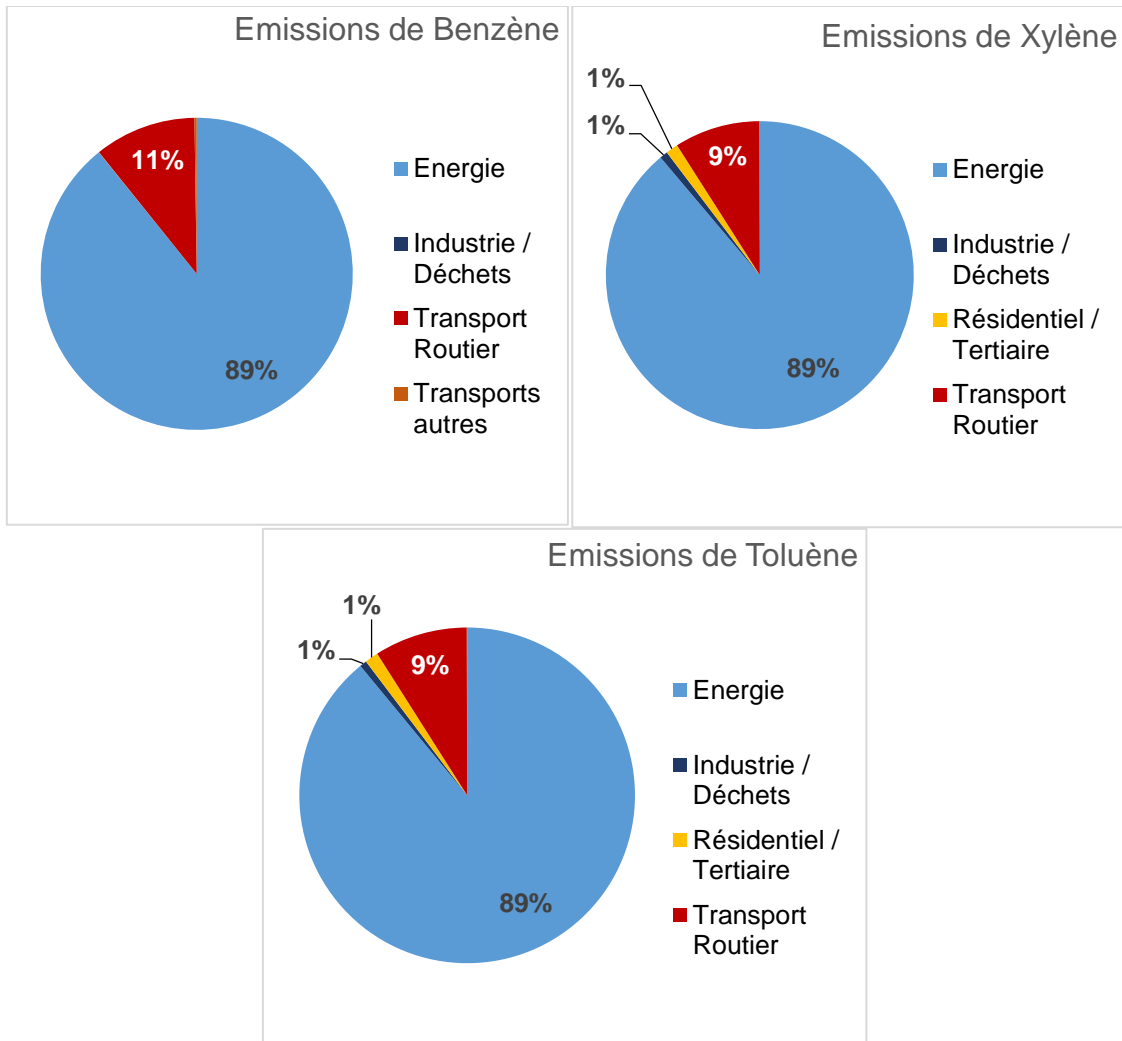
Le Benzène est principalement émis par la combustion dans la production d'électricité et les trafic automobile, respectivement 1.5 tonnes et 390 kg). La source principale de Toluène et Xylène est l'utilisation domestique de solvants, respectivement 1.6 et 1.4 tonnes en 2013. Les rejets du trafic automobile sont liés à la combustion et l'évaporation de l'essence.

- Etang Z'abricot



Les rejets de BTX sont principalement imputables au secteur énergétique, et au raffinage du pétrole en particulier. C'est lors du stockage de produits pétroliers, que sont émis les BTX, du fait de leur forte volatilité : 110 tonnes en 2013. Le trafic automobile émet des BTX, liés à la combustion de carburants mais également à l'évaporation de l'essence, soit 14 tonnes.

- Port Cohé



Le secteur de l'énergie, et le raffinage du pétrole en particulier, a émis environ 110 tonnes de BTX en 2013, soit 89% du total de la zone. Le stockage des carburants contribue à la majeure partie de ces émissions. Le trafic automobile, avec 11 tonnes en 2013, complète les émissions. Ces rejets proviennent à la fois de la combustion de carburants mais également à l'évaporation de l'essence dans les réservoirs.

**A noter :** Les BTEX (Benzène, Toluène, Ethyl-benzène et Xylène) sont des composés organiques volatils (COV) entrant dans la composition des carburants et de nombreux produits courants (peintures, encres, colles, détachants, ...).

## Effet sur la santé

Les effets des COV sont très variables selon la nature du polluant envisagé.

Ils sont à l'origine de la formation des photo-oxydants tels que l'ozone, lui-même responsable de gêne respiratoire chez l'homme.

Les COV peuvent aussi directement provoquer des **irritations** sensorielles (hydrocarbures et formaldéhydes), de la peau, des muqueuses et du système pulmonaire, mais aussi des nausées, des maux de tête, des vomissements.

Des manifestations plus sévères telles que les **troubles cardiaques** (toluène, chloroforme) et **digestifs** ou les effets **cancérogènes** (benzène) et mutagènes, sont liés à des expositions chroniques ou intenses.

Les concentrations relevées dans l'environnement n'entraînent pas d'expositions aiguës.

## Unité de mesure

Les BTEX sont mesurés, dans l'air ambiant, en microgramme par mètre cube d'air prélevé ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

## Normes environnementales

Le benzène est le seul des BTEX qui est, à l'heure actuelle, soumis à des normes environnementales (Décret 2010-1250 du 21/10/10), comparable à une concentration calculée sur la base d'une mesure effectuée pendant 14% du temps de l'année, répartie dans l'année (directive européenne 2008/50/CE).

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur de la norme Benzène ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Année (santé)	Objectif de qualité	2
	Valeur limite pour la protection de la santé	5

Tableau 4 : Normes environnementales du benzène (Décret 2010-1250 du 21/10/10)

## Evaluation du risque de dépassement des normes environnementales

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

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur du seuil Benzène ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Année (santé)	Seuil d'évaluation supérieur	3,5
	Seuil d'évaluation inférieur	2

Tableau 5 : Seuils d'évaluation du benzène (Directive européenne 2008/50/CE)

### II.3 Campagnes de mesure

Les mesures ont été réalisées dans les 4 pôles d'échanges multimodaux (Schoelcher, Pointe Simon, étang Z'abricot et Port Cohé (Figure 1) de la CACEM en 5 sites répartis de manière stratégique sur chaque zone d'étude.

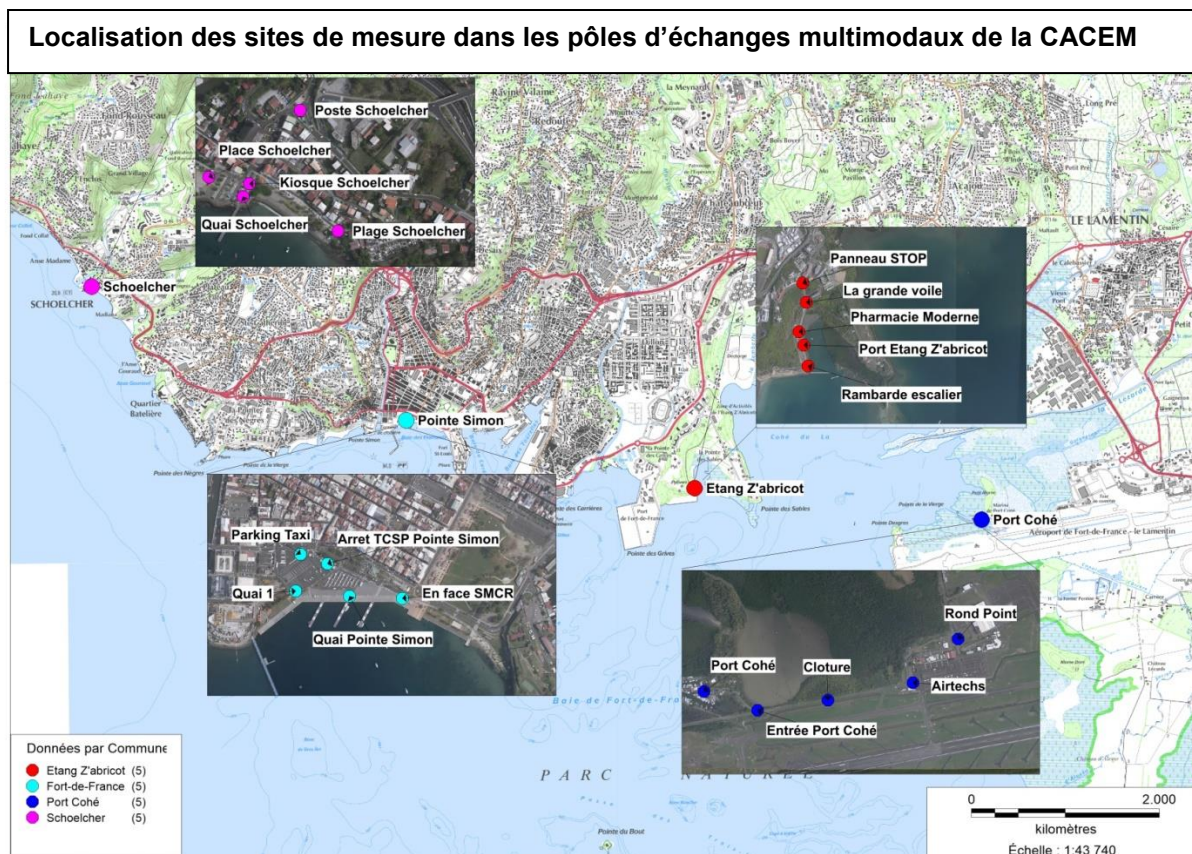


Figure 1: Localisation des sites de mesure par tubes passifs dans les pôles d'échanges de la CACEM en 2016.

Organisées en 4 campagnes de 1 semaine, trois polluants sont mesurés : le dioxyde de soufre  $\text{SO}_2$ , le dioxyde d'azote  $\text{NO}_2$  et les composés organiques volatils BTX. Les mesures ont été effectuées sur deux périodes : une période dite « normale » durant laquelle le trafic maritime est marqué par le passage des bateaux de croisière au port de la Pointe Simon. Une période de fortes affluences dans les ports de plaisance, durant la période du tour des yoles rondes de la Martinique, du 31 juillet au 7 août 2016.



EVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR PRES DES POLES D'ECHANGES MULTIMODAUX INTEGRANT UNE  
DIMENSION MARITIME SUR LE TERRITOIRE DE LA CACEM – 2016

<b>Campagne</b>	<b>Début</b>	<b>Fin</b>
1	22/02/2016	29/02/2016
2	29/02/2016	07/03/2016
3	25/07/2016	01/08/2016
4	01/08/2016	08/08/2016

### III. Matériels et méthode

#### III.1 Echantillonnage

Pour les besoins de cette étude, les mesures ont été réalisées à l'aide de méthodes par prélèvements passifs.

- Tubes de prélèvement SO<sub>2</sub> :

Le prélèvement s'effectue à l'aide d'un échantillonneur passif de type Radiello. Il est composé d'une cartouche en polyéthylène microporeux imbibé de triéthanolamine (TEA) humide. Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) est chimiabsorbé par la TEA sous forme d'ions, sulfite et sulfate. L'échantillonneur est installé pour une durée de 7 jours avant d'être analysé.

- Tubes de prélèvement NO<sub>2</sub> :



La méthode passive de prélèvement du NO<sub>2</sub> a été proposée par Palmes et coll. en 1976 et est utilisée depuis vingt ans pour des campagnes de mesure de ce type après avoir été mise au point par le centre technique d'ISPRA (Italie), un organisme travaillant sur les normes européennes de mesure.

La méthode consiste à utiliser des petits tubes en polypropylène de 7,5 centimètres de long qui seront placés à 2 mètres de haut sur les sites choisis, cette hauteur limitant le vandalisme mais restant représentative de l'air respirable. L'installation des tubes se fait de manière simple, en les fixant sur des supports de bois qui permettent que le tube ne soit pas collé à la surface de son support.

Ces tubes sont préparés selon une méthode spécifique. Des petites grilles d'acier imprégnées d'un réactif chimique fixant le dioxyde d'azote : le triéthanolamine (TEA) sont placées au fond des tubes. La grille est ensuite fixée à l'extrémité du tube à l'aide d'un bouchon plastique étanche. Le même type de bouchon sera utilisé pour fermer l'autre extrémité et sera retiré au moment du prélèvement.

- Tube de prélèvement BTX :



Le prélèvement s'effectue à l'aide d'un échantillonneur passif de type Radiello. Il est composé d'une cartouche de charbon graphité inséré dans un cylindre jaune dont la porosité induit un débit de 28 ml/min d'air. Cet ensemble est alors fixé sur un support triangulaire et accroché sous une boîte de protection contre les intempéries. L'échantillonneur est installé pour une durée de 7 jours avant d'être analysé.

### III.2 Analyse

- L'analyse du SO<sub>2</sub>:

L'analyse des cartouches est effectuée par la Fondazione Salvatore Maugeri en Italie. Les ions sulfite et sulfate sont mesurés par la chromatographie ionique.

- L'analyse du NO<sub>2</sub>:

L'analyse de ces tubes est effectuée par Madinair. Cette analyse permet de déterminer la concentration de NO<sub>2</sub> adsorbée durant la période d'exposition.

Le dioxyde d'azote est mesuré par spectrophotométrie selon la méthode de Griess et Saltzman modifiée par Atkins (1986). Il s'agit de rajouter dans les tubes possédant encore la grille un réactif de coloration avec lequel le NO<sub>2</sub> réagira pour former un colorant rose-pourpre stable. Après un développement de la coloration pendant environ 2 heures en chambre froide, on mesure l'absorbance des solutions obtenues que l'on compare avec une courbe d'étalonnage obtenue à partir d'une solution étalon.

- L'analyse des BTX :

L'analyse des cartouches, effectuée par le laboratoire interrégional de chimie (LIC), passe par une désorption thermique suivie d'une chromatographie en phase gazeuse. Cette méthode évite les interférences avec un solvant et garantit une meilleure précision. L'eau contenue en faible quantité dans l'échantillon est éliminée par ajout d'un composé minéral de grande surface d'absorption. Cette analyse du benzène répond à la norme NF EN 14662-4.

**L'analyse permet d'obtenir la quantification du benzène, du toluène, de l'ortho-xylène ainsi que des para- et méta-xylène.**

## IV. Résultats

### IV.1 Fiabilité de la mesure différée

**Des blancs de lot et des blancs « terrain »** ont été analysés. Les blancs « terrain » suivent le même parcours que les échantillons sans être exposés. Ces blancs « terrain » permettent de valider qu'il n'y a eu aucune contamination des tubes et filtres hors période de prélèvement. La valeur des blancs « terrain » est inférieure à 33% de la concentration des échantillons correspondants, ainsi, les prélèvements sont validés.

### IV.2 Données météorologiques

Les données météorologiques sont issues des stations Météo France du Fort Saint-Louis (pluviométrie) et de Fort Desaix (vent).

- La température

Durant les 4 campagnes qui se sont déroulées en 2016, il a été mesuré à la station Météo France du Fort Saint-Louis une température moyenne de 27.6°C avec un maximum journalier de 29.3°C et un minimum de 25.9°C.

- La précipitation

La figure 2 illustre les précipitations moyennes spécifiques à chaque campagne de mesure. On observe que les précipitations les plus élevées sont enregistrées lors des campagnes 3 et 4. La pluie jouant un rôle de lixiviation de l'atmosphère, on peut donc s'attendre à des concentrations moindres les jours de fortes pluies.

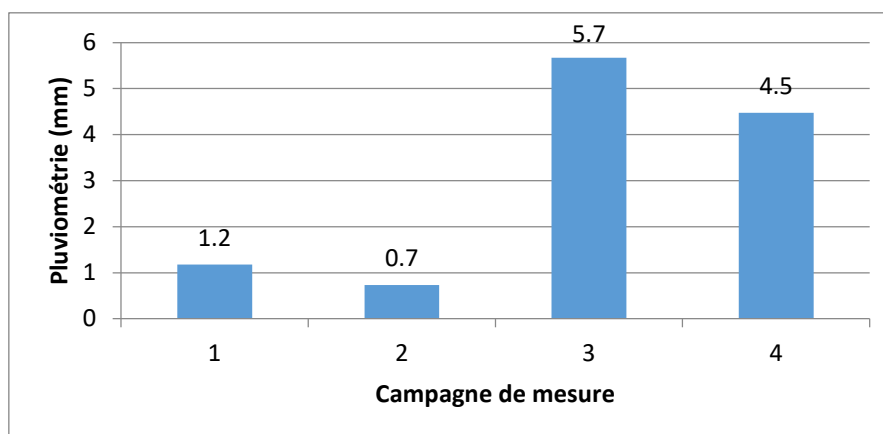


Figure 2 : Précipitations moyennes en millimètre d'eau lors de chaque campagne de mesure.  
(Source : Station Météo France « Fort Saint-Louis »)

➤ Le vent

La vitesse et la direction du vent vont être les paramètres majeurs dans la dispersion des polluants. La vitesse du vent sera renseignée sur chaque campagne de mesure, à partir des données issues de la station Météo France « Fort Desaix ».

La vitesse des vents varie peu d'une campagne de mesure à une autre, moyennée à 18 km/h avec un maximum atteint de 28 km/h lors de la première campagne (Figure 3).

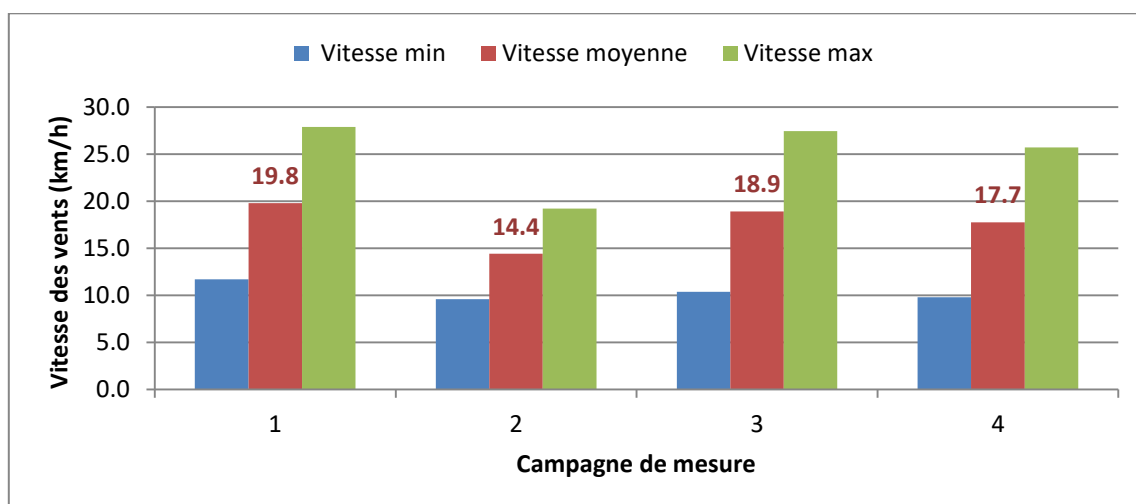


Figure 3 : Vitesse moyenne du vent sur chaque campagne de mesure (km/h) à (Source : Station Météo France « Fort Desaix »)

La direction du vent va avoir également un rôle dans la variation des concentrations en polluants sur un point de mesure. En effet, suivant la localisation des points de mesures par rapport à la source d'émission, la direction du vent peut jouer un rôle majeur quant aux concentrations mesurées.



### IV.3 Les pôles d'échanges multimodaux intégrant une dimension maritime de la CACEM

*Remarque* : Les concentrations mesurées lors de chaque campagne et pour les 4 pôles sont illustrées sous forme de carte à l'annexe 1. On rappelle que les conclusions tirées de la comparaison des moyennes obtenues sont présentées à titre indicatif du fait du temps de mesure faible (< 14%), conformément à la directive européenne, pour une comparaison aux normes environnementales.

#### IV.3.1 Le dioxyde de soufre, SO<sub>2</sub>

Les cartes ci-dessous, présentent les concentrations moyennes en dioxyde de soufre mesurées sur les sites de mesure sur chacun des pôles d'échanges. Le tableau 6 de l'annexe 2 présente en détails les résultats obtenus à l'issue des 4 campagnes qui ont été réalisées durant cette étude.

#### Schœlcher



Figure 4: Concentrations moyennes (µg/m<sup>3</sup>) en SO<sub>2</sub> à l'issue des 4 campagnes sur les sites de mesure du pôle de Schœlcher.

## La Pointe Simon



Figure 5: Concentrations moyennes ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en  $\text{SO}_2$  à l'issue des 4 campagnes sur les sites de mesure du pôle de la Pointe Simon.

## Etang Z'abricot



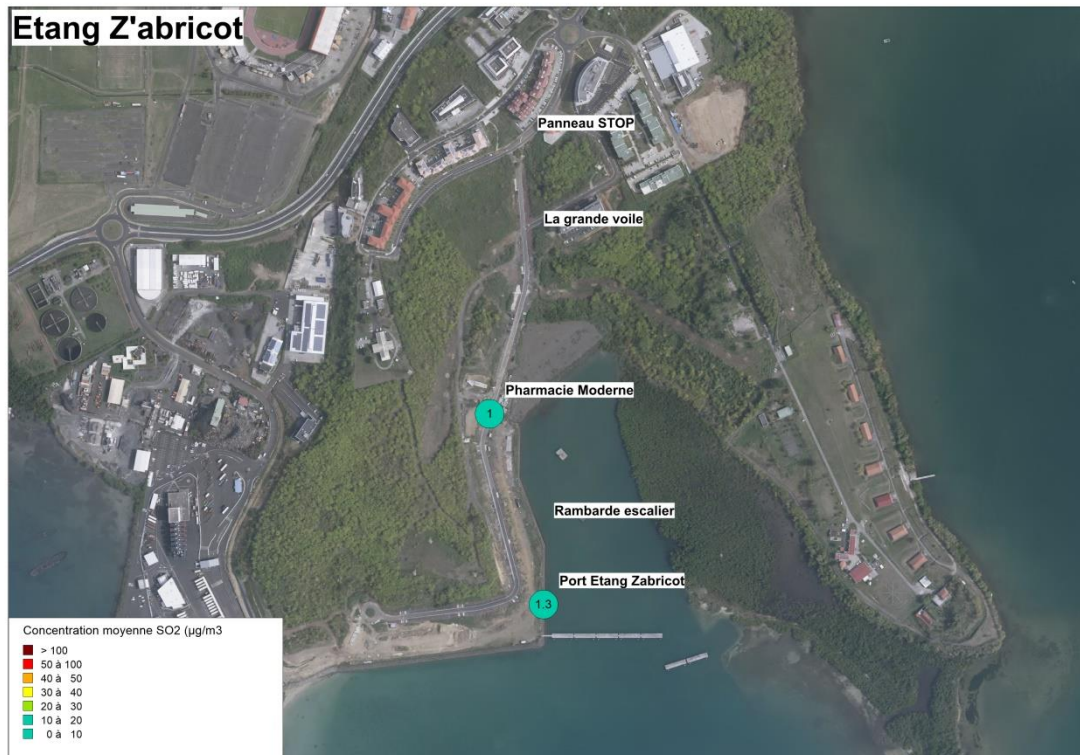


Figure 6: Concentrations moyennes (µg/m<sup>3</sup>) en SO<sub>2</sub> à l'issue des 4 campagnes sur les sites de mesure du pôle d'étang Z'abricot.

### Port Cohé

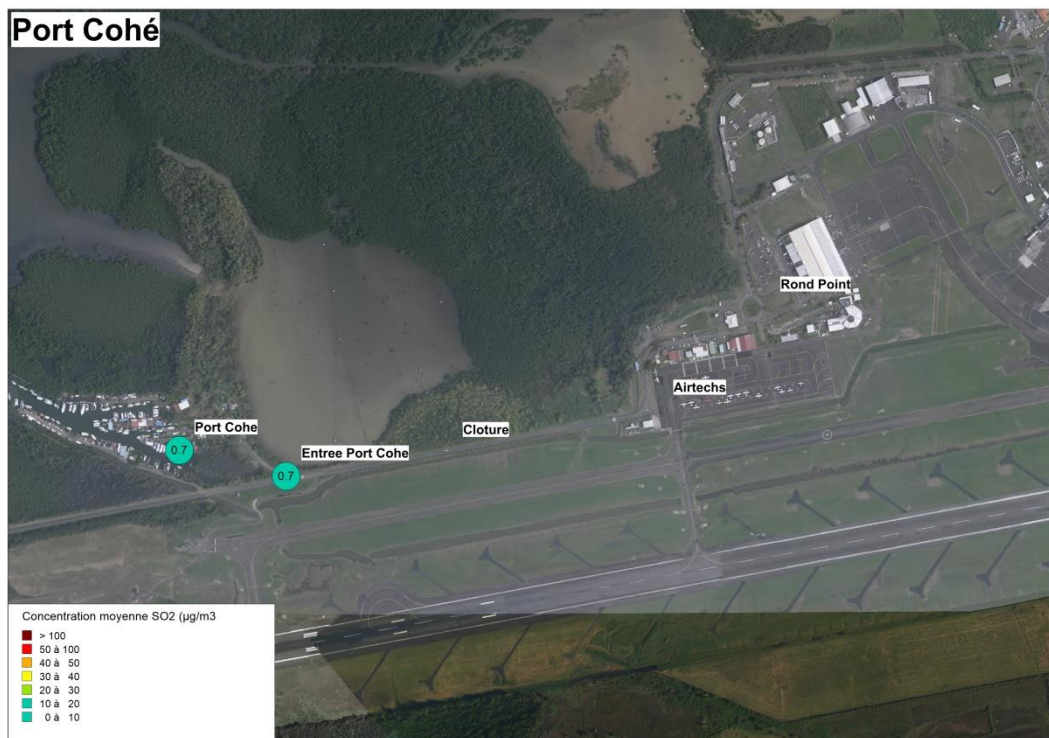


Figure 7: Concentrations moyennes (µg/m<sup>3</sup>) en SO<sub>2</sub> à l'issue des 4 campagnes sur les sites de mesure du pôle de Port Cohé.

- Respect des normes:

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur de la norme SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Comparaison aux normes
Année	Objectif de qualité (Décret n°2010-1250 du 21/10/10)	50	Respecté sur les 4 pôles

Les concentrations en SO<sub>2</sub> sur chacun des sites restent bien en dessous de l'objectif de qualité de 50 µg/m<sup>3</sup>.

#### IV.3.2 Le dioxyde d'azote, NO<sub>2</sub>

Les cartes ci-dessous, présentent les concentrations moyennes en dioxyde d'azote mesurées sur les sites de mesure sur chacun des pôles d'échanges.

Le tableau 7 de l'annexe 2 présente en détails les résultats obtenus à l'issue des 4 campagnes qui ont été réalisées durant cette étude.

#### Schoelcher



Figure 8: Concentrations moyennes (µg/m<sup>3</sup>) en NO<sub>2</sub> à l'issue des 4 campagnes sur les sites de mesure du pôle de Schœlcher.



## La Pointe Simon



Figure 9: Concentrations moyennes (µg/m<sup>3</sup>) en NO<sub>2</sub> à l'issue des 4 campagnes sur les sites de mesure du pôle de la Pointe Simon.

## Etang Z'abricot

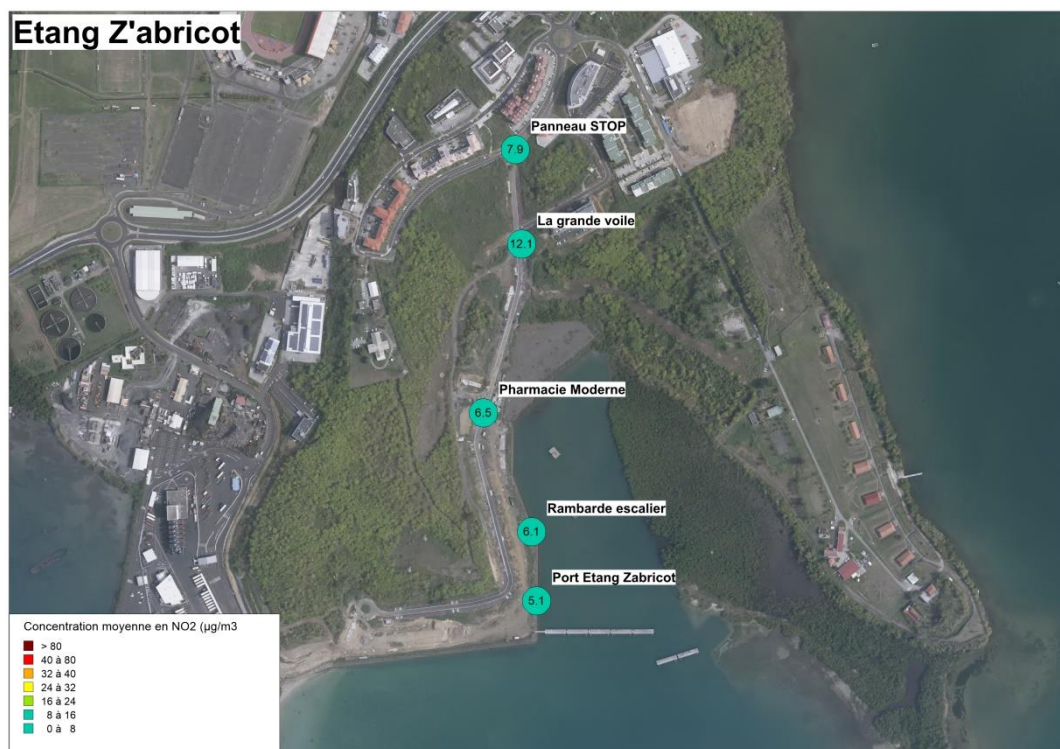


Figure 10: Concentrations moyennes (µg/m<sup>3</sup>) en NO<sub>2</sub> à l'issue des 4 campagnes sur les sites de mesure du pôle d'étang Z'abricot.



## Port Cohé

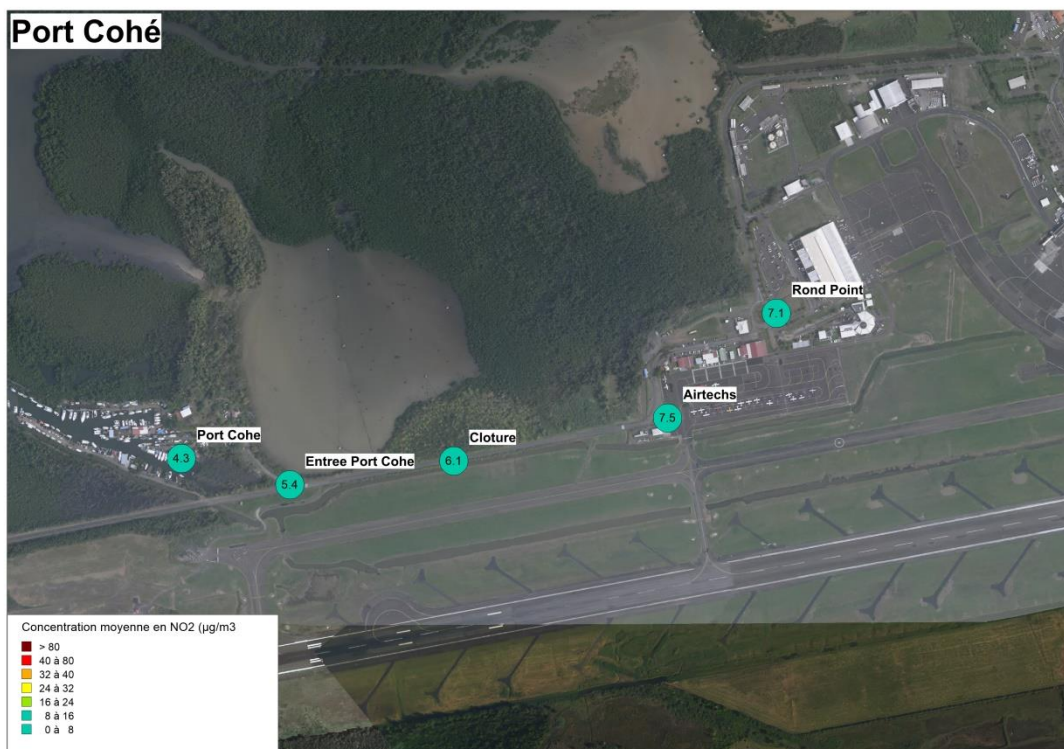


Figure 11: Concentrations moyennes (µg/m<sup>3</sup>) en NO<sub>2</sub> à l'issue des 4 campagnes sur les sites de mesure du pôle de Port Cohé.

- Respect des normes et évaluation des risques de dépassement :

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur de la norme NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Comparaison aux normes
Année	Valeur limite pour la protection de la santé (Décret n°2010-1250 du 21/10/10)	40	Respectée sur les 4 pôles

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur du seuil NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Comparaison aux normes
Année (santé)	Seuil d'évaluation supérieur	32	Respecté sur les 4 pôles
	Seuil d'évaluation inférieur	26	Respecté sur les 4 pôles

A l'issue de l'étude, les concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> respectent la valeur limite pour la protection de la santé sur chacun des sites de mesure. En comparaison aux seuils d'évaluation, le risque de dépasser cette valeur limite annuelle semble faible. Notons toutefois une concentration maximale en NO<sub>2</sub> de 27,6 µg/m<sup>3</sup> atteinte sur le site « Schœlcher » lors de la campagne 1 (souligné en jaune dans le tableau 7 de

l'annexe 2). De plus, la campagne 1 semble être la campagne qui enregistre les concentrations les plus fortes sur l'ensemble des sites de mesure avec une concentration moyenne sur cette période de  $14.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### IV.3.3 Les BTEX

De même, 4 campagnes de mesure ont été réalisées afin d'évaluer les concentrations en BTEX. Il faut noter que le benzène est le seul des BTEX possédant une norme environnementale. Par ailleurs, les concentrations des autres COV (Toluène, Ethylbenzène, Xylène) sont également disponibles dans le tableau 8 de l'annexe 2.

Ainsi, les cartes ci-dessous, présentent les concentrations moyennes en benzène mesurées sur les sites de mesure sur chacun des pôles d'échanges.

#### Schœlcher



Figure 12: Concentrations moyennes ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en Benzène à l'issue des 4 campagnes sur les sites de mesure du pôle de Schœlcher.



## La Pointe Simon



Figure 13: Concentrations moyennes (µg/m<sup>3</sup>) en Benzène à l'issue des 4 campagnes sur les sites de mesure du pôle de la Pointe Simon.

## Etang Z'abricot

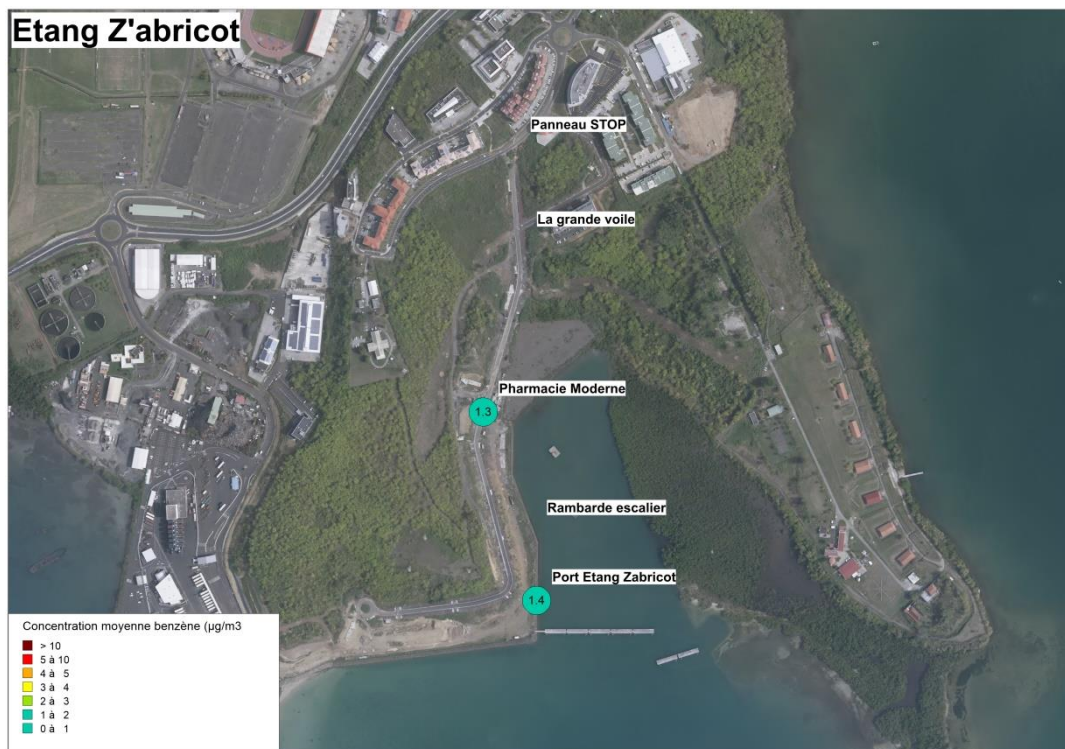


Figure 14: Concentrations moyennes (µg/m<sup>3</sup>) en Benzène à l'issue des 4 campagnes sur les sites de mesure du pôle d'étang Z'abricot.

## Port Cohé

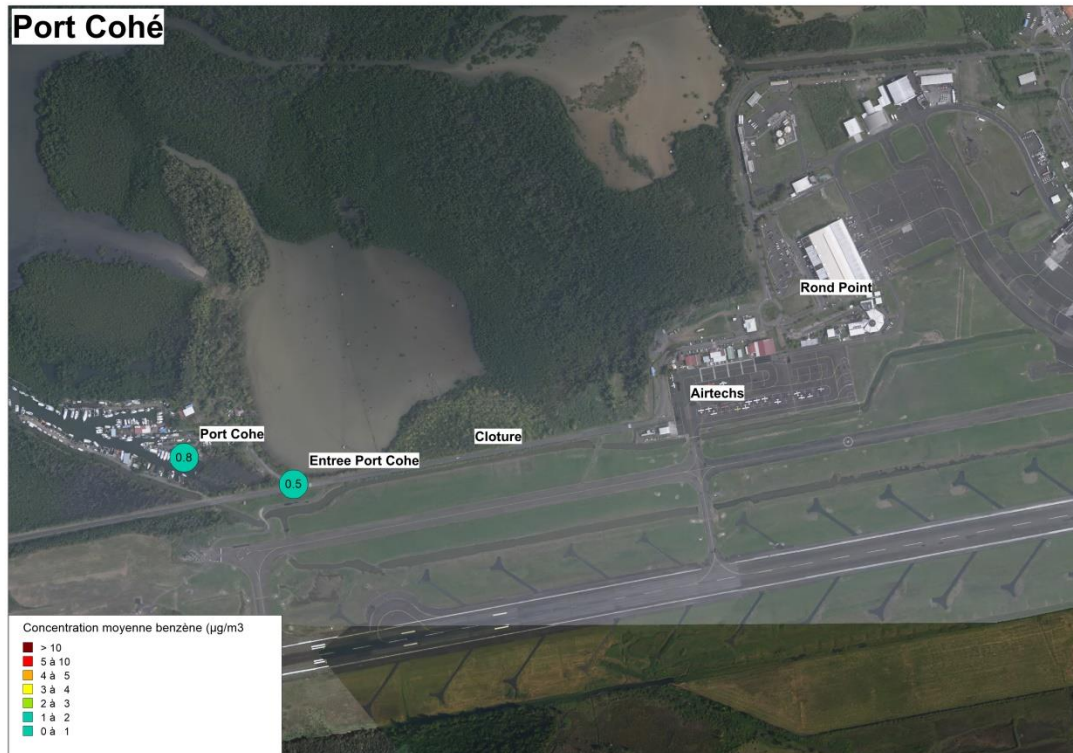


Figure 15: Concentrations moyennes ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en Benzène à l'issue des 4 campagnes sur les sites de mesure du pôle de Port Cohé.

- Respect des normes et évaluation des risques de dépassement :

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur de la norme benzène ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Comparaison aux normes
Année	<b>Objectif de qualité</b> (Décret n°2010-1250 du 21/10/10)	2	<b>Respecté sur les 4 pôles</b>
	<b>Valeur limite pour la protection de la santé</b> (Décret n°2010-1250 du 21/10/10)	5	<b>Respectée sur les 4 pôles</b>

Période de base	Intitulé de la norme	Valeur du seuil Benzène ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Comparaison aux normes
Année (santé)	<b>Seuil d'évaluation supérieur</b>	3,5	<b>Respecté sur les 4 pôles</b>
	<b>Seuil d'évaluation inférieur</b>	2	<b>Respecté sur les 4 pôles</b>

Les concentrations moyennes en benzène sur ces sites respectent la valeur limite pour la protection de la santé et l'objectif de qualité. On peut donc en déduire que le risque de dépasser les seuils d'évaluation semble faible. Par ailleurs, on notera qu'un maximum de  $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a été atteint sur le site « Port Etang Z'abricot » lors de la première campagne (voir cellule jaune dans le tableau 8).

## V. Discussion

L'objectif de cette discussion est de vérifier si les activités liées au tour des yoles ronde qui a eu lieu en 2016 ont influé sur les concentrations en  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$  et benzène. Pour ce faire, un rappel des conditions météorologiques sera fait en spécifiant l'influence que ces dernières sont susceptibles d'avoir sur l'évolution des concentrations. Ensuite, la réflexion portera sur le pôle d'échange qui présente les concentrations les plus élevées en chaque polluant. Enfin, une interprétation portant sur les observations sera faite en tenant compte des activités liées au tour des yoles rondes qui a eu lieu durant la quatrième campagne de mesure.

### V.1 Influence des conditions météorologiques sur les concentrations en polluants

Pour rappel, les données météo sur les périodes de mesure présentaient des vitesses de vent qui varient peu sur les quatre campagnes (Figure 16). La pluviométrie quant à elle, présente des cumuls de précipitation plus importants lors des deux dernières campagnes de mesure. Toutefois, ces cumuls restent relativement faibles pour les périodes de mesure et peuvent donc se traduire par des précipitations peu importantes.

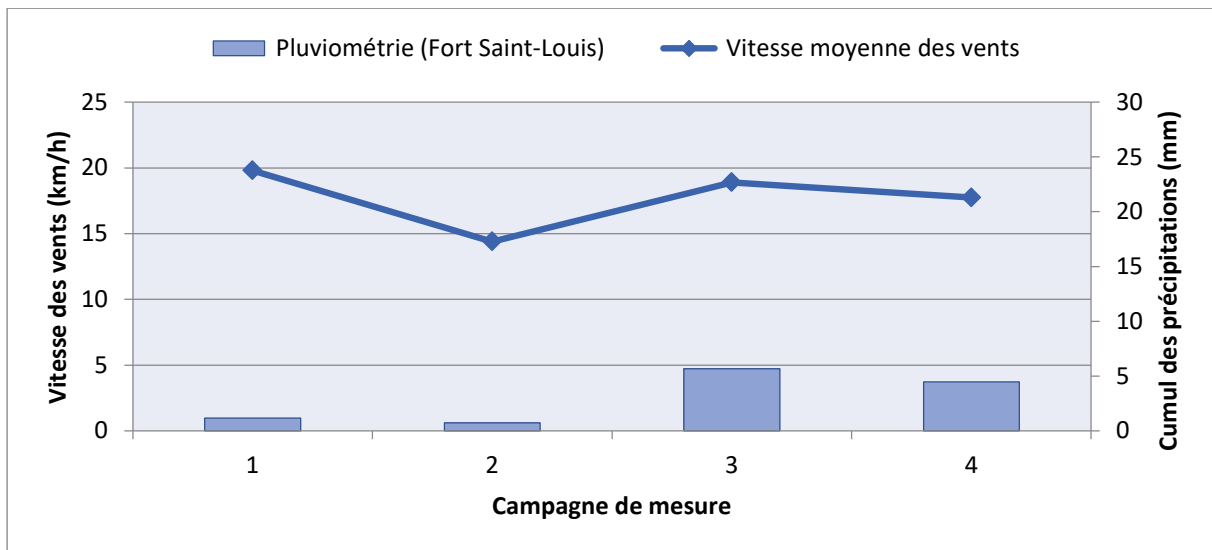


Figure 16: Cumul des précipitations et vitesse des vents moyens spécifiques à chaque campagne de mesure.

**Ces conditions météorologiques (pluviométrie et vitesse du vent) peu variables ne semblent pas influencer significativement les concentrations mesurées.**

## V.2 Quel pôle d'échange présente les concentrations en polluant les plus élevées ?

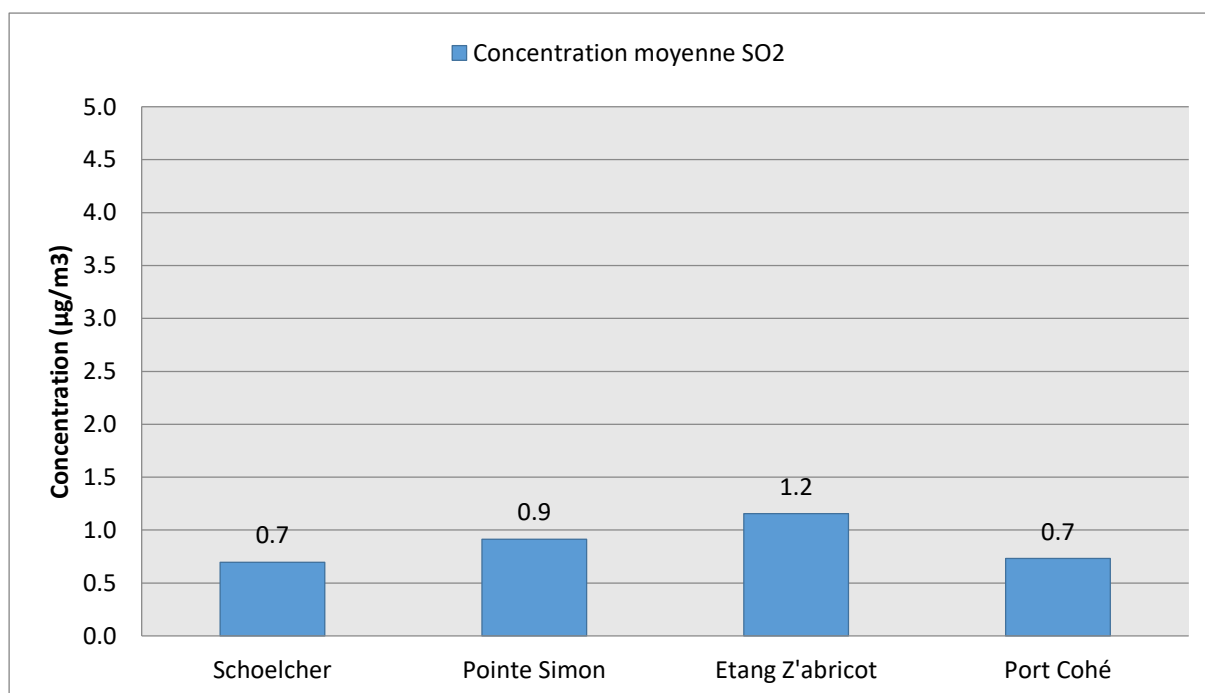


Figure 17: Concentrations moyennes en dioxyde de soufre sur la période en chaque pôle d'échange.

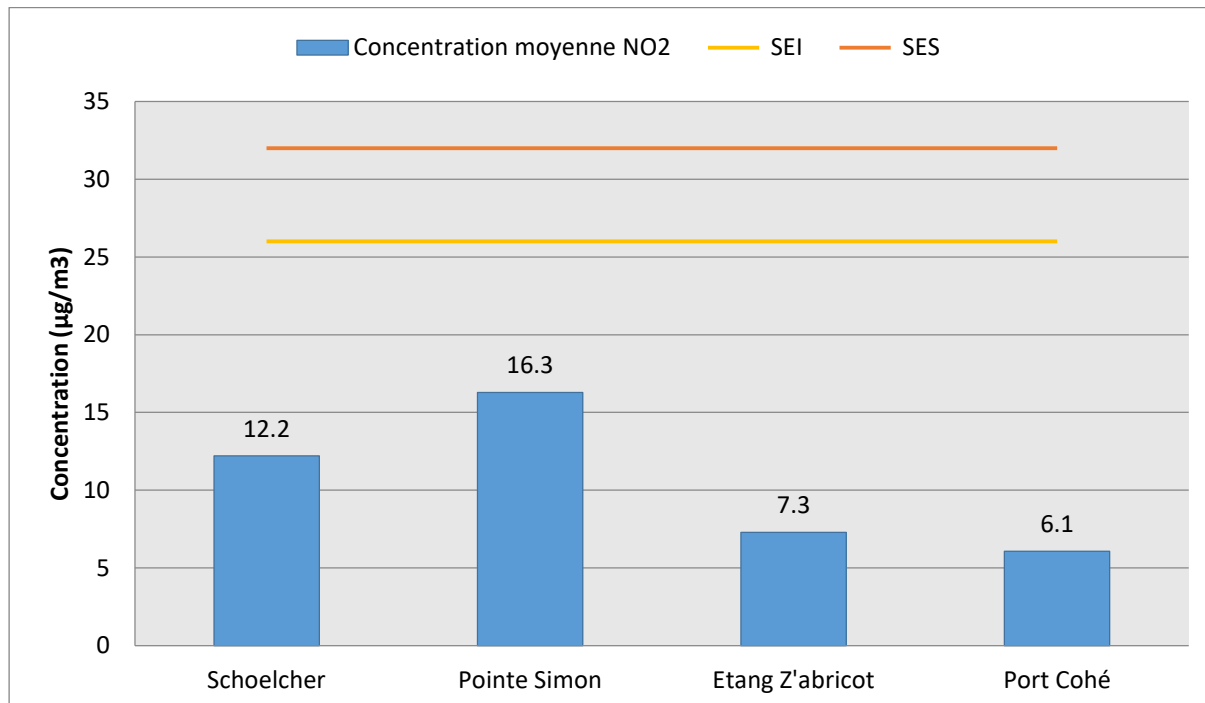


Figure 18: Concentrations moyennes en dioxyde d'azote sur la période en chaque pôle d'échange.



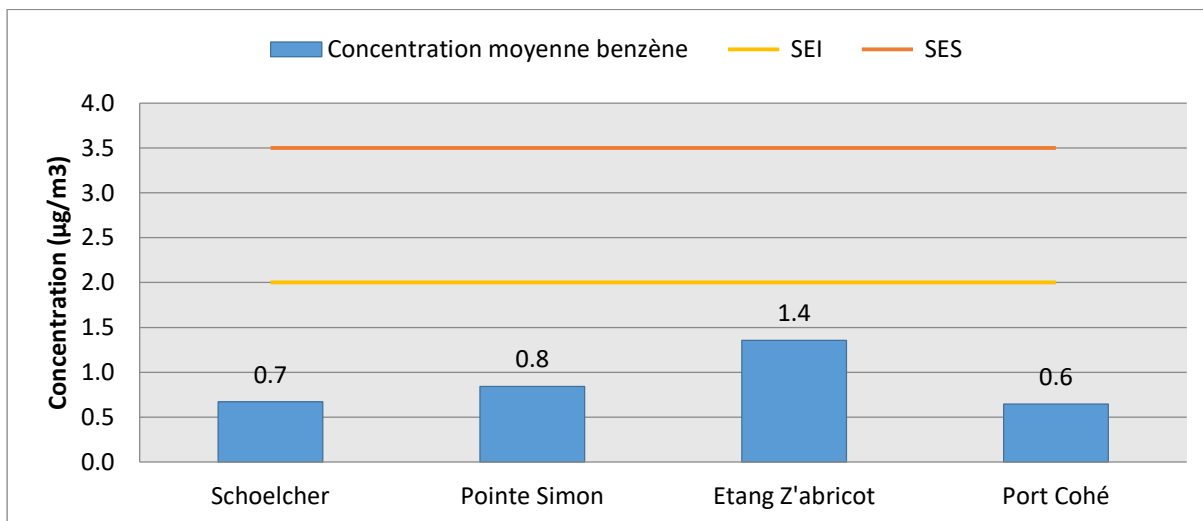


Figure 19: Concentrations moyennes en benzène sur la période en chaque pôle d'échange.

Les figures 17, 18 et 19 illustrent respectivement les concentrations moyennes en  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ , benzène sur la période et en chaque pôle d'échange. On constate dans un premier temps que les concentrations en  $\text{SO}_2$  sont globalement faibles sur l'ensemble des pôles d'échanges. En effet, avec un objectif de qualité de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , les concentrations en dioxyde de soufre mises en évidence sont bien en-dessous de ce seuil. Toutefois, le pôle d'échange d'Etang Z'abricot présente la moyenne la plus élevée avec une valeur à  $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Dans un second temps, les mesures en dioxyde d'azote illustrées à la figure 18 montrent que le pôle d'échange de la Pointe Simon présente la moyenne la plus élevée avec  $16.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Enfin, les résultats issus des mesures en benzène présentées à la figure 19 montrent que c'est le pôle d'échange d'Etang Z'abricot qui a enregistré les concentrations les plus élevées pour ce polluant avec une moyenne sur la période de  $1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**Ainsi, les pôles d'échanges d'Etang Z'abricot et de la Pointe Simon enregistrent les concentrations plus élevées. Toutefois, ces pôles d'échanges, de par leur implantation, sont soumis à diverses sources. Ainsi, il semble que les concentrations en polluants de l'air mesurées sur ces pôles d'échanges ne soient pas imputables à la seule activité maritime.**

**En effet, le pôle d'échange d'Etang Z'abricot, situé dans l'axe des vents de la raffinerie de Martinique présente une concentration plus élevée en dioxyde de soufre et benzène, polluants émis principalement par l'activité industrielle. Dans cette zone, une station de mesure fixe surveille en continu les concentrations en dioxyde de soufre et évalue annuellement les concentrations moyennes en benzène.**

**Le dioxyde d'azote, marqueur notamment de la pollution automobile, enregistre une concentration plus élevée à proximité du pôle d'échange de la Pointe Simon, situé dans le centre-ville de Fort-de-France. En effet, ce pôle d'échange implanté dans le centre urbain est soumis également à la pollution**



automobile issue du trafic dense de la zone et du parking de taxis collectifs situé à proximité.

Toutefois, sur la période, les normes sont respectées pour ces polluants.

### V.3 Quelle est l'influence du Tour des Yoles Rondes sur les concentrations en polluants dans les pôles d'échanges intégrant une dimension maritime de la CACEM ?

#### V.3.1 Observations relatives aux concentrations en SO<sub>2</sub>

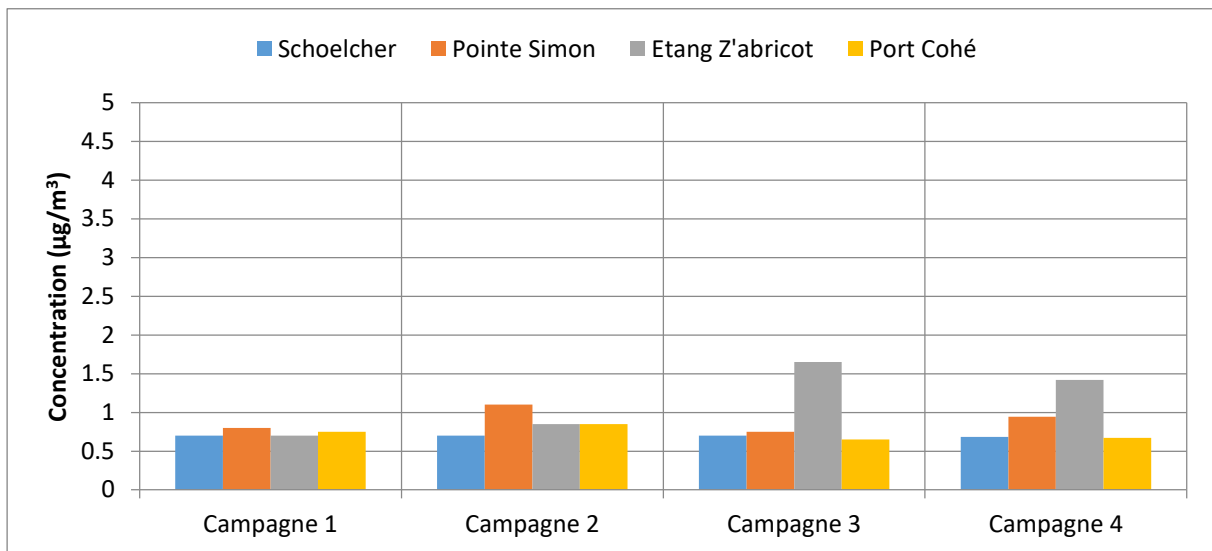


Figure 20: Concentrations moyennes en dioxyde de soufre atteintes en chaque pôle d'échange lors de chaque campagne de mesure.

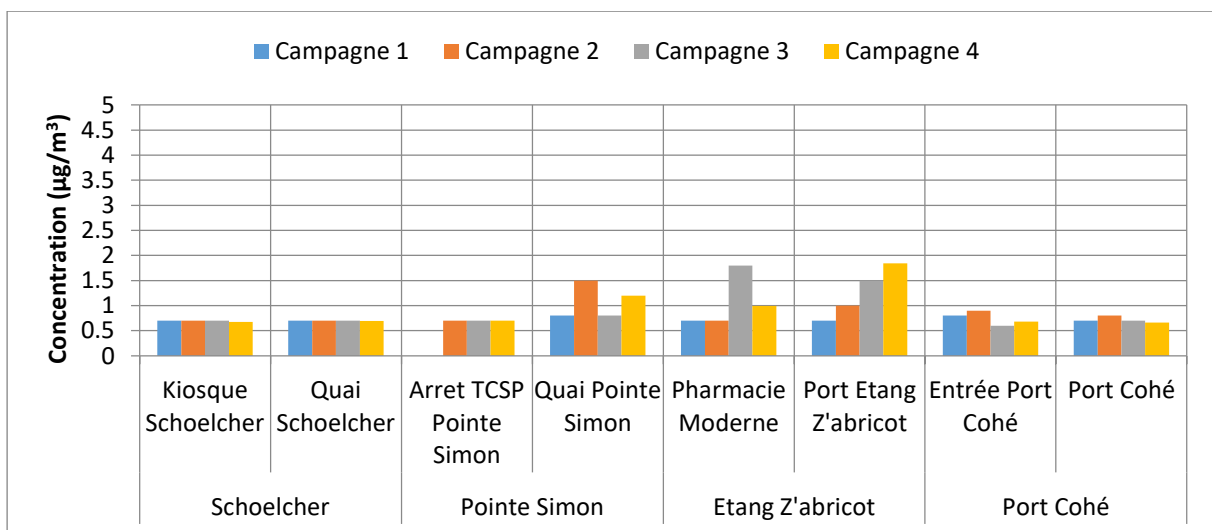


Figure 21: Concentrations moyennes en dioxyde de soufre lors de chaque campagne et spécifiques à chaque site de mesure.

La figure 20 distingue les concentrations moyennes en chaque pôle d'échange et pour chaque période d'échantillonnage. On remarque que seuls les pôle d'échange de la Pointe Simon et Etang Z'abricot présentent des hausses des concentrations moyennes lors des campagnes 3 et 4. La figure 21 ajoute un niveau de détail supérieur en présentant les concentrations moyennes atteintes lors de chaque campagne et pour chaque site de mesure. On note que les moyennes plus élevées des pôles d'échanges de la Pointe Simon et Etang Z'abricot s'expliquent respectivement par des concentrations plus élevées et localisées sur les sites de mesure :

- « Quai Pointe Simon » pour le pôle d'échange de Fort-de-France.
- « Pharmacie Moderne » et « Port Etang Z'abricot » pour le pôle d'échange d'Etang Z'abricot.

Concernant le site de la Pointe Simon, les sources d'émission susceptibles d'avoir un impact sont diverses. En effet, la centrale de la Pointe des Carrières se trouve dans l'axe des vents, ce qui peut entraîner une hausse des concentrations sur les sites de mesure du pôle d'échange. Toutefois, le point de mesure situé à proximité de l'arrêt du TCSP n'a pas mis en évidence les mêmes niveaux de concentration. On peut donc supposer que la source d'émission responsable de la hausse des concentrations est située à proximité du quai.

Pour le pôle d'échange d'Etang Z'abricot, les deux sites de mesure de cette zone d'étude mettent en évidence des hausses des concentrations. Sachant que ce pôle d'échange se trouve dans l'axe des rejets de la raffinerie, on peut en déduire que cette pollution diffuse en SO<sub>2</sub> est principalement entraînée par les rejets de cette industrie.

**En conclusion, les concentrations les plus élevées mises en évidences semblent liées aux activités industrielles et maritimes spécifiques à chaque pôle d'échange. Les niveaux atteints restent faibles et ne permettent pas d'identifier l'influence des activités du tour des yoles sur les concentrations en dioxyde de soufre.**

### V.3.2 Observations relatives aux concentrations en NO<sub>2</sub>

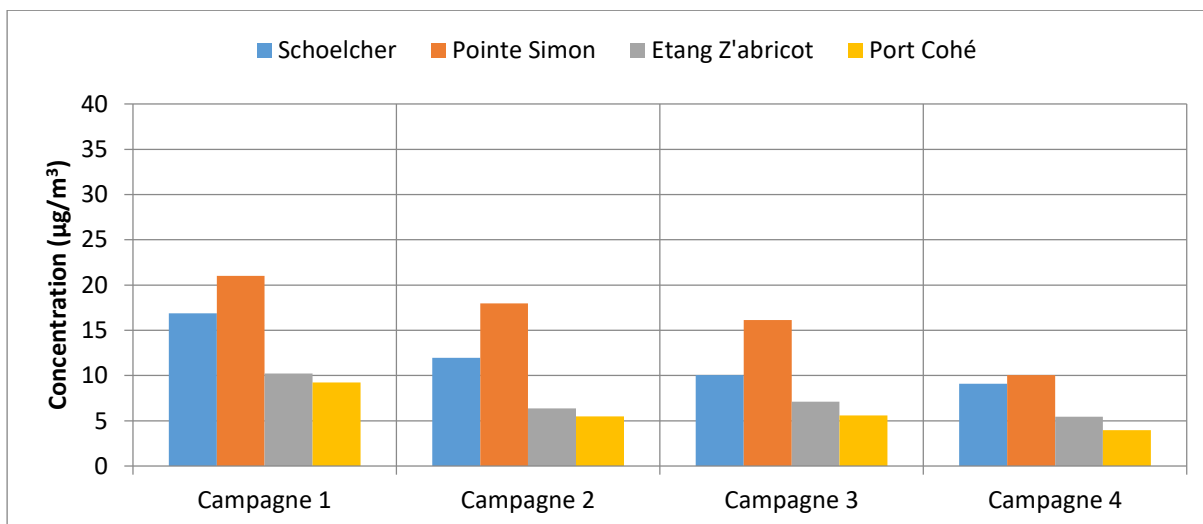


Figure 22: Concentrations moyennes en dioxyde d'azote atteintes en chaque pôle d'échange lors de chaque campagne de mesure.

La figure 22 présente les concentrations moyennes des pôles d'échanges lors de chaque campagne de mesure. Les pôles d'échanges de Schoelcher et de la Pointe Simon sont ceux qui enregistrent les concentrations moyennes en dioxyde d'azote les plus élevées. On peut noter une tendance à la baisse d'une campagne à l'autre, généralisée à tous les pôles d'échanges.

Le dioxyde d'azote étant un traceur de la pollution automobile, ces observations s'expliquent par la répartition des campagnes de mesure durant l'année. En effet, les deux premières campagnes se sont déroulées hors des vacances scolaires. Les campagnes 3 et 4 se sont quant à elles déroulées pendant les vacances scolaires d'été.

**En conclusion, les concentrations moyennes en dioxyde d'azote mesurées durant la période du tour des yoles sont faibles sur l'ensemble des pôles d'échanges intégrant une dimension maritime. Cela semble principalement lié au fait que le trafic automobile est globalement réduit sur tout le territoire en cette période de vacance scolaire. Les activités du tour des yoles ne semblent donc pas avoir d'influence sur les concentrations en dioxyde d'azote.**

### V.3.3 Observations relatives aux concentrations en benzène

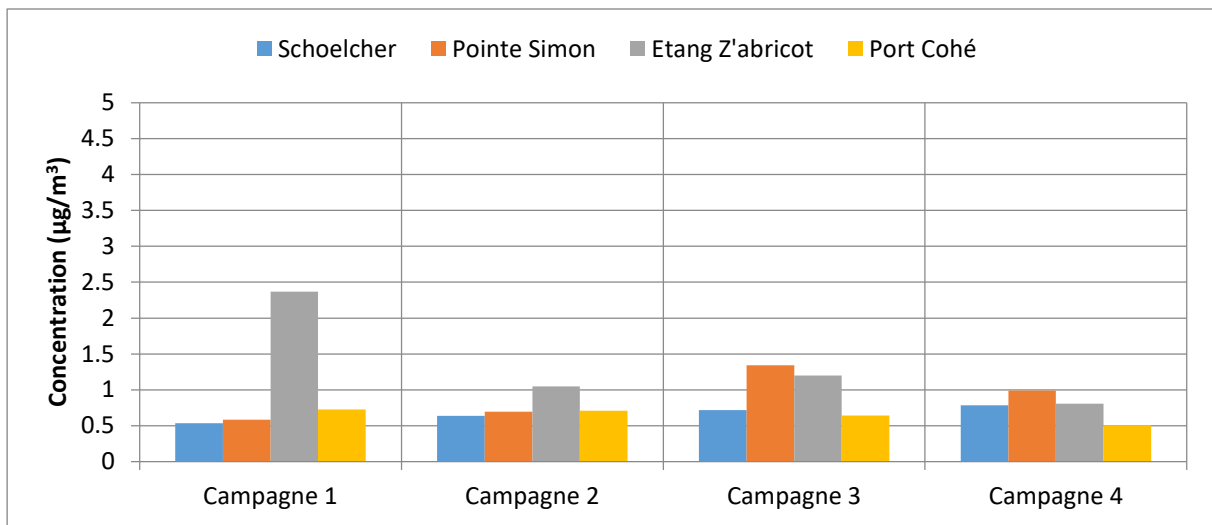


Figure 23: Concentrations moyennes en benzène atteintes en chaque pôle d'échange lors de chaque campagne de mesure.

Les moyennes en chaque pôle d'échange visibles à la figure 23 montrent que les niveaux de concentration mesurés sont faibles sur tous les pôles, sauf celui d'Etang Z'abricot qui montre une hausse lors de la première campagne.

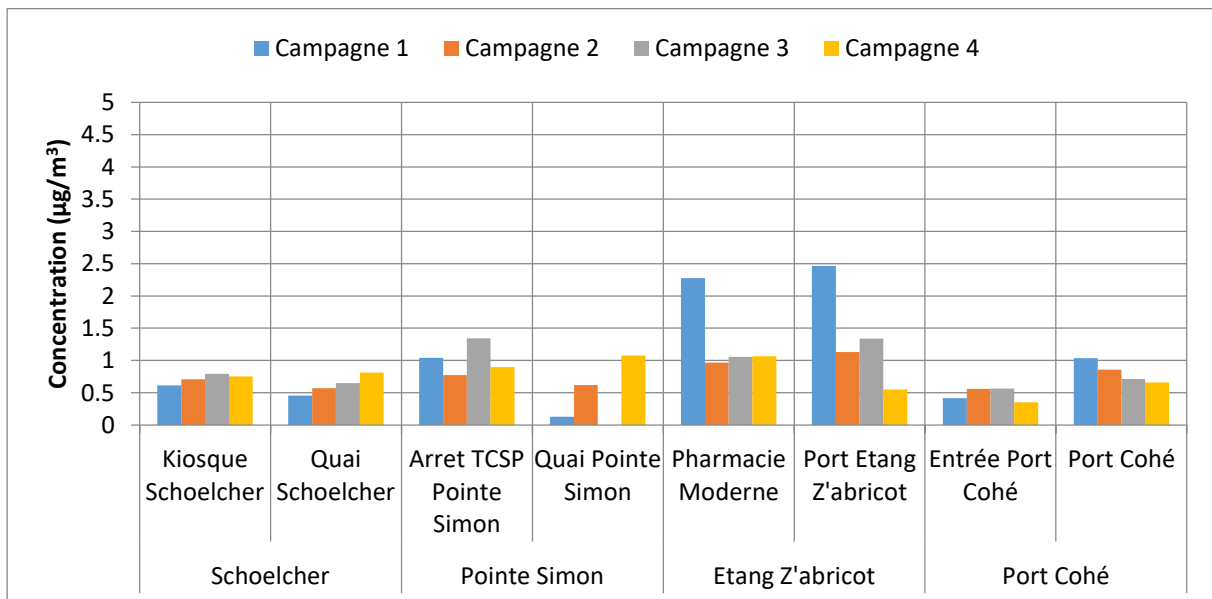


Figure 24: Concentrations moyennes en benzène lors de chaque campagne et spécifiques à chaque site de mesure.

La figure 24 illustre quant à elle, les concentrations moyennes mesurées en chaque site de mesure lors des différentes campagnes. On remarque que le maximum atteint lors de la première campagne dans le pôle d'échange d'Etang Z'abricot est mis en évidence sur les deux sites de mesure de la zone. On peut donc en déduire que cette hausse des concentrations est imputée à tout le pôle d'Etang Z'abricot.

**La hausse des concentrations observée étant restreinte à la première campagne, on peut donc en conclure que les activités du tour des yoles n'ont pas entraîné d'impact sur les concentrations en benzène dans les pôles d'échanges de la CACEM.**

## VI. Conclusion

Suite à l'actualisation du SCoT de la CACEM, Madininair a réalisé une simulation de l'impact sur la qualité de l'air que pourrait représenter la mise en place des projets d'aménagement, de mobilité et de développement urbain. L'une d'elles concerne l'aménagement des pôles d'échanges de la CACEM qui donnera naissance à de nouvelles voies de transport maritimes. Cette initiative permettrait un report modal des usagers et ainsi, à terme de réduire le trafic automobile sur le territoire de la CACEM. Les mesures réalisées durant cette étude représentent donc un état des lieux avant la mise en place de cette action.

Dans chaque pôle d'échange intégrant une dimension maritime (Schœlcher, Pointe Simon, Etang Z'abricot et Port Cohé), ce sont 5 sites de mesure qui ont été définis de manière stratégique. La mesure des polluants réglementaires : SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> et BTEX y a été effectuée durant quatre campagnes de 1 semaine ce qui représente 7% de l'année. Ce temps de mesure ne permet pas de comparer les moyennes obtenues aux normes environnementales en vigueur. C'est pourquoi les conclusions qui sont tirées des résultats obtenus sont présentées à titre indicatif.

Au terme de cette étude, les concentrations en NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> et benzène respectent les normes environnementales en vigueur et le risque de dépasser ces normes semble faible sur les différents sites de mesure.

La discussion qui a portée sur l'interprétation des observations a permis de conclure que les diverses activités rattachées au tour des yoles n'ont pas influencé les concentrations en polluants réglementaires.

Pour rappel, les résultats concernant la modélisation de l'impact de la mise en place de ces axes maritimes sur la qualité de l'air ne montrent pas de changements significatifs sur la qualité de l'air des trois communes.

Toutefois, il convient de renouveler cette étude afin de fixer un second état des lieux après la mise en place des axes de communication maritimes définis dans le SCoT de la CACEM. Cela permettra à terme de visualiser l'évolution des concentrations et ainsi de mesurer l'impact direct ou indirect de l'aménagement et la fréquentation de ces pôles d'échanges sur la qualité de l'air.



## VII. Annexes

### VII.1 Annexe 1 : Evolution des concentrations mesurées à chaque campagnes pour le SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> et les BTEX sur chaque pôle d'échange :

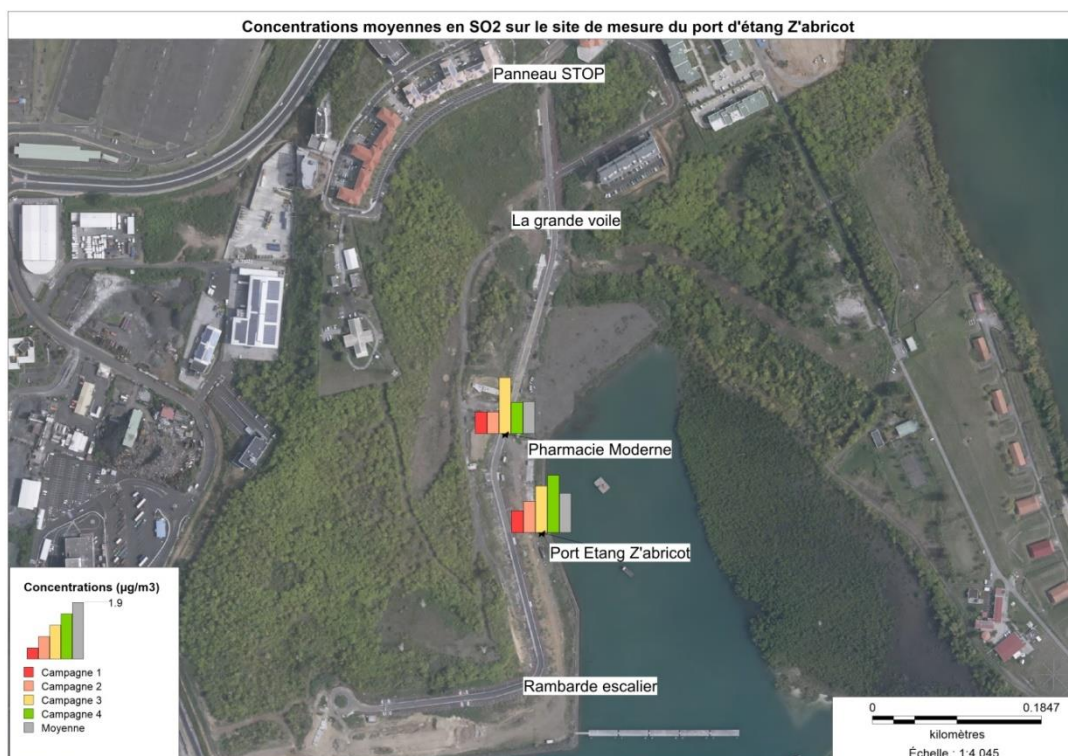
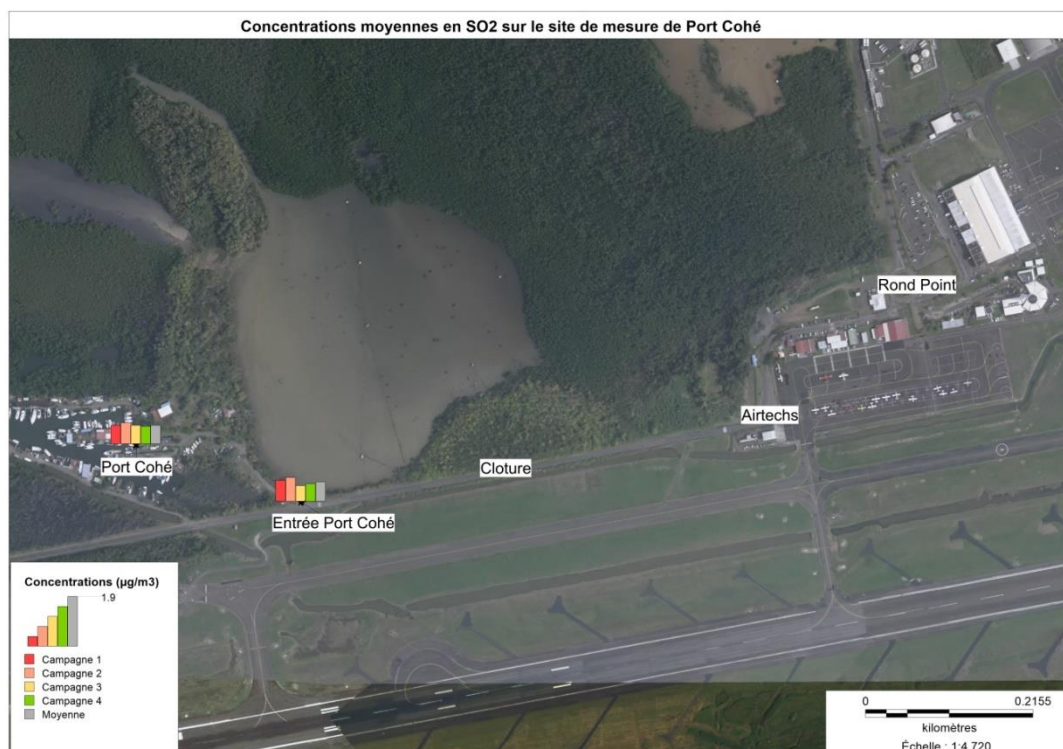


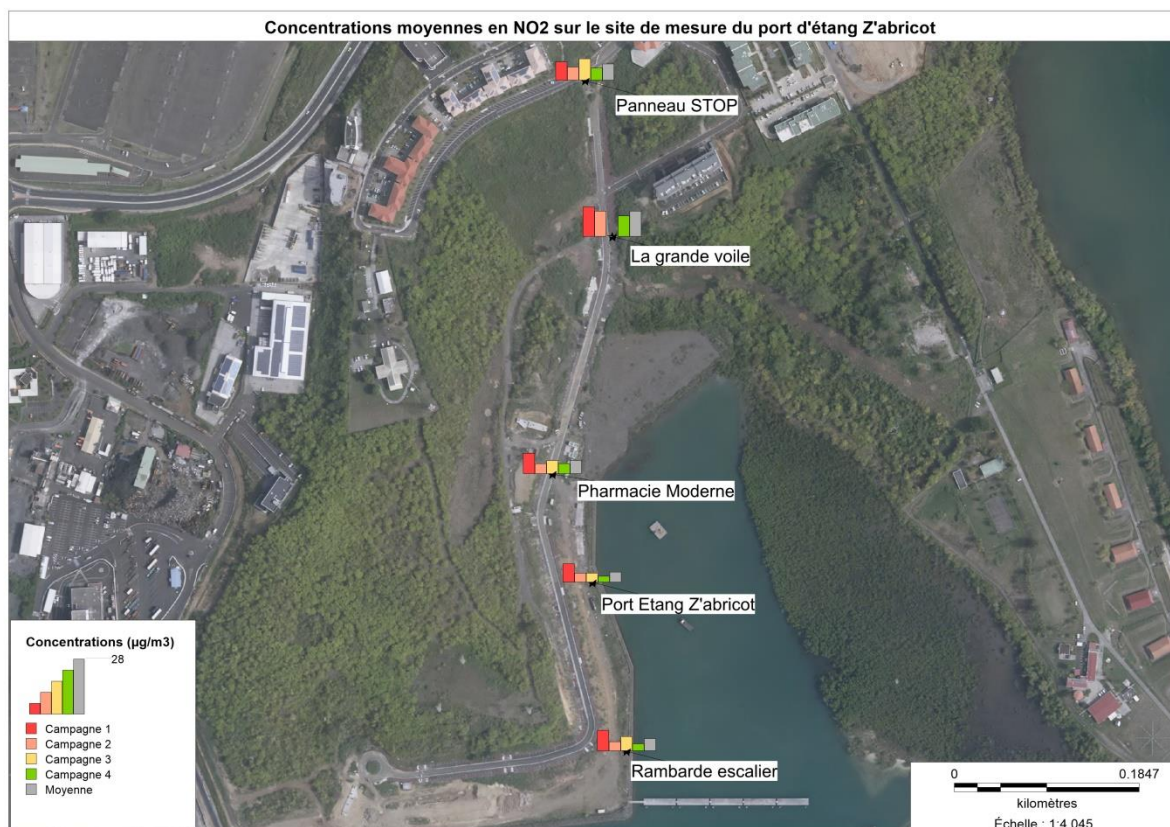




Figure 25: Concentrations en SO<sub>2</sub> sur les sites de mesure des pôles d'échanges de la CACEM.



EVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR PRES DES POLES D'ECHANGES MULTIMODAUX INTEGRANT UNE DIMENSION MARITIME SUR LE TERRITOIRE DE LA CACEM – 2016





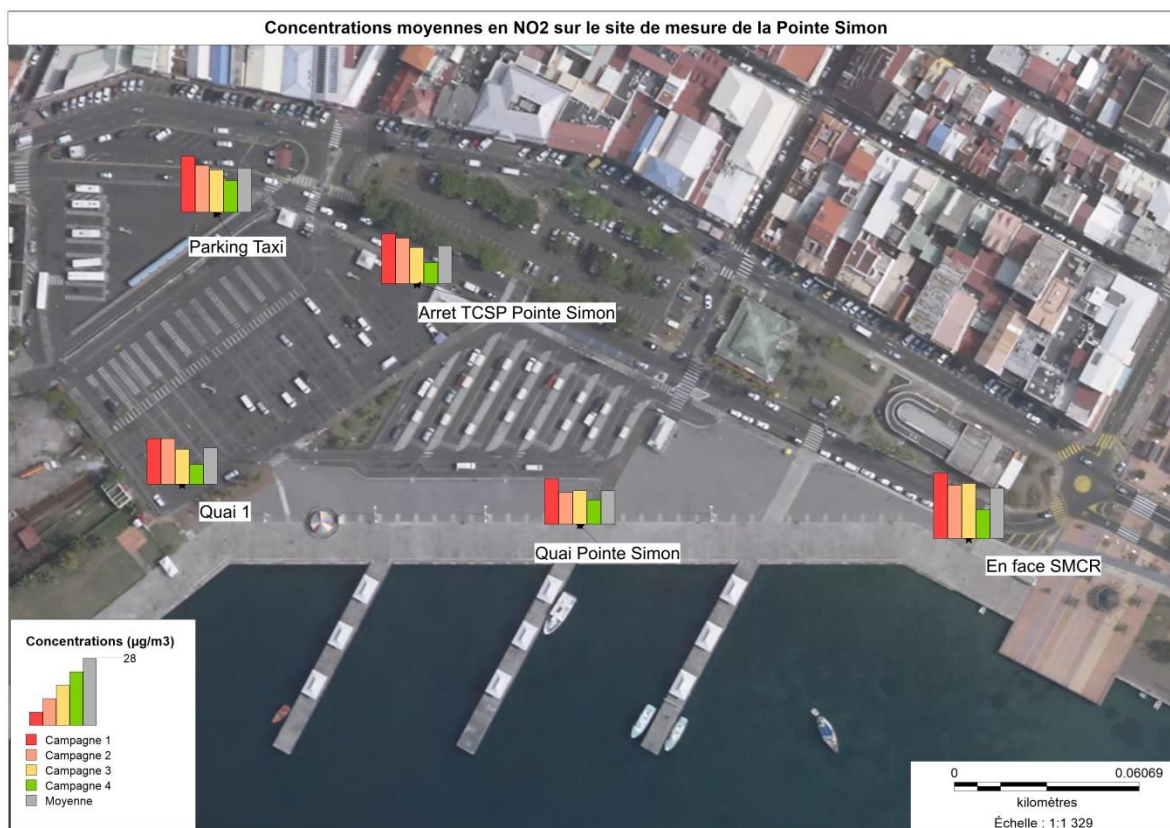
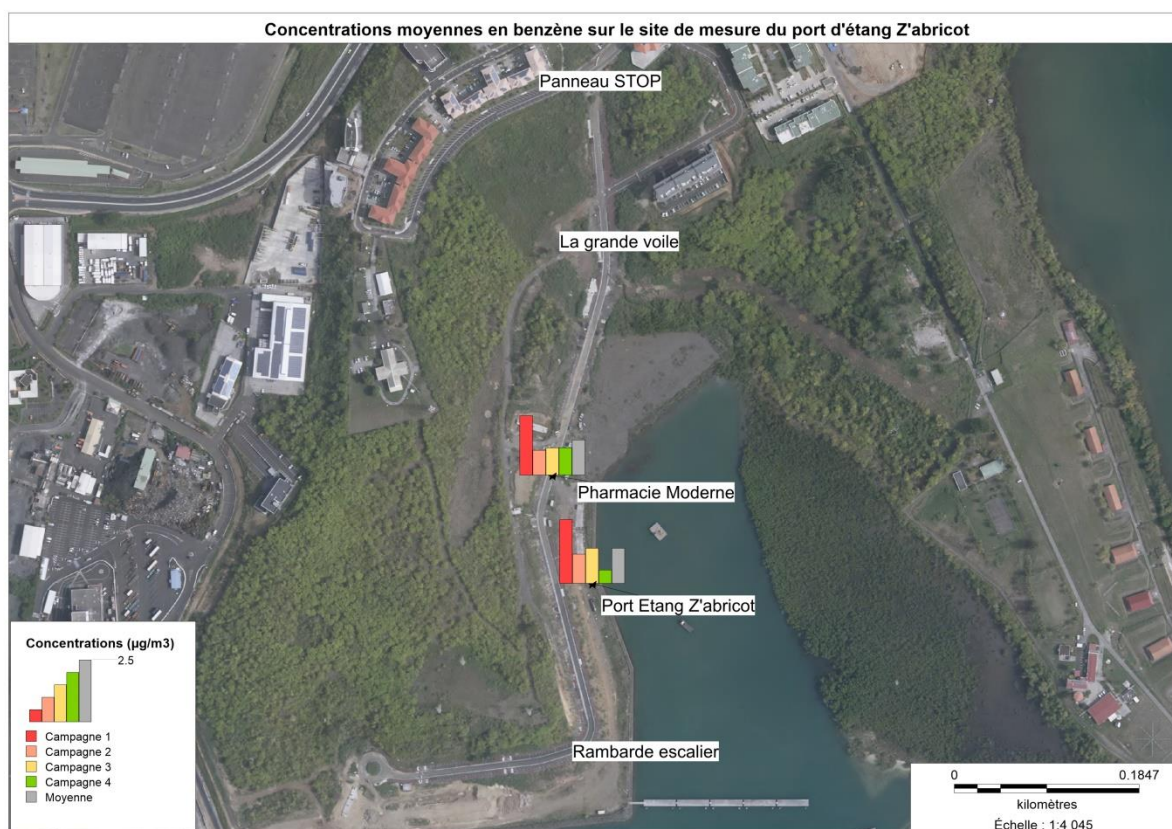


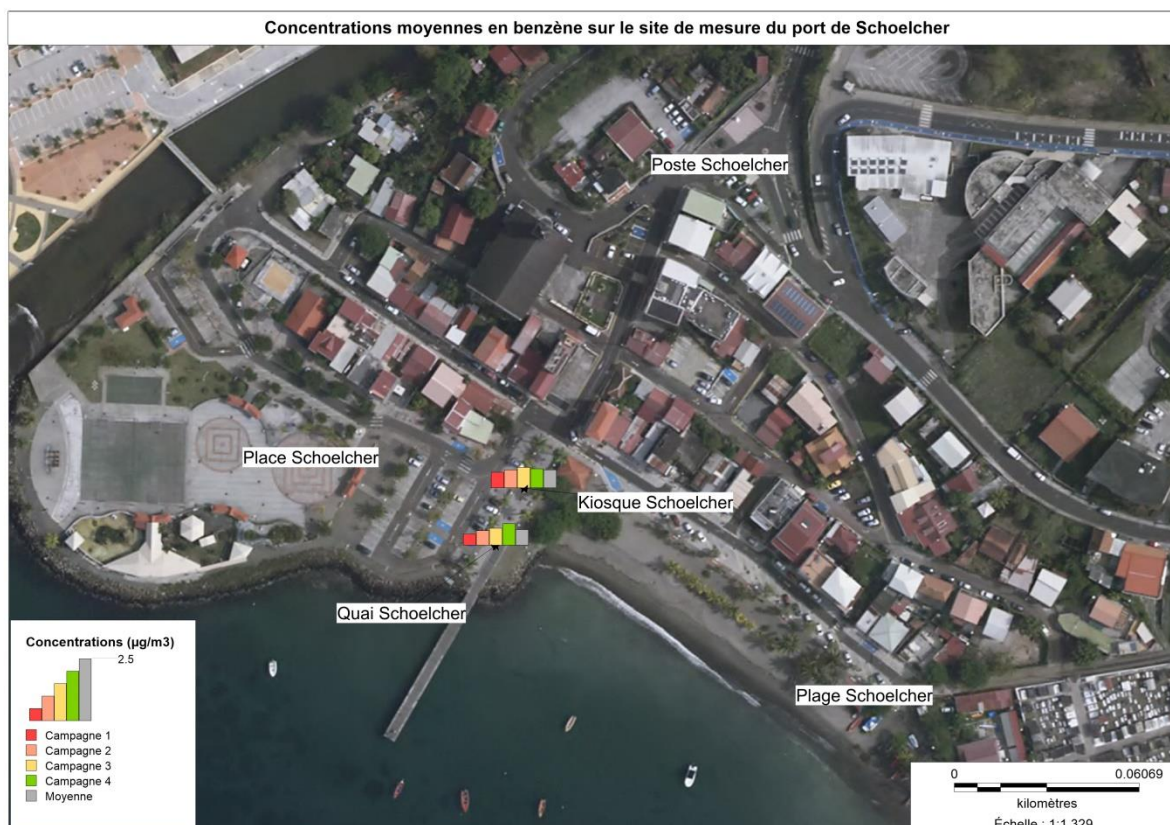
Figure 26: Concentrations en NO<sub>2</sub> sur les sites de mesure des pôles d'échanges de la CACEM.



EVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR PRES DES POLES D'ECHANGES MULTIMODAUX INTEGRANT UNE DIMENSION MARITIME SUR LE TERRITOIRE DE LA CACEM – 2016







**Figure 27: Concentrations en benzène sur les sites de mesure des pôles d'échanges de la CACEM.**

## VII.2 Annexe 2 : Synthèse des résultats des campagnes de mesure des divers polluants mesurés

### VII.2.1 Le dioxyde d'azote : NO<sub>2</sub>

Pôles	Site	C1 (µg/m <sup>3</sup> )	C2 (µg/m <sup>3</sup> )	C3 (µg/m <sup>3</sup> )	C4 (µg/m <sup>3</sup> )	Moyenne (µg/m <sup>3</sup> )
Schoelcher	Quai Schoelcher	14.0	8.9	8.2	8.2	9.8
	Kiosque Schoelcher	15.1	11.7	8.7	9.7	11.3
	Place Schoelcher	na	8.5	9.4	6.4	8.1
	Plage Schoelcher	14.5	7.6	9.8	7.0	9.8
	Poste Schoelcher	27.6	23.8	14.2	14.1	19.9
Pointe Simon	Quai Pointe Simon	18.4	12.5	13.2	9.7	13.4
	Parking Taxi	22.2	19.1	17.3	12.9	17.9
	Arret TCSP Pointe Simon	20.2	18.3	14.6	8.5	15.4
	En face SMCR	26.2	21.4	21.8	11.5	20.3
	Quai 1	18.1	18.5	13.8	7.8	14.5
Etang Z'Abricot	Port Etang Z'abricot	8.7	4.2	4.6	3.0	5.1
	Rambarde escalier	9.8	4.2	7.0	3.2	6.1
	Pharmacie Moderne	9.8	4.8	6.3	5.2	6.5
	La grande voile	14.2	12.2	na	9.9	12.1
	Panneau STOP	8.7	6.4	10.5	6.0	7.9
Port Cohé	Port Cohé	6.9	3.4	4.8	2.1	4.3
	Entrée Port Cohé	9.1	5.3	4.3	2.7	5.4
	Cloture	9.5	5.6	5.5	3.8	6.1
	Airtechs	10.0	7.5	6.8	5.8	7.5
	Rond-Point	10.7	5.6	6.7	5.4	7.1
<b>Moyenne</b>		<b>14.4</b>	<b>10.5</b>	<b>9.9</b>	<b>7.1</b>	<b>10.4</b>

Tableau 6: Concentrations en NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) sur les 4 campagnes de mesure. La limite de détection (LD) est ici de 2 µg/m<sup>3</sup> (en rouge : perte de l'échantillon ; en jaune : moyenne maximale atteinte parmi tous les sites de mesure à l'issue des 4 campagnes).

### VII.2.2 Le dioxyde de soufre : SO<sub>2</sub>

Pôles	Site	C1 (µg/m <sup>3</sup> )	C2 (µg/m <sup>3</sup> )	C3 (µg/m <sup>3</sup> )	C4 (µg/m <sup>3</sup> )	Moyenne (µg/m <sup>3</sup> )
Schoelcher	Quai Schoelcher	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
	Kiosque Schoelcher	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Pointe Simon	Quai Pointe Simon	0.8	1.5	0.8	1.2	1.1
	Arret TCSP Pointe Simon	na	0.7	0.7	0.7	0.7
Etang Z'Abricot	Port Etang Z'abricot	0.7	1.0	1.5	1.8	1.3
	Pharmacie Moderne	0.7	0.7	1.8	1.0	1.0
Port Cohé	Port Cohé	0.7	0.8	0.7	0.7	0.7
	Entrée Port Cohé	0.8	0.9	0.6	0.7	0.7
<b>Moyenne</b>		<b>0.7</b>	<b>0.9</b>	<b>0.9</b>	<b>0.9</b>	<b>0.9</b>



Tableau 7: Concentrations en SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) sur les 4 campagnes de mesure (en rouge : perte de l'échantillon ; en jaune : moyenne maximale atteinte parmi tous les sites de mesure à l'issue des 4 campagnes).

### VII.2.3 Les BTEX

Benzène						
Pôles	Site	C1 (µg/m3)	C2 (µg/m3)	C3 (µg/m3)	C4 (µg/m3)	Moyenne (µg/m3)
Schoelcher	Quai Schoelcher	0.5	0.6	0.6	0.8	0.6
	Kiosque Schoelcher	0.6	0.7	0.8	0.8	0.7
Pointe Simon	Quai Pointe Simon	0.1	0.6	na	1.1	0.6
	Arret TCSP Pointe Simon	1.0	0.8	1.3	0.9	1.0
Etang Z'Abricot	Port Etang Z'abricot	2.5	1.1	1.3	0.5	1.4
	Pharmacie Moderne	2.3	1.0	1.1	1.1	1.3
Port Cohé	Port Cohé	1.0	0.9	0.7	0.7	0.8
	Entrée Port Cohé	0.4	0.6	0.6	0.4	0.5
<b>Moyenne</b>		<b>1.1</b>	<b>0.8</b>	<b>0.9</b>	<b>0.8</b>	<b>0.9</b>

Toluène						
Pôles	Site	C1 (µg/m3)	C2 (µg/m3)	C3 (µg/m3)	C4 (µg/m3)	Moyenne (µg/m3)
Schoelcher	Quai Schoelcher	1.4	2.1	1.4	3.2	2.0
	Kiosque Schoelcher	2.3	2.4	2.2	3.3	2.5
Pointe Simon	Quai Pointe Simon	2.2	2.0	na	6.9	3.7
	Arret TCSP Pointe Simon	2.8	2.8	3.5	5.4	3.6
Etang Z'Abricot	Port Etang Z'abricot	3.3	3.6	7.1	4.1	4.5
	Pharmacie Moderne	1.5	1.7	2.2	2.5	2.0
Port Cohé	Port Cohé	4.5	5.7	4.5	4.7	4.8
	Entrée Port Cohé	0.7	1.1	0.6	0.9	0.8
<b>Moyenne</b>		<b>2.3</b>	<b>2.7</b>	<b>3.1</b>	<b>3.9</b>	<b>3.0</b>

Ethylbenzène						
Pôles	Site	C1 (µg/m3)	C2 (µg/m3)	C3 (µg/m3)	C4 (µg/m3)	Moyenne (µg/m3)
Schoelcher	Quai Schoelcher	0.3	0.2	0.2	0.4	0.3
	Kiosque Schoelcher	0.5	0.3	0.3	0.4	0.4
Pointe Simon	Quai Pointe Simon	0.4	0.2	na	0.9	0.5
	Arret TCSP Pointe Simon	0.5	0.4	0.4	0.6	0.5
Etang Z'Abricot	Port Etang Z'abricot	0.5	0.4	0.9	0.7	0.6
	Pharmacie Moderne	0.3	0.2	0.3	0.4	0.3
Port Cohé	Port Cohé	0.7	0.8	0.6	0.5	0.6
	Entrée Port Cohé	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2
<b>Moyenne</b>		<b>0.4</b>	<b>0.3</b>	<b>0.4</b>	<b>0.5</b>	<b>0.4</b>

Xylène						
Pôles	Site	C1 (µg/m3)	C2 (µg/m3)	C3 (µg/m3)	C4 (µg/m3)	Moyenne (µg/m3)
Schoelcher	Quai Schoelcher	0.9	0.4	0.5	0.9	<b>0.7</b>
	Kiosque Schoelcher	1.3	0.9	0.8	1.1	<b>1.0</b>
Pointe Simon	Quai Pointe Simon	1.2	0.4	na	2.3	<b>1.3</b>
	Arret TCSP Pointe Simon	1.3	0.8	0.8	1.7	<b>1.2</b>
Etang Z'abricot	Port Etang Z'abricot	1.3	0.9	2.5	2.1	<b>1.7</b>
	Pharmacie Moderne	0.6	0.5	0.7	1.0	<b>0.7</b>
Port Cohé	Port Cohé	1.7	1.7	1.7	1.0	<b>1.5</b>
	Entrée Port Cohé	0.4	0.4	0.3	0.4	<b>0.4</b>
<b>Moyenne</b>		<b>1.1</b>	<b>0.7</b>	<b>1.0</b>	<b>1.3</b>	<b>1.1</b>

Tableau 8: Concentrations en BTEX (µg/m<sup>3</sup>) sur les 4 campagnes de mesure (en rouge : perte de l'échantillon ; en jaune : maximum atteint parmi tous les sites de mesure lors des 4 campagnes).

## VIII. Listes des figures et tableaux

FIGURE 1: LOCALISATION DES SITES DE MESURE PAR TUBES PASSIFS DANS LES POLES D'ECHANGES DE LA CACEM EN 2016. ....	16
FIGURE 2 : PRECIPITATIONS MOYENNES EN MILLIMETRE D'EAU LORS DE CHAQUE CAMPAGNE DE MESURE. (SOURCE : STATION METEO FRANCE « FORT SAINT-LOUIS »).....	20
FIGURE 3 : VITESSE MOYENNE DU VENT SUR CHAQUE CAMPAGNE DE MESURE (KM/H) A (SOURCE : STATION METEO FRANCE « FORT DESAIX »).....	21
FIGURE 4: CONCENTRATIONS MOYENNES ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ) EN $\text{SO}_2$ A L'ISSUE DES 4 CAMPAGNES SUR LES SITES DE MESURE DU POLE DE SCHÆLCHER. ....	22
FIGURE 5: CONCENTRATIONS MOYENNES ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ) EN $\text{SO}_2$ A L'ISSUE DES 4 CAMPAGNES SUR LES SITES DE MESURE DU POLE DE LA POINTE SIMON. ....	23
FIGURE 6: CONCENTRATIONS MOYENNES ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ) EN $\text{SO}_2$ A L'ISSUE DES 4 CAMPAGNES SUR LES SITES DE MESURE DU POLE D'ETANG Z'ABRICOT.....	24
FIGURE 7: CONCENTRATIONS MOYENNES ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ) EN $\text{SO}_2$ A L'ISSUE DES 4 CAMPAGNES SUR LES SITES DE MESURE DU POLE DE PORT COHE. ....	24
FIGURE 8: CONCENTRATIONS MOYENNES ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ) EN $\text{NO}_2$ A L'ISSUE DES 4 CAMPAGNES SUR LES SITES DE MESURE DU POLE DE SCHÆLCHER. ....	25
FIGURE 9: CONCENTRATIONS MOYENNES ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ) EN $\text{NO}_2$ A L'ISSUE DES 4 CAMPAGNES SUR LES SITES DE MESURE DU POLE DE LA POINTE SIMON. ....	26
FIGURE 10: CONCENTRATIONS MOYENNES ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ) EN $\text{NO}_2$ A L'ISSUE DES 4 CAMPAGNES SUR LES SITES DE MESURE DU POLE D'ETANG Z'ABRICOT.....	26
FIGURE 11: CONCENTRATIONS MOYENNES ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ) EN $\text{NO}_2$ A L'ISSUE DES 4 CAMPAGNES SUR LES SITES DE MESURE DU POLE DE PORT COHE. ....	27
FIGURE 12: CONCENTRATIONS MOYENNES ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ) EN BENZENE A L'ISSUE DES 4 CAMPAGNES SUR LES SITES DE MESURE DU POLE DE SCHÆLCHER. ....	28
FIGURE 13: CONCENTRATIONS MOYENNES ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ) EN BENZENE A L'ISSUE DES 4 CAMPAGNES SUR LES SITES DE MESURE DU POLE DE LA POINTE SIMON. ....	29
FIGURE 14: CONCENTRATIONS MOYENNES ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ) EN BENZENE A L'ISSUE DES 4 CAMPAGNES SUR LES SITES DE MESURE DU POLE D'ETANG Z'ABRICOT.....	29
FIGURE 15: CONCENTRATIONS MOYENNES ( $\mu\text{G}/\text{M}^3$ ) EN BENZENE A L'ISSUE DES 4 CAMPAGNES SUR LES SITES DE MESURE DU POLE DE PORT COHE. ....	30
FIGURE 16: CUMUL DES PRECIPITATIONS ET VITESSE DES VENTS MOYENS SPECIFIQUES A CHAQUE CAMPAGNE DE MESURE.....	31
FIGURE 17: CONCENTRATIONS MOYENNES EN DIOXYDE DE SOUFRE SUR LA PERIODE EN CHAQUE POLE D'ECHANGE.....	32
FIGURE 18: CONCENTRATIONS MOYENNES EN DIOXYDE D'AZOTE SUR LA PERIODE EN CHAQUE POLE D'ECHANGE.....	32
FIGURE 19: CONCENTRATIONS MOYENNES EN BENZENE SUR LA PERIODE EN CHAQUE POLE D'ECHANGE.....	33
FIGURE 20: CONCENTRATIONS MOYENNES EN DIOXYDE DE SOUFRE ATTEINTES EN CHAQUE POLE D'ECHANGE LORS DE CHAQUE CAMPAGNE DE MESURE.....	34
FIGURE 21: CONCENTRATIONS MOYENNES EN DIOXYDE DE SOUFRE LORS DE CHAQUE CAMPAGNE ET SPECIFIQUES A CHAQUE SITE DE MESURE. ....	34
FIGURE 22: CONCENTRATIONS MOYENNES EN DIOXYDE D'AZOTE ATTEINTES EN CHAQUE POLE D'ECHANGE LORS DE CHAQUE CAMPAGNE DE MESURE.....	36
FIGURE 23: CONCENTRATIONS MOYENNES EN BENZENE ATTEINTES EN CHAQUE POLE D'ECHANGE LORS DE CHAQUE CAMPAGNE DE MESURE. ....	37
FIGURE 24: CONCENTRATIONS MOYENNES EN BENZENE LORS DE CHAQUE CAMPAGNE ET SPECIFIQUES A CHAQUE SITE DE MESURE. ....	37
FIGURE 25: CONCENTRATIONS EN $\text{SO}_2$ SUR LES SITES DE MESURE DES POLES D'ECHANGES DE LA CACEM. ....	41
FIGURE 26: CONCENTRATIONS EN $\text{NO}_2$ SUR LES SITES DE MESURE DES POLES D'ECHANGES DE LA CACEM. ....	43
FIGURE 27: CONCENTRATIONS EN BENZENE SUR LES SITES DE MESURE DES POLES D'ECHANGES DE LA CACEM. ....	45
TABLEAU 1 : NORMES ENVIRONNEMENTALES POUR LE DIOXYDE DE SOUFRE (DECRET 2010-1250 DU 01/10/10).....	8
TABLEAU 2 : NORMES ENVIRONNEMENTALES POUR LE DIOXYDE D'AZOTE.....	10
TABLEAU 3 : SEUILS D'EVALUATION POUR LE DIOXYDE D'AZOTE (DIRECTIVE EUROPEENNE 2008/50/CE).....	10
TABLEAU 4 : NORMES ENVIRONNEMENTALES DU BENZENE (DECRET 2010-1250 DU 21/10/10) .....	15
TABLEAU 5 : SEUILS D'EVALUATION DU BENZENE (DIRECTIVE EUROPEENNE 2008/50/CE) .....	16

TABLEAU 6: CONCENTRATIONS EN NO <sub>2</sub> (µG/M <sup>3</sup> ) SUR LES 4 CAMPAGNES DE MESURE. LA LIMITE DE DETECTION (LD) EST ICI DE 2 µG/M <sup>3</sup> (EN ROUGE : PERTE DE L'ECHANTILLON ; EN JAUNE : MOYENNE MAXIMALE ATTEINTE PARMY TOUS LES SITES DE MESURE A L'ISSUE DES 4 CAMPAGNES). .....	46
TABLEAU 7: CONCENTRATIONS EN SO <sub>2</sub> (µG/M <sup>3</sup> ) SUR LES 4 CAMPAGNES DE MESURE (EN ROUGE : PERTE DE L'ECHANTILLON ; EN JAUNE : MOYENNE MAXIMALE ATTEINTE PARMY TOUS LES SITES DE MESURE A L'ISSUE DES 4 CAMPAGNES). .....	47
TABLEAU 8: CONCENTRATIONS EN BTEX (µG/M <sup>3</sup> ) SUR LES 4 CAMPAGNES DE MESURE (EN ROUGE : PERTE DE L'ECHANTILLON ; EN JAUNE : MAXIMUM ATTEINT PARMY TOUS LES SITES DE MESURE LORS DES 4 CAMPAGNES). .....	48