

Campagne de mesure des émissions liées au trafic

Etude 2016 (site d'accueil : Gendarmerie de la Madeleine)

02/05/2016

Ref : 16-ELZA-GM

ORA de Guyane
Immeuble EGTRANS INTERNATIONAL
ZI de Dégrad-des-Cannes (le Port)
97343 Cayenne cedex
Tel : 05 94 28 22 70 - Fax : 05 94 30 32 58
www.ora-guyane.org



Campagne de mesure des émissions liées au trafic

*Etude 2016
Février - Mars*

Site d'accueil : Gendarmerie de la Madeleine, Cayenne

Avertissement

Les informations contenues dans ce rapport traduisent la mesure d'un ensemble d'éléments à un instant donné t, caractérisé par des conditions climatiques propres. L'ORA de Guyane ne saurait être tenu pour responsable des événements pouvant résulter de l'interprétation et/ou de l'utilisation des informations faites par un tiers.

	Rédaction	Vérification	Approbation
Nom	Alexandre GATINEAU	Kathy PANECHOU-PULCHERIE	Rodolphe SORPS
Qualité	Ingénieur d'études	Directrice	Président
Visa			

Liste des sigles et acronymes

- CO : Monoxyde de carbone
- INERIS : Institut National de l'Environnement Industriel et des risques
- INRS : Institut National de Recherche et de Sécurité
- LCSQA : Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air
- NO₂ : Dioxyde d'azote
- OMS : Organisation Mondiale de la Santé
- ORA : Observatoire Régional de l'Air
- PM10 : Particule de moins de 10 µm de diamètre/ particules en suspension

Sommaire

Liste des sigles et acronymes	4
Sommaire	5
I. Présentation de l'étude	6
II. Contexte de l'étude	6
1. Généralités sur la qualité de l'air en Guyane	6
2. Généralités sur les polluants réglementés	7
3. Cadre réglementaire de l'étude	8
III. Protocole mis en place	8
1. Station mobile ELZA	8
2. Emplacement du site d'étude	9
3. Durée de la campagne de mesures	10
IV. Résultats	10
1. Conditions météorologiques	10
2. Les particules en suspension	11
3. Le dioxyde d'azote	13
4. Le monoxyde de carbone	15
Conclusion	17
Bibliographie	18
Table des illustrations	18

I. Présentation de l'étude

L'Observatoire Régional de l'Air de Guyane compte 3 stations fixes de mesures de la qualité de l'air : deux sur l'île de Cayenne et une à Kourou. Elles y mesurent en continu trois polluants réglementés : les oxydes d'azote, l'ozone et les particules en suspension aussi appelées PM10. Ce sont des stations dites « de fond ».

Afin de répondre à la directive européenne 2008/50/CE, la surveillance des polluants réglementés en Guyane nécessite l'installation d'une nouvelle station sous l'influence du trafic dans la zone urbaine régionale¹.

En 2014, une étude a donc été réalisée sur les concentrations de dioxyde d'azote, traceur de la pollution automobile, à travers l'île de Cayenne. Le but était de prospecter les futurs sites d'accueil potentiels de cette station « trafic ». Cette étude a permis de repérer plusieurs sites potentiels, dont celui exploité dans cette campagne : la route de la madeleine.

D'autres sites ont montré des concentrations en oxydes d'azotes plus élevées mais présentent peu d'intérêt car la densité de population y est trop faible (abords de la voie rapide Collery/Larivot).

Cette étude a donc pour but de mesurer les concentrations maximales auxquelles la population résidant près d'une infrastructure routière est susceptible d'être exposée. Les valeurs mesurées seront confrontées aux normes environnementales en vigueur.

II. Contexte de l'étude

1. Généralités sur la qualité de l'air en Guyane

Actuellement, la principale pollution de l'air de Guyane est due aux particules de brumes du Sahara (ORA, 2014). D'origine naturelle, leur présence s'explique par la mise en suspension dans l'atmosphère de « particules désertiques » qui sont transportées de l'Afrique à l'Amérique dans une couche d'air sec appelée **Saharan Air Layer**² (Carlson & Prospero, 1972). Une partie de ces particules fait moins de 10 µm de diamètre, et peut pénétrer dans l'appareil respiratoire, entraînant des risques pour les personnes sensibles/vulnérables comme des crises d'asthme ou des irritations des voies respiratoires (Pope & Dockery, 2006). La période durant laquelle la Guyane est la plus touchée, s'étend de Janvier à Avril, et peut être qualifiée de « saison des poussières ». Les seuils d'information et de recommandation (qualité de l'air mauvaise) et d'alerte (qualité de l'air très mauvaise) sont souvent dépassés.

Outre les poussières du Sahara, de nombreuses sources de pollution sont à relever sur le territoire Guyanais :

¹ Cayenne, Rémire-Montjoly, Matoury

² SAL

- En saison sèche, des **feux de broussailles et de décharges** se déclarent, entraînant l'émission de fumées asphyxiantes et irritantes, qui, si répétés, peuvent entraîner le développement de maladies graves chez les individus en raison de la présence de polluants à toxicités spécifiques telles que les HAP ou les dioxines.
- Dans le cadre de l'extermination de population d'insectes tels que les moustiques, mais aussi dans les zones agricoles, de nombreux **pesticides** sont utilisés³, et présentent potentiellement un danger.
- **L'activité industrielle** de Guyane concentrée principalement à Kourou (Centre Spatial Guyanais, Pariacabo) et à Rémire-Montjoly (Dégrad-Des-Cannes) génère une pollution de l'air, ainsi que l'industrie aurifère qui quant à elle émet du mercure dans l'atmosphère, un métal lourd neurotoxique à durée de vie longue, donc persistant dans l'environnement.
- **La circulation automobile** génère des oxydes d'azote, des particules et est à l'origine indirecte de la synthèse d'ozone. Leurs concentrations varient en fonction de la densité du trafic automobile, avec des taux maximums en oxyde d'azote et en particules lors des heures de pointe.

2. Généralités sur les polluants réglementés

Le **NO**⁴, ainsi qu'une petite quantité de **NO₂** sont produits lors des combustions à haute température par la recombinaison du dioxygène et du diazote de l'air. Une fois dans l'atmosphère, en présence d'hydrocarbure et de lumière, le NO s'oxyde en NO₂. Le mélange de ces deux gaz est noté NOx⁵. La principale source d'émission des NOx est la **circulation automobile**.

Le NO₂ est un gaz irritant pour les bronches. Il peut augmenter la fréquence et la gravité des crises chez les asthmatiques, diminuer les défenses immunitaires et altérer les fonctions pulmonaires. Les NOx participent aux phénomènes des pluies acides et à la formation de l'ozone troposphérique, lui aussi, toxique (Masclat, 2005).

Les oxydes d'azote et les composés organiques volatils se transforment sous l'action du rayonnement solaire et donnent naissance à l'**ozone**, dont les concentrations maximales surviennent lorsque les températures et l'ensoleillement sont élevés. En Guyane, les précurseurs d'ozone proviennent principalement du **trafic routier**.

L'ozone provoque toux, altérations pulmonaires, irritations oculaires. En outre, il freine l'absorption de l'eau ainsi que la photosynthèse des plantes.

Les **aérosols** sont des éléments solides ou liquides en suspension dans l'air. A l'échelle planétaire, leurs origines sont principalement naturelles, avec des émissions dues à l'érosion éolienne des sols, au bubling océanique, aux éruptions volcaniques ou encore à l'émission de pollens par la végétation. Les émissions anthropiques sont essentiellement dues à la combustion de matières fossiles et à des procédés industriels.

³ Deltamétrine, Malathion...

⁴ Monoxyde d'azote

⁵ Oxydes d'azote

Les PM10 correspondent aux particules dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 10 micromètres. De nombreuses études épidémiologiques ont prouvé la relation entre l'exposition aux particules et l'augmentation de la mortalité et de la morbidité entraînée par des maladies respiratoires et cardiovasculaires (Pope & Dockery, 2006). A court terme, des investigations toxicologiques ont montré que, notamment pour les populations sensibles, une exposition aux particules était la cause d'inflammation des poumons (Mazzoli-Rocha, Fernandez, Einicker-Lamas, & Zin, 2010). Si l'exposition devient chronique, cela peut entraîner l'apparition de maladies pulmonaires obstructives chroniques et d'asthme chez les individus exposés (Ling & Van Eeden, 2009)

Le **monoxyde de carbone** est un produit de combustion incomplète. En Guyane, il provient principalement du trafic automobile avant d'être oxydé dans l'air en dioxyde de carbone. C'est un gaz incolore et inodore mais très toxique. Le danger provient de sa capacité de combinaison avec les hémoprotéines, empêchant l'oxygénation tissulaire qui est normalement réalisé par l'oxygène fixé sur l'hémoglobine. En conséquence, le monoxyde de carbone provoque anoxie, trouble cardio-vasculaires, migraine, vertiges, trouble de la vision et peut être mortel, à forte concentration en cas d'exposition prolongée en milieu confiné.

3. Cadre réglementaire de l'étude

Les résultats des mesures sont interprétés en fonction des valeurs réglementaires définies dans le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air et portant la transposition de la Directive européenne 2008/50/CE concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe.

III. Protocole mis en place

1. Station mobile ELZA

La station mobile nommée « **ELZA** » a été mise en place à la gendarmerie en novembre 2015.



Figure 1 : Photo de la station ELZA dans l'enceinte de la gendarmerie

Elle est équipée d'appareils pour la surveillance du NO_x, NO₂, NO, CO et des PM₁₀ comme le montre le tableau suivant :

Polluants mesurés	Modèle	Méthode de référence	Appareil homologué par le LCSQA
NO	42i	NF EN 14211 chimiluminescence	Oui
NO ₂	42i	NF EN 14211 chimiluminescence	Oui
NO _x	42i	NF EN 14211 chimiluminescence	Oui
CO	48i	NF EN 14626 rayonnement infrarouge	Oui
PM ₁₀	TEOM 1400AB	Méthode équivalente à NF EN 12341 gravimétrie sur filtre	Non

Tableau 1 : Appareils équipant ELZA

« **CAIENA3** » est une station fixe de typologie urbaine dans la ville de Cayenne. Située dans l'enceinte du collège Auxence Contout, elle est équipée du même analyseur de NO_x et d'un TEOM 1405F homologué pour la mesure des particules en suspension. Elle servira de point de comparaison à notre étude.

2. Emplacement du site d'étude

La figure 2 présente l'emplacement du site d'étude à Cayenne. La station fixe « **CAIENA3** » se trouve à moins de 2km de distance à vol d'oiseau.



Figure 2 : Emplacement du site d'étude

A noter que le site d'étude a connu des travaux de construction durant la totalité de la période de prélèvement, qui ont pu influencer la qualité de l'air. De plus, il aurait fallu rapprocher d'avantage la station du bord de la voie, mais du fait desdits travaux sur la chaussée, ce n'était pas réalisable. La station reste cependant dans les 10m maximum par rapport à la voie recommandés par le LCSQA.

3. Durée de la campagne de mesures

Malgré une mise en place en novembre 2015, les mesures furent retardées par divers soucis techniques sur la climatisation mobile de la station. Elles ont donc débuté le 30 janvier 2016 et ont pris fin le 23 mars 2016.

IV. Résultats

1. Conditions météorologiques

La saison des pluies, est une période où les pluies sont abondantes et donc, le lessivage de l'atmosphère par les précipitations est très élevé. Par contre, la couverture nuageuse étant plus importante, l'ensoleillement est moins fort et ne favorise pas les réactions photochimiques, dont la dissociation du NO_2 vers la synthèse d' O_3 .

Le mois de février a été chaud, humide et nuageux. La pluviométrie et les températures sont légèrement au-dessus des normales mais l'ensoleillement accuse un fort déficit de 43% par rapport à la moyenne calculée de 1996-2014. C'est en moyenne 1,6h d'ensoleillement par jour sur le mois de février. En cette période, la Guyane est sous l'influence d'un alizé de Nord-Est humide et parfois soutenu comme le montre la figure 3.

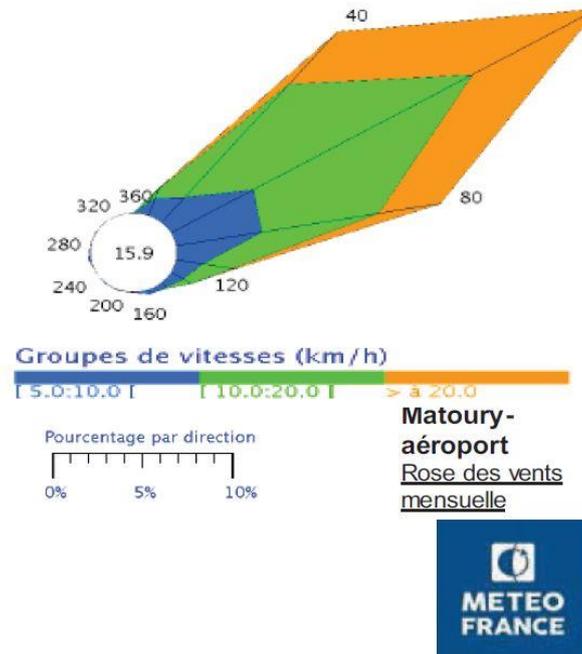


Figure 3 : Rose des vents de février 2016

Comme son prédécesseur, le mois de mars est chaud et nuageux. La pluviométrie est proche des normes mais l'ensoleillement accuse encore un fort déficit de 29% alors que les températures sont supérieures de 0,9°C aux moyennes.

Mois	Température moyenne	Précipitations	Ensoleillement
Février	27,1°C	429,5mm	47,68h
Mars	27,5°C	304mm	82,88h

Tableau 2 : Relevés météo de Météo France à Cayenne

2. Les particules en suspension

Données journalières

Etant en période de poussières du Sahara, les particules en suspension affichent des concentrations relativement élevées visibles sur la figure 4.

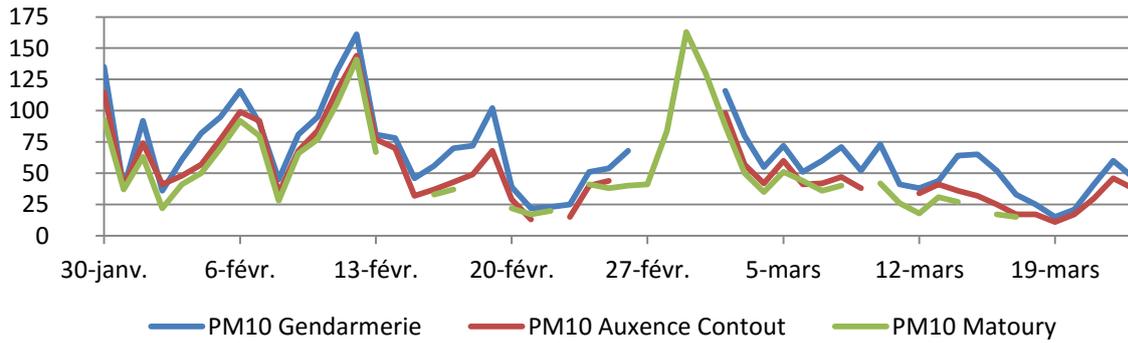


Figure 4 : Concentration journalières des PM10 sur 3 sites en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

On remarque tout de suite une forte corrélation entre les PM10 sur les deux stations : les brumes de poussières du Sahara affectent de manière globale la qualité de l'air de l'île de Cayenne. Les concentrations journalières de Matoury, en vert, ont été ajoutées pour renforcer la vision de ce phénomène.

On remarque tout de même que la courbe bleue est au-dessus des deux autres courbes, due probablement à l'influence du trafic et des travaux en cours au niveau de la gendarmerie.

	PM10 Gendarmerie	PM10 Auxence Contout
Moyenne	64	52
Maximum journalier	161	144

Tableau 3 : Moyenne et maximum des concentrations en PM10 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Sur la période, la concentration moyenne des PM10 au niveau de la gendarmerie a donc été supérieure de $12\mu\text{g}/\text{m}^3$ à celle du site Auxence Contout, soit 19% plus élevée.

Données horaires

L'impact de l'homme sur la qualité de l'air est, de manière générale, mieux visible au niveau horaire que journalier. Cependant, comme les particules en suspension sont principalement affectées par des phénomènes naturels, leurs concentrations ne suivent pas le rythme des activités anthropiques. Le graphe ci-après montre la concentration en PM10 sur nos deux sites lors de l'épisode de pollution du 30 au 31 janvier :

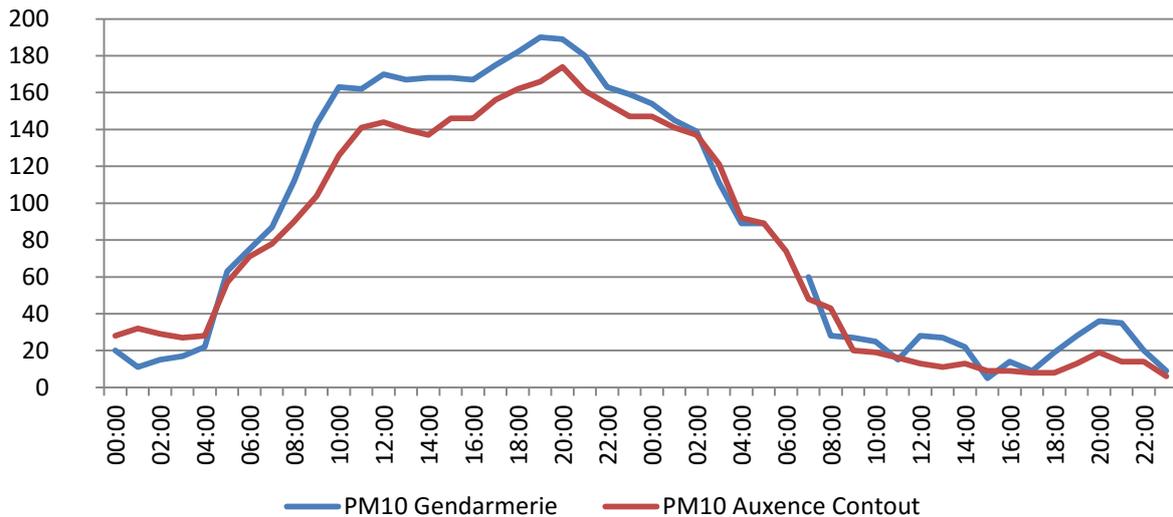


Figure 5 : Evolution des concentrations horaires des PM10 en µg/m³

Les concentrations augmentent fortement dès 4h du matin le 30 janvier et diminuent pour revenir à des niveaux normaux le lendemain à 8h du matin. Une influence anthropique a plutôt tendance à créer des pics de pollution entre 7h-9h et 16h-18h.

Comparaison aux valeurs de références

Pour les PM10, le seuil à ne pas dépasser est de 50µg/m³ de moyenne journalière ainsi que 40µg/m³ de moyenne annuelle. Le seuil de 50µg/m³ est dépassé de nombreuses fois mais cette pollution n'est pas imputable au trafic automobile du secteur de la Madeleine mais aux poussières du Sahara.

3. Le dioxyde d'azote

Données journalières

Contrairement aux particules en suspension, le dioxyde d'azote n'a pas ou très peu de sources naturelles en Guyane. Sa source majoritaire est le trafic automobile. L'influence du site se fait donc bien plus ressentir que sur les particules comme le montre la figure ci-dessous :

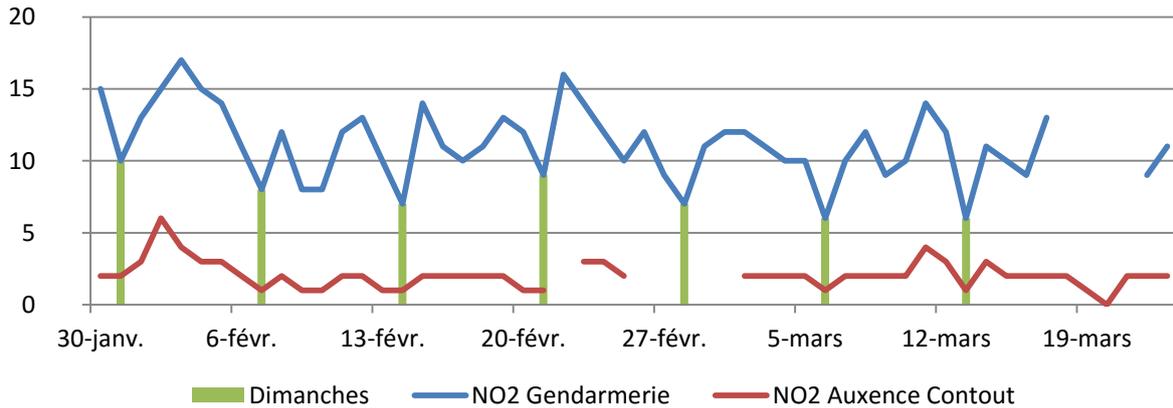


Figure 6 : Evolution des concentrations journalières du NO₂ en µg/m³

L'impact de l'activité humaine est visible par les chutes de concentration à certaines dates marquées d'un trait vert : les dimanches, jours où le trafic est réduit.

Données horaires

Sur le graphique ci-dessous, la période du 23 au 26 février a été choisie arbitrairement pour exemple. Un cycle est observé.

La différence de concentrations est bien plus grande entre nos deux sites pour que les particules en suspension : la concentration moyenne du NO₂ à la gendarmerie est 9µg/m³ plus élevée qu'au niveau du collège Auxence Contout : soit 82% de plus.

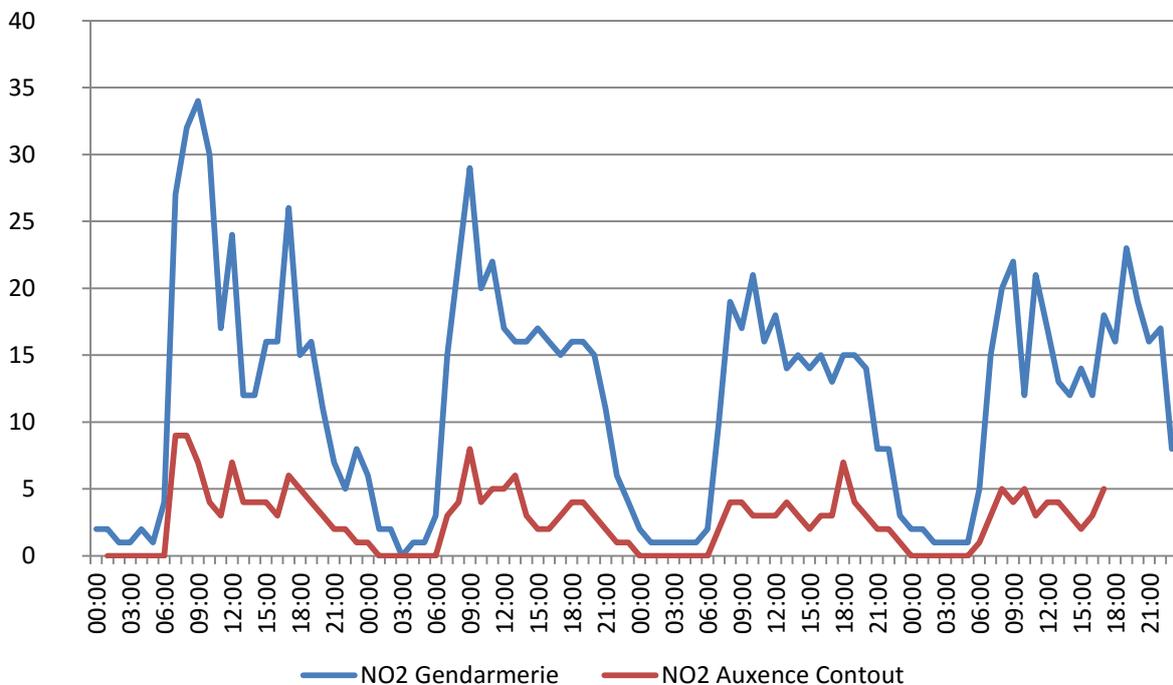


Figure 7 : Evolution des concentrations horaires du NO₂ en µg/m³ sur la période du 23 au 26 février

	NO ₂ Gendarmerie	NO ₂ Auxence Contout
Moyenne	11	2
Maximum horaire	35	22

Tableau 4 : Moyenne et maximum des concentrations en NO₂ en µg/m³

Ce dernier graphique, montre le profil des concentrations horaires moyennes sur toute la période : Les pics de concentrations en NO₂ sont observables entre 8h-9h le matin et vers 20h le soir.

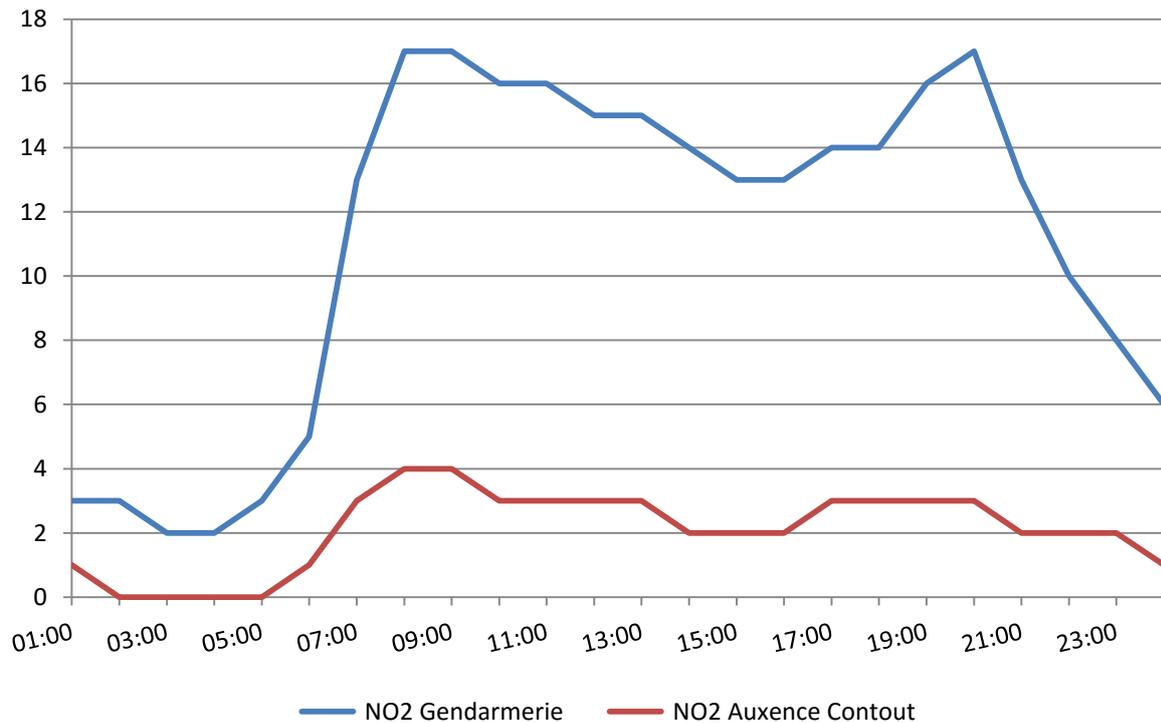


Figure 8 : Profil des concentrations horaires moyennes sur toute la période en µg/m³

Comparaison aux valeurs de référence

La valeur limite pour le dioxyde d'azote est fixée à 200µg/m³ de moyenne horaire ainsi qu'à 40µg/m³ de moyenne annuelle. Le maxima est de 35µg/m³ à la gendarmerie contre 22µg/m³ au collège Auxence Contout. Les seuils ne sont pas dépassés et les oxydes d'azote ne représentent que peu de danger pour la population avoisinante.

4. Le monoxyde de carbone

Données journalières

Le CO est, comme le NO₂, principalement issu du trafic automobile. Les données sont donc corrélées :

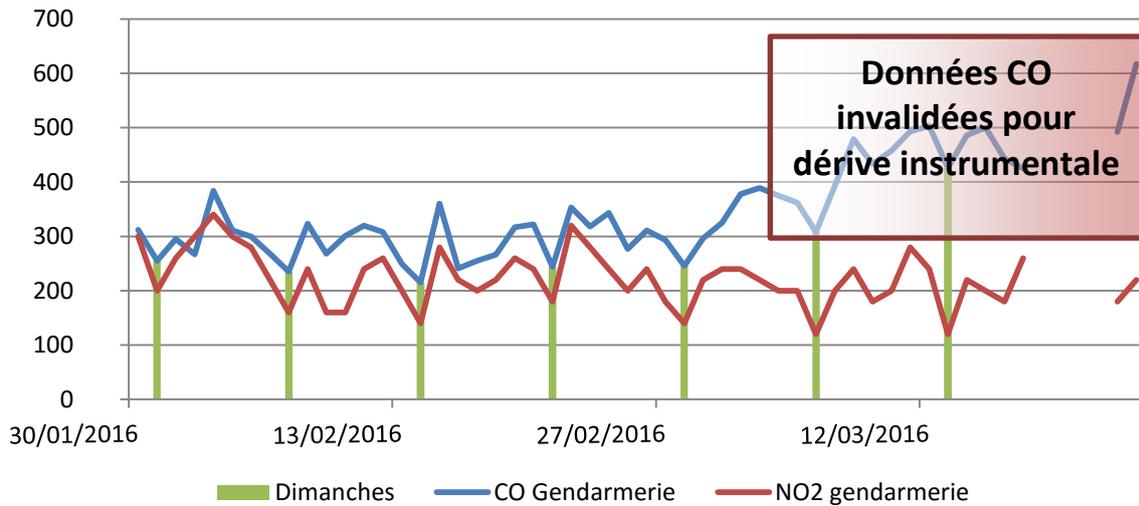


Figure 9 : Evolution des concentrations journalières du CO en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Pour une meilleure observation des corrélations, les concentrations en NO_2 ont été multipliées par 20.

Comme pour le NO_2 , le CO montre des baisses de concentration le dimanche. Les données à la fin de la période d'étude ont été invalidées pour le CO pour cause de défaut sur l'appareil.

Données horaires

La période du 23 au 26 février a été reprise comme exemple pour illustrer la corrélation entre les concentrations horaires du CO et du NO_2 à la gendarmerie :

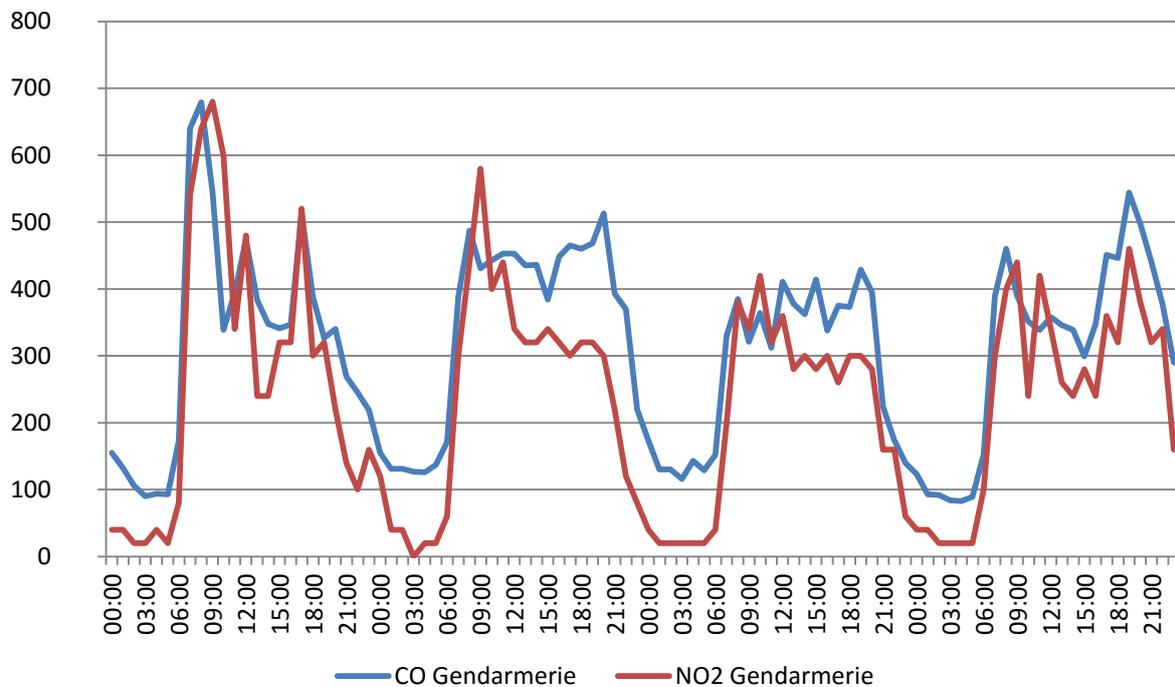


Figure 10 : Evolution des concentrations horaires du CO en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Pour une meilleure observation des corrélations, les concentrations du NO₂ ont été multipliées par 20.

Comme pour le NO₂, les concentrations du CO sont fonction de l'activité humaine. Par contre, les concentrations ne redescendent pas à 0 pendant la nuit mais restent proche d'un bruit de fond de 100µg/m³.

	CO Gendarmerie
Moyenne	292
Moyenne maximum sur 8h	509

Tableau 5 : Moyenne et maximum des concentrations en CO en µg/m³

Comparaison aux valeurs de référence

Quant au monoxyde de carbone, sa valeur de référence se mesure comme une moyenne de 10mg/m³ à ne pas dépasser sur 8h. La moyenne sur 8h la plus élevée est de 509µg/m³ soit 0.51mg/m³. Comme pour le dioxyde d'azote, les concentrations en CO sont en dessous des valeurs de référence et ne présentent pas de danger immédiat pour les riverains.

Conclusion

L'étude a couvert une période de deux mois de mesures sur le site de la gendarmerie de la Madeleine durant la saison des pluies. La qualité de l'air est fortement impactée par le passage des brumes de poussières du Sahara.

On observe des concentrations en PM10 globalement proches entre le site trafic et le site de fond avec tout de même des valeurs plus élevées sur le site dit trafic. Par contre, le dioxyde d'azote montre des concentrations bien plus fortes sur le site de la gendarmerie, puisque la station est plus proche de la route que celle d'Auxence Contout. Le trafic est aussi plus important sur cet axe routier. Les variations des concentrations du monoxyde de carbone suivent très bien celles du NO₂, tous deux témoins de l'impact du trafic. Néanmoins les concentrations de ces deux gaz dans l'air restent faibles comparées aux seuils réglementaires.

L'impact du trafic sur la qualité de l'air est donc observable à la gendarmerie de la Madeleine mais reste modéré. L'ORA de Guyane poursuivra ses mesures sur d'autres sites afin de déterminer le site le plus propice à l'installation d'une station fixe dédiée au trafic.

Bibliographie

- Carlson, & Prospero. (1972). The large movement scale of Saharan air outbreaks over the northern equatorial Atlantic. *J. Appl. Meteorol*, pp. 283-297.
- Ling, S., & Van Eeden, S. (2009). Particulate matter air pollution exposure : role in the development and exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, pp. 233-243.
- Masclat, P. (2005). *Pollution atmosphérique : environnement ; causes, conséquences, solutions, perspectives*. Paris: Ellipses.
- Mazzoli-Rocha, F., Fernandez, S., Einicker-Lamas, M., & Zin, W. (2010). Roles of oxidative stress in signaling inflammation induced by particulate matter. *Cell Biol Toxicol*, pp. 481-498.
- ORA. (2014). *Surveillance de la qualité de l'air en Guyane, rapport d'activité 2013*.
- Pope, C., & Dockery, D. (2006). Health effects of fine particulate air pollution : lines that connect. *J Air Waste Manag Assoc*, pp. 709-742.

Table des illustrations

<i>Tableau 1 : Appareils équipant ELZA.....</i>	<i>9</i>
<i>Tableau 2 : Relevés météo de Météo France à Cayenne.....</i>	<i>11</i>
<i>Tableau 3 : Moyenne et maximum des concentrations en PM10 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.....</i>	<i>12</i>
<i>Tableau 4 : Moyenne et maximum des concentrations en NO₂ en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.....</i>	<i>15</i>
<i>Tableau 5 : Moyenne et maximum des concentrations en CO en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.....</i>	<i>17</i>
<i>Figure 1 : Photo de la station ELZA dans l'enceinte de la gendarmerie.....</i>	<i>9</i>
<i>Figure 2 : Emplacement du site d'étude.....</i>	<i>10</i>
<i>Figure 3 : Rose des vents de février 2016.....</i>	<i>11</i>
<i>Figure 4 : Concentration journalières des PM10 sur 3 sites en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.....</i>	<i>12</i>
<i>Figure 5 : Evolution des concentrations horaires des PM10 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.....</i>	<i>13</i>
<i>Figure 6 : Evolution des concentrations journalières du NO₂ en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.....</i>	<i>14</i>
<i>Figure 7 : Evolution des concentrations horaires du NO₂ en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la période du 23 au 26 février.....</i>	<i>14</i>
<i>Figure 8 : Profil des concentrations horaires moyennes sur toute la période en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.....</i>	<i>15</i>
<i>Figure 9 : Evolution des concentrations journalières du CO en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.....</i>	<i>16</i>
<i>Figure 10 : Evolution des concentrations horaires du CO en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.....</i>	<i>16</i>