

# *Dispositif de lutte contre les feux de végétation 2014*

*Mise en place d'une base de données des composés chimiques présents dans les fumées de feux de végétation Guyanais*

**12/05/2015**

**Ref : 09-14-TPCP-S**

***ORA de Guyane  
Immeuble EGTRANS International  
ZI de Degrad-des-Cannes  
BP 51059  
97343 Cayenne Cedex  
Tel : 05 94 28 22 70  
Fax : 05 94 30 32 58  
www.ora-guyane.org***



# ***Dispositif de lutte contre les feux de végétation 2014***

*Mise en place d'une base de données des composés chimiques  
présents dans les fumées de feux de végétation en Guyane  
Française*

*Sinnamary, Maison de la Nature*

ORA de Guyane

*Septembre 2014*

## **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.

	<b>Rédaction</b>	<b>Vérification</b>	<b>Approbation</b>
<b>Nom</b>	Alexandre GATINEAU	Kathy PANECHOU- PULCHERIE	Rodolphe SORPS
<b>Qualité</b>	Chargé d'étude	Directrice	Président
<b>Visa</b>			

## Liste des sigles et acronymes

- ATEX : ATmosphère Explosive
- CEREN : Centre d'Essais et de Recherche de l'Entente Valabre
- CO : Monoxyde de carbone
- CO<sub>2</sub> : Dioxyde de carbone
- COV : Composé Organique Volatil
- GEPOG : Groupe d'Etude et de Protection des Oiseaux de Guyane
- H<sub>2</sub> : Dihydrogène
- HAP : Hydrocarbure Aromatique Polycyclique
- INERIS : Institut National de l'EnviRonnement Industriel et des riSques
- INRS : Institut National de Recherche et de Sécurité
- IRCSS : Istituto di Ricovero e Cura, riconosciuto a Carattere Scientifico.
- CH<sub>4</sub>: Méthane
- O<sub>3</sub> : Ozone
- OMS : Organisation Mondiale de la Santé
- ORA : Observatoire Régional de l'Air
- PM 2.5 : Particule de moins de 2.5 µm de diamètre/ particules fines
- PM 10 : Particule de moins de 10 µm de diamètre/ particules en suspension
- VLCT : Valeur Limite à Court Termes
- VME : Valeur Moyenne d'Exposition

# Sommaire

<b>Liste des sigles et acronymes</b>	<b>2</b>
<b>Introduction</b>	<b>4</b>
<b>I. Généralités</b>	<b>4</b>
1. Dispositif de lutte contre les feux de végétation 2013	4
2. Généralité sur les feux de végétation	4
3. Généralités sur les composés mesurés	5
a. Composés Organiques Volatils	5
b. Particules	5
<b>II. Protocoles</b>	<b>6</b>
1. Dispositif et méthode de prélèvement	6
a. Prélèvement des COV par tube passif	6
b. Etude des particules avec un compteur de particule	8
c. Station météorologique	8
2. Mise en place du dispositif	8
<b>III. Résultats de la campagne de mesures</b>	<b>10</b>
1. Conditions météorologiques	10
2. Composés organiques volatiles	12
a. Assurance qualité	12
b. Résultats	13
c. Discussions	13
3. Particules	14
a. Résultats	14
<b>IV. Discussions</b>	<b>15</b>
<b>Conclusion</b>	<b>17</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>18</b>
<b>Table des illustrations</b>	<b>19</b>
<b>Annexe : définition des personnes sensibles</b>	<b>19</b>

## Introduction

### I. Généralités

#### 1. Dispositif de lutte contre les feux de végétation 2014

Pour la deuxième année consécutive, un plan de lutte contre les feux de végétation a été mis en place. En effet, les nombreux feux sauvages pendant les saisons sèches, le manque de connaissance et de données sur ce thème à l'échelle locale, les spécificités de l'habitat et des coutumes guyanaises l'ont rendu nécessaire.

Piloté par la Préfecture, celui-ci réunit de nombreux acteurs locaux afin d'améliorer le pouvoir d'actions des structures compétentes, de diminuer les risques de départs de feux et d'enrichir les connaissances sur ce qui est un enjeu important de sécurité pour la Guyane.

Dans ce cadre, en complément de la surveillance quotidienne de la qualité de l'air réalisée dans les villes de la région, l'ORA de Guyane a effectué des mesures de COV et de particules afin d'améliorer la connaissance de l'impact et du comportement des fumées en fonction du type de végétation brûlée. Cela s'est déroulée le 27 septembre 2014, aux Pripris de Yiyi, dans la commune de Sinnamary dans le cadre des travaux d'observation de l'adaptabilité de la faune et de la flore menés par les associations SEPANGUY et GEPOG. Une parcelle de savane a été brûlée. Les flammes étant maîtrisés par les bénévoles des associations ainsi que par des sapeurs-pompiers, les prélèvements des COV et les mesures de particules ont pu être effectués en toute sécurité.

Cette étude s'appuie en partie sur l'expérience et sur des études déjà menées par le CEREN (CEREN, 2012) qui œuvre sur ce thème depuis 1992. Ce travail s'inscrit dans la continuité du dispositif de lutte contre les feux de végétation de 2013, dans le but d'établir une base de données importante pour mieux connaître et mieux lutter contre les feux de végétation.

#### 2. Généralité sur les feux de végétation

Un incendie a lieu lorsqu'il y a réunion des trois facteurs composants le triangle du feu : un combustible, une source de chaleur et de l'oxygène. Le mécanisme de propagation du feu peut être divisé en plusieurs phases (LEROY, 2007).

- Il y a une première phase, où la végétation se déshydrate et émet des COV sous l'action des transferts thermiques en provenance de flammes. La plupart des espèces végétales impliquées dans les feux de forêt produisent et émettent des composés organiques volatils<sup>1</sup> notamment les monoterpènes et les sesquiterpènes. Ces gaz ont des limites inférieures d'inflammabilité de l'ordre de 1% volumique dans l'air et sont fortement inflammables. Dans certaines conditions (humidité, topographie...), ces COV émis pourraient s'accumuler près du sol en concentration suffisante pour former un mélange inflammable avec l'air et entraîner un embrasement généralisé

---

<sup>1</sup> COV

éclair. En Guyane, les caractéristiques pour ce type de phénomène en milieu extérieur ne semblent pas réunies.

- Durant une seconde phase, la température du solide augmentant, le bois commence à se décomposer via des réactions de pyrolyse conduisant à la formation d'un mélange gazeux combustible. Ce mélange s'oxyde au contact de l'air ambiant dans la flamme, entraînant la propagation du feu à travers la végétation.
  - Entre 373K<sup>2</sup> et 700K, il y a émission de gaz et de composés volatils due à la dégradation de la cellulose et de l'hémicellulose
  - Entre 700K et 900K, il y a oxydation du résidu carbonneux formé par la dégradation de la lignine et des hémicelluloses.
  - Les hémicelluloses et la cellulose sont dégradées en passant par un intermédiaire instable : le levoglucosan, qui produit de l'acide acétique, du méthanol et de l'acide formique. De nombreux autres COV sont émis durant cette phase. Ensuite, ces produits, dits primaires, se décomposent entraînant la production des gaz combustibles tels que le CO, le CH<sub>4</sub>, le H<sub>2</sub> et le CO<sub>2</sub>.

### **3. Généralités sur les composés mesurés**

#### ***a. Composés Organiques Volatils***

Les molécules de la classe des Composés Organiques Volatils contiennent l'élément Carbone et un ou plusieurs des atomes suivants : hydrogène, halogène, oxygène, soufre, silicium, azote et phosphore. Il y a certaines exceptions à cette règle telles que les oxydes de carbone, les carbonates et bicarbonates inorganiques qui ne sont pas considérés comme COV, ainsi que le méthane qui, du fait de ses spécificités est un cas particulier. Les COV peuvent présenter une toxicité particulière et avoir un impact sur la santé des êtres vivants, comme le benzène qui peut provoquer des leucémies (INERIS, 2006).

#### ***b. Particules***

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<sup>3</sup>, une exposition aux particules était la cause d'inflammations 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).

Les particules fines et ultrafines sont les plus dangereuses par leur capacité à atteindre les alvéoles pulmonaires où elles se déposent et provoquent des inflammations, les particules ultrafines pouvant être transférées dans le sang (Happo, et al., 2008) (Huang, Hsu, & Chan,

---

<sup>2</sup> Kelvin

<sup>3</sup> Voir Annexe : définition des personnes sensibles

2003) (Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, 2012). Dans les pays de l'union Européenne, l'exposition aux particules fines d'origine anthropique réduit en moyenne l'espérance de vie de 8,6 mois (World Health Organization, 2011).

**Dans cette étude, deux tailles granulométriques de particules sont étudiées :**

- Les PM10 qui correspondent aux particules dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 10 micromètres.
- Les PM2.5 qui correspondent aux particules dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 2.5 micromètres. Etant plus fines que les PM10, elles pénètrent plus profondément dans l'appareil respiratoire, jusqu'aux alvéoles pulmonaires, et sont plus nocives pour la santé.

## II. Protocoles

### 1. Dispositif et méthode de prélèvement

#### a. Prélèvement des COV par tubes passifs

La campagne de mesure a été réalisée à partir d'échantillonneurs passifs de type Radiello. Les échantillonneurs passifs de COV se présentent sous la forme d'une cartouche adsorbante composée de filet d'acier inoxydable remplie de Tenax TA<sup>TM</sup> 25-30 mesh (référence Radiello - code 147) et placée dans un corps diffusif poreux. Ce corps diffusif est fixé en position horizontale sur un support triangulaire disposé dans un abri de protection afin de le protéger contre les intempéries et le vent. Les composés organiques volatils sont piégés par adsorption puis analysés par désorption thermique avant d'être dosés par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse. Les échantillonneurs sont fournis et analysés par le laboratoire IRCSS de la fondation scientifique italienne Salvatore Maugeri.

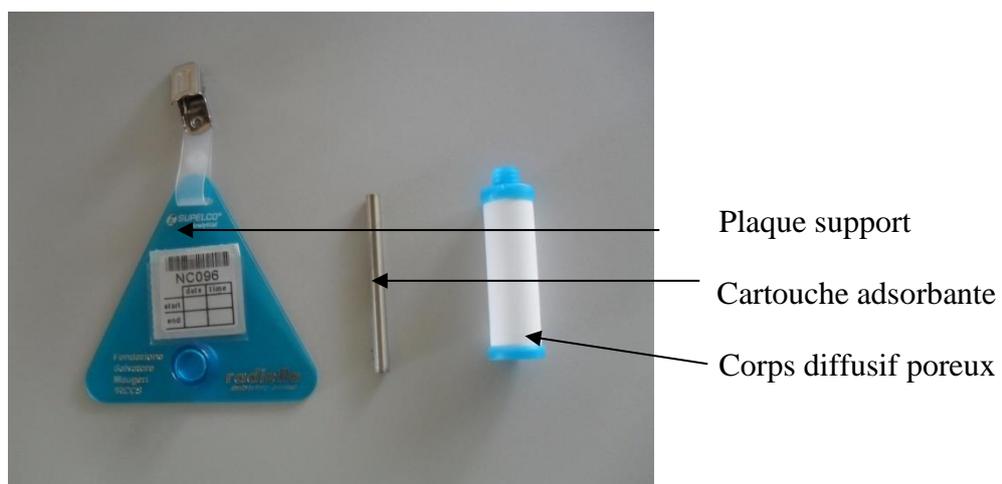


Figure 1 : Echantillonneur passif

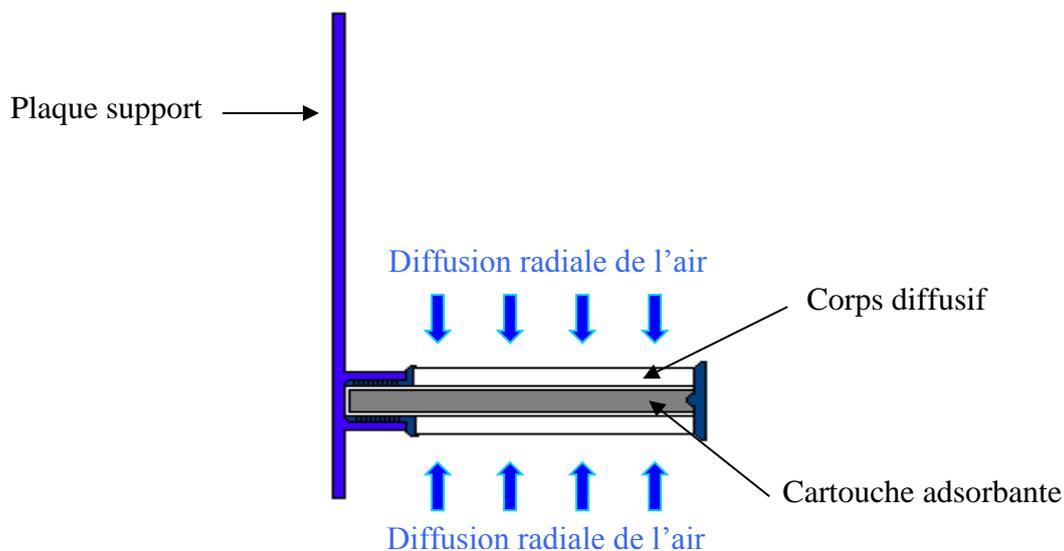


Figure 2 : schéma de l'échantillonneur passif

### Avantages et limites de l'échantillonnage passif

Cette technique permet de couvrir une vaste zone géographique et ainsi d'équiper un nombre important de sites en même temps. Elle fonctionne de manière autonome, ne requiert pas d'entretien et surtout ne nécessite pas d'apport d'énergie. Elle peut donc être utilisée dans les zones à risque comme les zones ATEX<sup>4</sup>. De plus, ces échantillonneurs ne nécessitent pas d'étalonnage sur le terrain. Leur préparation, leur mise en œuvre et leur analyse sont faciles.

Cependant, ne fournissant pas de données en temps réel, cette technique ne permet pas d'observer les pics de pollution et l'évolution journalière de la concentration dans le temps. En outre, lors de mesures de COV effectuées à l'échelle du  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , l'humidité relative peut avoir un impact sur la qualité des prélèvements : il y aura compétition entre les COV et l'eau pour s'adsorber à la surface de l'adsorbant (BEGHI, 2007).

La compagnie Radiello donne des valeurs météorologiques limites d'utilisation de la méthode « Radiello - code 145 » au-delà desquelles le débit de piégeage des COV est légèrement modifié (Radiello, 2007) :

Paramètre	Température	Humidité Relative	Vitesse du vent
Intervalle	15-35°C	15-90%	0.1-10 m/s

Tableau 1 : données météorologiques permettant une efficacité optimale de la méthode Radiello

En Guyane, l'humidité relative étant importante, la valeur limite haute préconisée par Radiello (90%) est parfois dépassée, plus particulièrement lors de la saison des pluies, et pourra expliquer certaines incertitudes et écarts des échantillons blancs et des doublons de la campagne de mesure. Le risque serait des valeurs de concentrations sous-estimées.

<sup>4</sup> ATmosphères EXplosibles

### ***b. Etude des particules avec un compteur de particule***

Deux appareils Handheld 3016 IAQ de la société Lighthouse sont utilisés afin de mesurer les particules de 6 granulométries différentes simultanément, tout en étant capable de déterminer les concentrations en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , de mesurer la température et l'humidité relative ambiante.



Figure 3 : compteur de particule Handheld 3016 IAQ

### ***c. Station météorologique***

Une station météorologique Davis Vantage pro a été installée afin de connaître l'influence des vents, de la température, de la pluviométrie et de l'humidité relative sur nos résultats.



Figure 4 : station Vantage Pro 2 installée à l'école Guimanmin, Matoury

## **2. Mise en place du dispositif**

La station météorologique est placée sur le parking de la maison de la nature de Sinnamary, au sein d'un emplacement bien aéré, à une distance raisonnable des arbres et des bâtiments pouvant influencer sur le vent.

Les vents d'Est étant dominants dans la région de Sinnamary, un premier tube passif Radiello accompagné d'un compteur de particules sont installés en amont de la parcelle mise à feu. Le second tube ainsi que le compteur de particules sont placés derrière la parcelle par rapport au sens du vent afin d'effectuer les mesures des polluants émis par la mise à feu de la végétation (voir Figure 5). Les caractéristiques de ces prélèvements sont résumées dans le Tableau 2.

Numéro de tube passif	Emplacement	Date	Heure de début de prélèvement	Heure de fin de prélèvement	Durée totale (min)
1	amont	27/9/13	10:32	11:35	63
2	aval	27/9/13	10:18	11:28	70

Tableau 2 : caractéristiques des prélèvements par tubes passifs

Les tubes passifs sont transportés dans une glacière afin d'éviter toute contamination avant et après l'expérimentation. Lors du début de la mise à feu, les cartouches adsorbantes sont sorties de leur récipient en verre et placées dans le corps diffusif poreux qui est ensuite fixé sur le support triangulaire. A la fin de l'expérience, les cartouches sont remises dans leur contenant en verre et placées dans la glacière durant le trajet jusqu'aux locaux de l'ORA. Enfin, ils sont stockés dans un frigo à une température de moins de 4°C avant l'envoi au laboratoire d'analyse.

Afin d'assurer une bonne qualité des données, des tubes blancs terrains et laboratoires sont réalisés. Le blanc terrain est un tube passif qui suit les mêmes manipulations que les échantillons (stockage, transport sur site puis envoi au laboratoire), sans être exposé. Il permet de vérifier qu'aucune contamination ne touche les tubes pendant les différentes étapes de la campagne de mesures. Le blanc laboratoire reste stocké dans un frigo à l'ORA, afin de prévenir les problèmes qui auraient pu avoir lieu lors de la livraison des tubes, puis du renvoi en Italie au laboratoire d'analyses.





Figure 5 : dispositif mis en place

Le compteur de particules est programmé pour donner une mesure toute les dix minutes, avec un temps d'arrêt de 10 secondes entre chacune d'elles. Les mesures sont effectuées de 10:30 à 11:20.

### III. Résultats de la campagne de mesures

#### 1. Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques ayant une influence sur la dispersion et la transformation des polluants, il est indispensable de les prendre en compte lors de la surveillance de la qualité de l'air.

- **Le vent** joue un rôle important dans la dispersion et le déplacement des polluants dans l'atmosphère. Plus un vent sera fort et meilleure sera la dilution d'une pollution, entraînant une amélioration de la qualité de l'air. La direction des vents influe sur le déplacement des composés chimiques présents dans l'air, donc sur les zones qui seront impactées par ces derniers.
- **La pluie** entraîne un lessivage de l'atmosphère, par la diminution des concentrations en polluants dans l'air. Il y a soit incorporation du composé qui se solubilise dans la goutte d'eau, soit abattement par effet mécanique des polluants ensuite transférés dans les sols et les eaux de surfaces.
- En condition « normale », **la température** diminue avec l'altitude. Cependant, il arrive que cela s'inverse, entraînant un phénomène appelé couche d'inversion. La dispersion verticale des polluants est bloquée et provoque une dégradation de la qualité de l'air.
- Plus **la lumière et la température** seront élevées et plus la dégradation des composés organiques volatils et des oxydes d'azote par des réactions avec les radicaux hydroxyles sera importante et générera de l'ozone.

	Température	Humidité relative	Vitesse du vent	Pression	Pluviométrie
<b>Moyenne</b>	30.5°C	68.9%	1.9m/s	1014.6 bar	0 mm
<b>Maximum relevé</b>	31.6°C	73%	3.6m/s	1014.9 bar	0 mm
<b>Heure du maximum</b>	12:03	10:00	11:08	10:18	/
<b>Minimum relevé</b>	29.6°C	65%	0.4m/s	1014.3 bar	0 mm
<b>Heure du minimum</b>	09:58	11:51	10:10	11:54	/

Tableau 3 : conditions météorologiques lors de la campagne de mesures

Au court des mesures, l'absence de pluie et la faible vitesse du vent ne favorisent pas la diminution de la pollution atmosphérique par dilution ou transfert du milieu aérien au milieu terrestre. Cependant, les températures élevées couplées à un fort ensoleillement entraînent une dégradation des COV par réactions photochimiques, résultant par la synthèse d'ozone (voir Tableau 3).

Les conditions de température, de vent et d'humidité relative sont comprises dans les intervalles d'utilisation des tubes passifs préconisés par la société Radiello (voir Tableau 1).

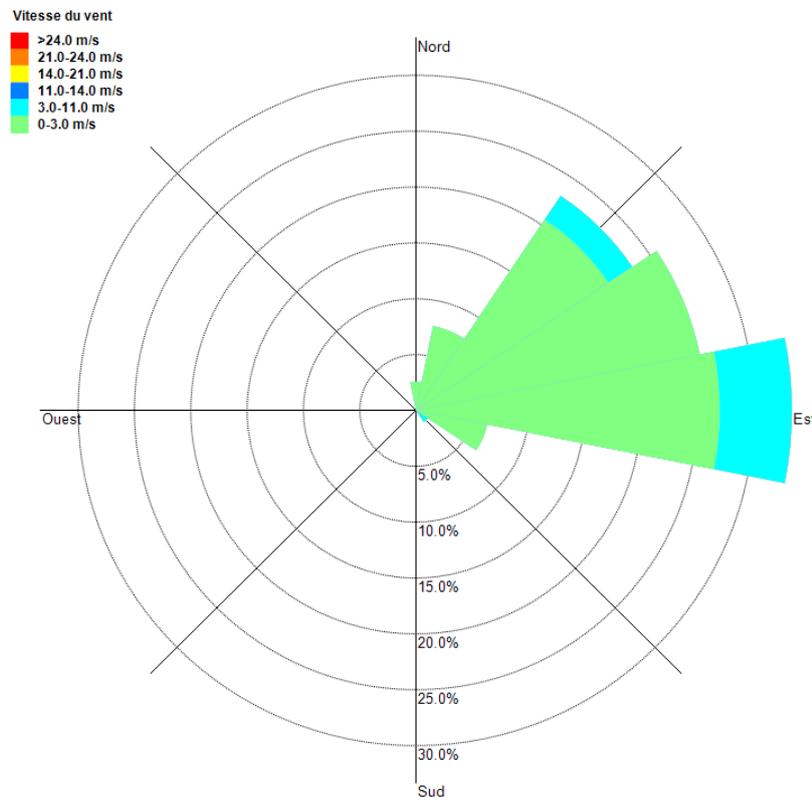


Figure 6 : rose des vents lors de la campagne de mesures

Les vents dominants soufflants d'Est Nord-Est (voir ci-dessus), le déplacement des produits de combustion se fait en direction des équipements de mesures du point 2, validant ainsi son positionnement pour l'étude de la composition des fumées (voir Figure 6 et Figure 5).

## 2. Composés organiques volatiles

### a. Assurance qualité

#### Les blancs

	Unité de mesure	méthyl éthyl cétone	n-hexane	crotonaldéhyde	benzène	n-heptane	pyridine	toluène
<b>Blanc terrain</b>	µg	<b>0.063</b>	0.002	nd	0.006	nd	nd	0.004
<b>Blanc laboratoire</b>	µg	<b>0.015</b>	nd	nd	0.005	nd	nd	0.004

	Unité de mesure	acide butanoïque	n-octane	aldéhyde 3-furfurilique	aldéhyde 2-furfurilique	acide 2-méthyl butanoïque	éthyl benzène	m- + p-xylène
<b>Blanc terrain</b>	µg	<b>0.010</b>	nd	nd	nd	nd	0.002	0.004
<b>Blanc laboratoire</b>	µg	<b>0.011</b>	nd	nd	nd	nd	0.002	0.004

	Unité de mesure	acide pentanoïque	styrène	o-xylène	n-nonane	cyclo hexanone	phénol	acide hexanoïque
<b>Blanc terrain</b>	µg	0.005	0.024	0.001	0.001	0.007	0.014	0.013
<b>Blanc laboratoire</b>	µg	0.004	0.022	0.001	0.001	0.005	0.013	0.015

	Unité de mesure	n-décane	1,2,4-triméthyl-benzène et autres aromatiques C <sub>9</sub>	acéto phénone	2-éthyl-1-hexanol	limonène	o- + p-crésol	m-crésol
<b>Blanc terrain</b>	µg	0.014	0.008	0.043	nd	0.004	nd	nd
<b>Blanc laboratoire</b>	µg	0.015	0.006	0.028	nd	0.004	nd	nd

	Unité de mesure	n-undécane	p-cymène	autres aromatiques C <sub>10</sub>	n-dodécane	naphtalène
<b>Blanc terrain</b>	µg	0.014	nd	nd	0.341	0.002
<b>Blanc laboratoire</b>	µg	0.016	nd	nd	0.457	0.002

Tableau 4: résultats des tubes passifs blancs

Les résultats des blancs sont, pour cette année, relativement élevés par rapport aux échantillons. Par exemple, le méthylethylcétone est présent en quantité non négligeable sur les blancs alors que ce dernier n'est pas présent en quantité suffisante pour être quantifié sur les échantillons. Pour d'autres composés comme le benzène et le toluène, le blanc terrain représente respectivement 86.1% et 93.7% en masse du tube 1. Nos échantillons ont probablement subi une contamination à cause de la durée de stockage des tubes avant utilisation et ce malgré une date de péremption non dépassée. Il serait donc bon, à l'avenir, de commander les tubes passifs le plus tard possible.

## b. Résultats

Lors du plan feu de 2013, nous avons constaté des résultats similaires pour les composés mesurés sur les deux tubes, puisque ceux-ci avaient été placés sous le vent par rapport aux feux. Cette année, au vu de la grandeur des blancs par rapport aux échantillons, nous avons décidé d'invalider les données des concentrations des composés organiques volatils.

## c. Discussions

Les composés majoritaires recueillis sont donnés à titre indicatif dans le tableau ci-dessous, avec leur provenance probable.

Composés	Groupes	Origines
n-dodécane	Alcane	Produit issu de la pyrolyse
2-éthyl-1-hexanol	Alcool	Produit issu de la pyrolyse
aldéhyde 2-furfurilique	Composé hétérocyclique	Produit issu de la pyrolyse, et notamment de la décomposition des hydrocarbures mono aromatique
crotonaldéhyde	Aldéhyde insaturé	-
benzène	Composé monocyclique aromatique	Produit issu de la pyrolyse
n-décane	Alcane	-
toluène	Composé monocyclique aromatique	Produit issu de la pyrolyse
styrène	Composé monocyclique aromatique	Produit issu de la pyrolyse

Tableau 5 : COV majoritaires mesurés

Il existe dans la littérature, pour certain de ces composés, des valeurs de références au-delà desquelles il y aura un impact pour la santé des individus. En France, afin de protéger les travailleurs, des Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle<sup>5</sup> ont été publiées par le Ministère chargé du travail (INRS, 2012). Ces valeurs représentent les concentrations dans l'air que peut respirer une personne pendant un temps déterminé sans risque d'altération pour sa santé. Les valeurs limites sont des objectifs minimaux à atteindre :

- La VLCT : Valeur Limite Court Terme qui permet de protéger des effets des pics d'exposition. Sa durée de référence est de 15 minutes.
- La VME : Valeur Moyenne d'Exposition qui est destinée à protéger les travailleurs des effets à moyen terme, mesurées ou estimées sur la durée d'un poste de travail de 8h. La VME peut être dépassée sur une courte période sous réserve de ne pas dépasser la VLCT.

Dans le Tableau 6 sont indiquées les VLCT et VME des composés présents en forte concentration lors des feux aux Pripris de Yiyi. Dans les cas où aucune valeur n'existe dans la

<sup>5</sup> VLEP

législation française, des références étrangères sont précisées quand elles existent (Allemagne et Etats-Unis par exemple).

Les mesures effectuées aux Pripris étant invalidées, les valeurs réglementaires d'expositions ne sont renseignées qu'à titre indicatif. De plus, la mesure par tubes passifs ne donnant qu'une concentration moyenne dans le temps, il ne serait pas possible de déterminer l'existence de pics de concentrations en COV, pouvant par exemple amener au dépassement de la VLCT.

	Pays/établissement ayant établi la VME	VME en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Pays/établissement ayant établi la VLCT	VLCT en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valeur maximale relevée à la maison de la nature en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<b>n-dodécane</b>	-	-	-	-	X
<b>2-éthyl-1-hexanol</b>	-	-	-	-	X
<b>aldéhyde 2-furfurilique</b>	Etat Unis (ACGIH) (TLV-TWA 1978) (INRS, 2010)	7 900	France (circulaire 1982)	8 000	X
<b>crotonaldéhyde</b>	-	-	Etats Unis (NIOSH)	6 000	X
<b>benzène</b>	France (VLEP contraignante)	3250	Etat Unis (ACGIH)	8 000	X
<b>n-décane</b>	-	-	-	-	X
<b>Toluène</b>	France (VLEP réglementaire contraignante -2012)	76 800	France (VLEP réglementaire contraignante -2012)	384 000	X
<b>styrène</b>	France (circulaire 1985)	215 000	Etat Unis (ACGIH)	170 000	x

Tableau 6 : comparaison des concentrations en COV aux VLEP

### 3. Particules

#### a. Résultats

Les données obtenues avec le granulomètre sont présentées dans le Tableau 7 et sur la Figure 7. Ces appareils permettant de mesurer plusieurs tailles de particules, nous avons sélectionné les données correspondantes aux particules de moins de 2.5 et 10 micromètres de diamètre aérodynamique, appelées respectivement particules fines<sup>6</sup> et particules en suspension<sup>7</sup>. Cependant, le granulomètre placé en amont de la parcelle s'est trouvé être défectueux et, de ce fait, ses données ne seront pas communiquées.

Heure	PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>10:29:55</b>	4	10
<b>10:40:05</b>	4	8
<b>10:50:15</b>	11	16
<b>11:00:25</b>	46	53
<b>11:10:35</b>	103	120
<b>11:20:45</b>	40	54

Tableau 7 : résultats des mesures de particules

<sup>6</sup> PM2.5

<sup>7</sup> PM10

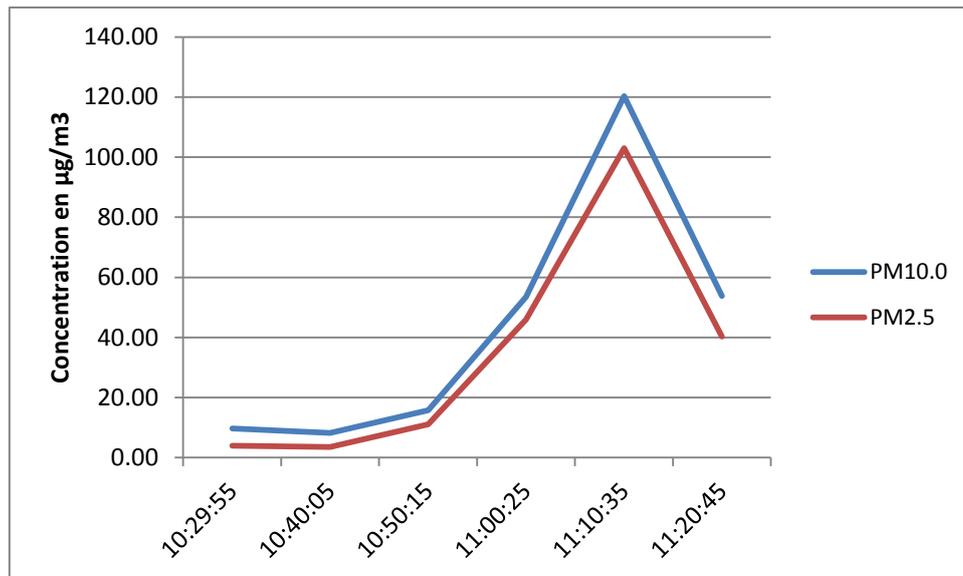


Figure 7 : concentration en particules lors des feux de savane

Les premières mesures correspondent au bruit de fond en particules présent sur le site de mesures. Un peu après la mise à feu, les concentrations des PM2.5 et PM10 augmentent rapidement jusqu'à atteindre leur valeur haute, respectivement 103 et 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  contre 144 et 186  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  l'année précédente. Ce pic correspond au passage du nuage de combustion à l'emplacement de notre appareil. Les concentrations diminuent ensuite progressivement en raison de la baisse de l'intensité du feu et de la topographie de la parcelle. Cependant, nous remarquons que l'acquisition des données a été stoppée trop tôt pour observer le retour aux valeurs du bruit de fond. De plus, pour les campagnes suivantes, il serait bon d'envisager de réduire le pas de temps des granulomètres à 5 minutes afin d'affiner la courbe et d'attendre le retour aux valeurs du bruit de fond avant d'arrêter le granulomètre.

#### IV. Discussions

Les particules sont des polluants complexes, dont l'impact sur la santé dépend des deux paramètres suivants (Ministère de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables, 2007) :

- Leur granulométrie : plus une particule est fine, plus elle pénétrera profondément dans l'appareil respiratoire, jusqu'à atteindre les alvéoles pulmonaires.
- Leur composition chimique : les particules peuvent contenir des produits toxiques tels que les métaux lourds ou les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques<sup>8</sup>, dont certains sont cancérigènes pour l'homme.

L'Organisation Mondiale de la Santé<sup>9</sup> a mis en évidence leur impact significatif sur la santé même à de très faible dose, principalement pour des expositions à long terme. Celles qui sont émises lors de combustion sont connues comme étant particulièrement dangereuses, notamment en raison de leur composition comprenant des HAP et du « black carbon ».

<sup>8</sup> HAP

<sup>9</sup> OMS

L'OMS publie des lignes directrices au-delà desquelles, sur la base des résultats scientifiques actuels, il y a une augmentation de la mortalité due à la pollution de l'air. Pour les particules, la valeur de la concentration journalière limite des PM2.5 est de  $25\mu\text{g}/\text{m}^3$  et de  $50\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les PM10 (OMS, 2005).

Données statistiques	PM2.5	PM10.0
<b>Nombre de valeurs</b>	6	6
<b>Minimum</b>	4	8
<b>1er quartile</b>	4	9
<b>Médiane</b>	26	35
<b>Moyenne</b>	35	44
<b>3eme quartile</b>	60	70
<b>Maximum</b>	103	120
<b>Ecart type</b>	38	43

Tableau 8 : données statistiques des résultats pour les particules

Lors de la mise à feu des parcelles aux Pripris de Yiyi, les concentrations en particules augmentent rapidement atteignant des concentrations importantes, avec un maximum de  $120\mu\text{g}/\text{m}^3$  et une moyenne de  $44\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les PM10 et un maximum de  $103\mu\text{g}/\text{m}^3$  et une moyenne de  $35\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les PM2.5.

Nos résultats ne correspondant qu'à 50 minutes de mesures, la comparaison aux références de l'OMS n'est présentée ici qu'à titre indicatif. Pour les PM2.5, la moyenne relevée lors de la mise à feu de la parcelle est supérieure à la ligne directrice de l'OMS. La concentration en PM10 reste en dessous de la valeur directrice de l'OMS mais elle a été dépassée lors de la campagne de 2013.

Ces résultats montrent encore une fois que l'impact sur la santé d'un feu de savane Guyanais est non négligeable en raison de la présence de particules et plus particulièrement des PM2.5.

## Conclusion

Comme l'année dernière, les mesures ont permis de mettre en avant la prédominance de certains COV sur les 33 recherchés lors de la mise à feu des Pripris de Yiyi. Mais au vu de la valeur des masses des blancs par rapport à celle des échantillons, les données sont invalidées.

Néanmoins, les résultats pour les particules fines et en suspension sont élevés, avec des concentrations maximales respectives à  $103\mu\text{g}/\text{m}^3$  et  $120\mu\text{g}/\text{m}^3$  et des moyennes de  $35\mu\text{g}/\text{m}^3$  et  $44\mu\text{g}/\text{m}^3$  durant la campagne de mesures. En conséquence, l'impact sur la santé d'un feu de savane en Guyane est avéré en raison de la présence de ces particules, et plus particulièrement des particules fines. Ces dernières pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire tout en comprenant des composés chimiques cancérigènes comme les HAP qui peuvent, une fois dans les poumons, se transférer dans le sang de la personne ayant inhalé l'air pollué.

Les zones où les feux de végétations se répètent peuvent avoir un impact sur les personnes y habitant, dont notamment les plus sensibles à la pollution atmosphérique (Annexe : définition des personnes sensibles). En Guyane, du fait de la particularité de l'habitat qui est dispersé et parfois non contrôlé, ainsi que du nombre important de feux relevés par les autorités, il peut y avoir en saisons sèches certaines zones habitées impactées par des taux de particules importants.

Pour les prochaines campagnes du plan feu, afin d'améliorer les mesures et de mieux préciser dans le temps les concentrations en COV, il serait pertinent d'effectuer des prélèvements actifs plutôt que passifs. Les prélèvements passifs pourraient être conservés pour vérifier la méthode.

Il faudra continuer les mesures de particules, qui semblent être les composants les plus impactant pour la santé humaine lors des feux de broussailles en Guyane. De plus, réduire le pas de temps de mesure des compteurs afin d'affiner les données sera nécessaire. Il pourra être envisagé, en fonction des moyens mis en place, d'utiliser un préleveur haut débit pour faire la caractérisation chimique des particules.

## Bibliographie

- BEGHI, S. (2007). *Développement de méthodes pour l'analyse des Composés Organiques Volatils et/ou odorants en milieu difficile*. Alès: Mines-Alès.
- CEREN. (2012). *Prélèvements d'effluents gazeux sur écobuages dans le cadre du projet ALPFFIRS*. Gardanne: CEREN.
- Happo, M., Hirvonen, M., Halinen, A., Jalava, P., Pennanen, A., Sillanpaa, M., et al. (2008). Chemical compositions responsible for inflammation and tissue damage in the mouse lung by coarse and fine particulate samples from contrasting air pollution in Europe. *Inhal Toxicol*, pp. 1250-1231.
- Huang, S., Hsu, M., & Chan, C. (2003). Effects of submicrometer particle compositions on cytokine production and lipid peroxidation of human bronchial epithelial cells. *Environ Health Perspect*, pp. 478-482.
- INERIS. (2006). *Benzène*. INERIS.
- INRS. (2010). *Fiche toxicologique 2-furaldéhyde*. Paris: INRS.
- INRS. (2010). *Fiche toxicologique dipentène ou d,l-Limonène*. Paris: INRS.
- INRS. (2012). *Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France*. Paris: INRS.
- LEROY, V. (2007). *Contribution à la modélisation des feux de forêt ; cinétique de dégradation thermique et cinétique de combustion des végétaux*. CNRS.
- 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.
- 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.
- Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie. (2012, 12 13). *Assises nationales Qualité de l'air*. Consulté le 04 2013, 25, sur Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie: <http://www.developpement-durable.gouv.fr/L-impact-des-particules-fines-sur.html>
- Ministère de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables. (2007). *Circulaire relative à l'information au public sur les particules en suspension dans l'air ambiant*. Paris: Ministère de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables.
- OMS. (2005). *Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air : particules, ozone, dioxyde d'azote et dioxyde de soufre*. Genève: WHO.
- Pope, C., & Dockery, D. (2006). Health effects of fine particulate air pollution : lines that connect. *J Air Waste Manag Assoc*, pp. 709-742.
- Radiello. (2007, Mars 16). *Composés organiques volatiles (COV) désorbés par CS2*. Consulté le Février 20, 2012, sur Radiello: [http://www.radiello.com/francais/cov\\_chim\\_fr.htm](http://www.radiello.com/francais/cov_chim_fr.htm)
- World Health Organization. (2011, 09). *Air quality and health*. Consulté le 04 17, 2013, sur WHO air quality and health.

## Table des illustrations

<i>Tableau 1 : données météorologiques permettant une efficacité optimale de la méthode Radiello.....</i>	<i>7</i>
<i>Tableau 2 : caractéristiques des prélèvements par tubes passifs.....</i>	<i>9</i>
<i>Tableau 3 : conditions météorologiques lors de la campagne de mesures.....</i>	<i>11</i>
<i>Tableau 4: résultats des tubes passifs blancs.....</i>	<i>12</i>
<i>Tableau 5 : COV majoritaires mesurés.....</i>	<i>13</i>
<i>Tableau 6 : comparaison des concentrations en COV aux VLEP.....</i>	<i>14</i>
<i>Tableau 7 : résultats des mesures de particules.....</i>	<i>14</i>
<i>Tableau 8 : données statistiques des résultats pour les particules.....</i>	<i>16</i>
<i>Figure 1 : Echantillonneur passif.....</i>	<i>6</i>
<i>Figure 2 : schéma de l'échantillonneur passif.....</i>	<i>7</i>
<i>Figure 3 : compteur de particule Handheld 3016 IAQ.....</i>	<i>8</i>
<i>Figure 4 : station Vantage Pro 2 installée à l'école Minidoque, Matoury.....</i>	<i>8</i>
<i>Figure 5 : dispositif mis en place.....</i>	<i>10</i>
<i>Figure 6 : rose des vents lors de la campagne de mesures.....</i>	<i>11</i>
<i>Figure 7 : concentration en particules lors des feux de savane.....</i>	<i>15</i>

## Annexe : définition des personnes sensibles

### Les personnes considérées comme sensibles sont :

- femmes enceintes,
- nourrissons et enfants de moins de 5 ans,
- personnes de plus de 65 ans,
- sujets asthmatiques, souffrant de pathologies cardiovasculaires, insuffisants cardiaques ou respiratoires.
- personnes se reconnaissant comme sensibles lors des pics de pollution et/ou dont les symptômes apparaissent ou sont amplifiés lors des pics ; par exemple : personnes diabétiques, immunodéprimées, souffrant d'affections neurologiques ou à risque cardiaque, respiratoire, infectieux.