

Etudes sur feux contrôlés et écobuages:

Emissions de composés volatils

**Polluants et particules produits par les procédés
de débroussaillage**

**Financement paritaire des études :
ENTENTE-CEREN / ETAT-DPFM**

**Nathalie Bozabalian-Flory
Ingénieur d'Etudes au CEREN (Entente)**

1- COMPOSÉS VOLATILS ÉMIS SUR ÉCOBUAGES

Contexte

- Les intervenants sur brûlages dirigés (sapeurs-pompiers, forestiers, instructeurs) sont exposés à l'émanation de composés volatils lors de l'allumage de feux contrôlés.
- Se pose la question de la toxicité de ces composés respirés quelquefois pendant des heures par un personnel œuvrant souvent dans une topographie difficile.
- Ces composés ont trois origines principales:
 - L'allumage du feu avec un mélange gasoil/ essence (2/3; 1/3)
 - Le préchauffage et la combustion des végétaux présents
 - La combinaison des éléments du végétal et du mélange d'hydrocarbures
- Première partie de l'étude menée dans les Alpes Maritimes; en partenariat avec les Sapeurs pompiers du SDIS 06 et les Forestiers sapeurs de FORCE 06; à Tourette sur Loup, mars 2012 (projet AlpFFirs).

Protocole expérimental et matériel

- Prélèvements d'air et de fumées au moyen de tubes type Tenax: support solide sur lequel les composés volatils vont s'adsorber.

Deux méthodes de prélèvements:

- **actifs**: air passé à travers le tube avec une pompe calibrée;
Les prélèvements se font à différents endroits du chantier (ambiance)
- **passifs** : diffusion passive à travers un bouchon poreux; les tubes sont placés sur les intervenants:
 - équipier à l'allumage,
 - équipier au contour du feu,
 - sapeurs pompiers à l'extinction



- Les tubes sont ensuite analysés au laboratoire du CEREN par chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse. (GC/SM).

Point d'étape - Résultats

1- Identification des composés présents dans l'air prélevé sur le chantier:

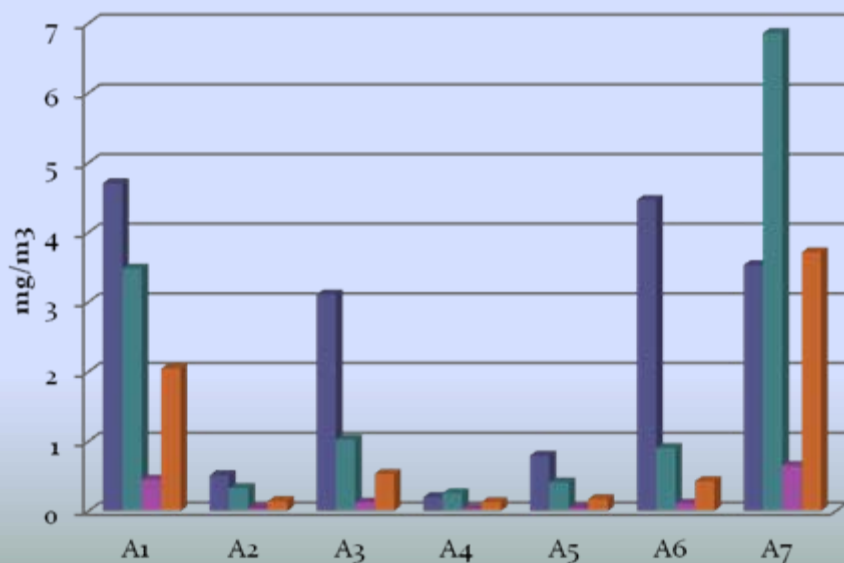
- Deux types de composés majoritaires:
 - Dérivés benzéniques : benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes (BTEX)
 - Alcanes issus du gasoil et de l'essence: chaines linéaires de C6 à C16.
- Terpènes issus de la distillation des végétaux:
 - alpha-pinène, limonène, camphène, eucalyptol...
- Composés issus de la combustion et des recombinaisons chimiques entre les composés sont retrouvés: naphtalène, des cétones, des aldéhydes, des alcènes.

Point d'étape – Résultats (suite)

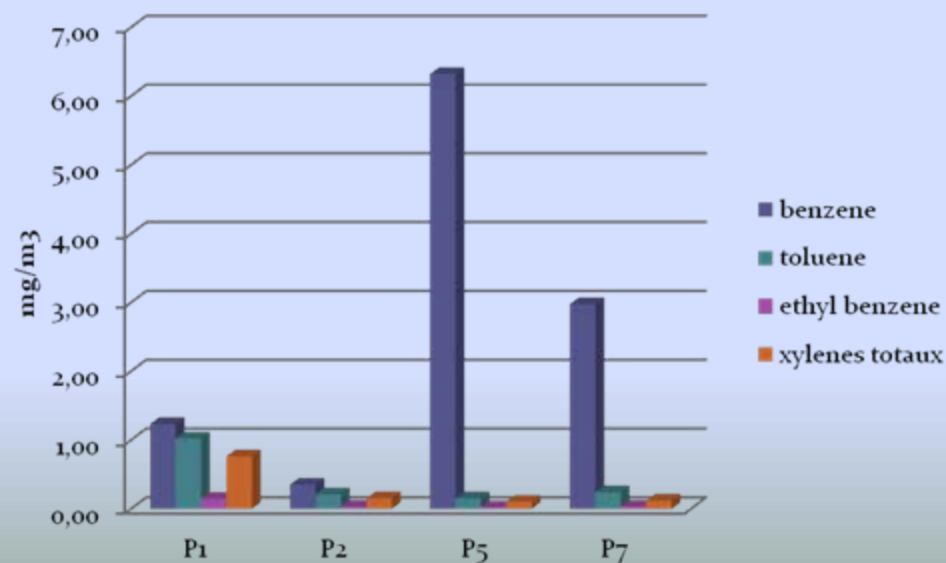
2-Quantification des BTEX dans les prélèvements:

Composé	Concentration moyenne en mg/m ³	
	Ambiance	Intervenants
Benzène	2.5	2.71
Toluène	1.90	0.40
Ethylbenzène	0.21	0.06
Xylènes totaux	1.02	0.28

prélèvements actifs: ambiance



prélèvements passifs: intervenants



Notions de toxicologie des composés identifiés (données INRS)

Composé	Valeur Limite d'Exposition professionnelle sur 8 heures	Toxicité	Cancérogénicité
Benzène	1 ppm ou 3.25 mg/m ³	Irritant pour les yeux et la peau	Cancérogène systémique par inhalation ou voie cutanée
Toluène	50 ppm ou 192 mg/m ³	Irritant pour la peau, les yeux et le système respiratoire	Pas cancérogène chez l'animal par inhalation ou voie cutanée
Ethylbenzène	20 ppm ou 88.4 mg/m ³	Narcotique et irritant pour la peau et les yeux	Agent peut être cancérogène pour l'homme
Xylènes	50 ppm ou 221 mg/m ³	Céphalées, nausées	Pas classable dans l'état actuel des connaissances

Conclusions et perspectives

- Le dosage des BTEX présents ne permet pas de conclure à une toxicité aiguë des fumées inhalées par les intervenants. Même si certaines concentrations sont élevées, les moyennes des prélèvements sont inférieures aux seuils de toxicité.
- La notion de toxicité chronique est à tempérer compte tenu des expositions aux BTEX fréquemment rencontrées au niveau professionnel dans de nombreux secteurs (pétroliers, imprimerie, chimie...)
- La présence des accélérateurs d'allumage augmente fortement la concentration en BTEX et hydrocarbures sur le chantier: les intervenants sur écobuages sont plus exposés que sur feux de forêt.
- Les irritations oculaires et respiratoires observées sur la plupart des chantiers trouvent un début d'explication dans le caractère irritatif de la majorité des composés identifiés.
- Première étape de cette étude, les résultats présentés sont à confirmer avec d'autres expérimentations sur des chantiers futurs (prévues en 2012 et 2013).

2-Particules et polluants émis par les procédés de débroussaillage: Contexte de l'étude

- **Répondre à un inventaire national des différentes sources de pollution atmosphérique**
 - Protocole de Göteborg visant à réduire les émissions de GES
 - Grenelle de l'Environnement: Plan particules prévoit la réduction de 30% des particules émises d'ici 2015.
- **Ecobuages et brûlages concernent entre 30 000 et 100 000 ha par an: des émissions potentiellement non négligeables**
- **Le débroussaillage mécanique n'est pas exempt d'impacts**
- **La DPFM souhaite évaluer les émissions des deux principales méthodes afin de disposer d'éléments objectifs de comparaison.**
- **Le CEREN est chargé de réaliser cette étude théorique et expérimentale.**

Quantification des émissions des procédés de débroussaillage

- Bilan carbone pour évaluer l'impact écologique:
 - rejets dans l'atmosphère,
 - énergies consommées,
 - pollutions associées (véhicules, transport de matériel et de personnel...).

- Potentiel d'émissions atmosphériques:
 - concentration et répartition des particules produites;
 - qualification et quantification des gaz à effet de serre.

Cette étude est menée selon deux axes: théorique et expérimental.



Principaux polluants émis* par le brûlage des végétaux à l'aide d'un mélange gasoil/essence

➤ Composés produits par la combustion des végétaux

Composé	g/kg de matière sèche brûlée	Composé	g/kg de matière sèche brûlée
CO	117 - 230	PM** 2.5 µm	0.5 - 42
CO ₂	1000 - 1700	PM 10 µm	1 - 60

➤ Concentrations dans les fumées

Composé	ppm	Composé	mg/m ³
CO	6 - 82	PM 2.5 µm	4 - 17.5
CO ₂	410 - 670	PM ₁₀ µm	3.2 - 20
Hydrocarbure s	NI	COV	10

*Alves et al. 2010; Reisen et Brown, 2009

** PM: particules fines

Principaux polluants émis* par le débroussaillage mécanique

Le procédé consiste en l'élimination des végétaux sur pied à l'aide d'un broyeur à chaînes.

➤ Gaz d'échappement des engins mécaniques (essentiellement diesel)

- Particules extra fines: $PM_{0.1} \mu m$
- Suies
- agrégats d'hydrocarbures, COV
- mono et dioxyde de carbone
- Sulfates et dérivés soufrés



➤ Broyage des végétaux et travaux forestiers

- Particules moyennes: $PM_{2.5-10} \mu m$
- Particules fines: $PM_{2.5} \mu m$
- Poussières: terre et végétaux



* **Actu Environnement.com; CITEPA.org**

Mesures expérimentales

- Appareillage spécifique:

Spectro GC/SM Analyse
qualitative et quantitative
des hydrocarbures

Compteur de particules: Mesure
des concentrations de particules
(PM 1.0; PM 2.5; PM 2.5-10)

- Lors de campagnes d'écobuages et de débroussaillage mécanique:

- mesures sur le terrain: particules et composés volatils
- réalisation d'un quadrillage
- extrapolation en fonction de
la végétation brûlée ou éliminée
- Mesures des rejets des engins de travaux forestiers



- En laboratoire et tunnel du feu

- reproduction des conditions de terrain
- caractérisation précise des fumées
et particules)
- Analyse des prélèvements terrain

produites (concentration en COV

Perspectives

- Les mesures sur chantiers de débroussaillage sont prévues pour l'hiver et le printemps 2013.
- Les résultats expérimentaux seront corrélés et confrontés aux données de la bibliographie nationale et internationale afin d'être validées et adaptées à nos conditions locales (type de végétation, climat...).
- Le rapport final est attendu pour l'été 2013 et doit fournir des éléments objectifs de comparaison des deux procédés ainsi qu'un bilan de leur impact écologique par rapport aux attentes des directives nationales.
- La DPFM est destinataire du rapport final et en assure la diffusion éventuelle.

Merci pour votre attention

CEREN

Centre d'Essais et de Recherche de l'Entente

Centre Francis Arrighi

Domaine de Valabre

13120 Gardanne

valabre-ceren.org

Tel: 04 42 60 86 50

