

Les feux de végétation, quel potentiel toxique ?

Lara Leonelli
Université de Corse

Tribune des jeunes chercheurs

9 juin 2017

Pourquoi cette étude ?

Composition des fumées
Que contiennent-elles ?

Exposition
A quelles quantités
peut on être exposé ?



Potentiel toxique
Quel est-il ?



**Détermination du potentiel toxique par rapport à un
niveau d'exposition aux fumées**

En quoi consiste mon travail ?

- Etude des fumées émises par la combustion des végétaux
- 2 échelles d'étude :

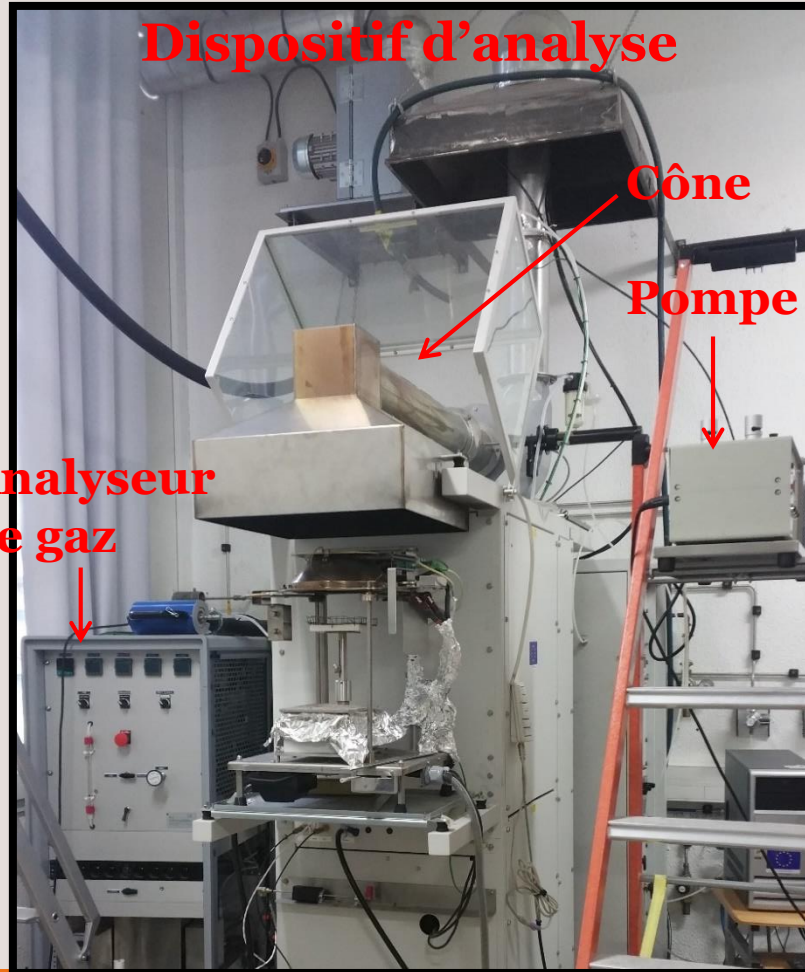
Le laboratoire



Le terrain



Au laboratoire



Ciste de Montpellier

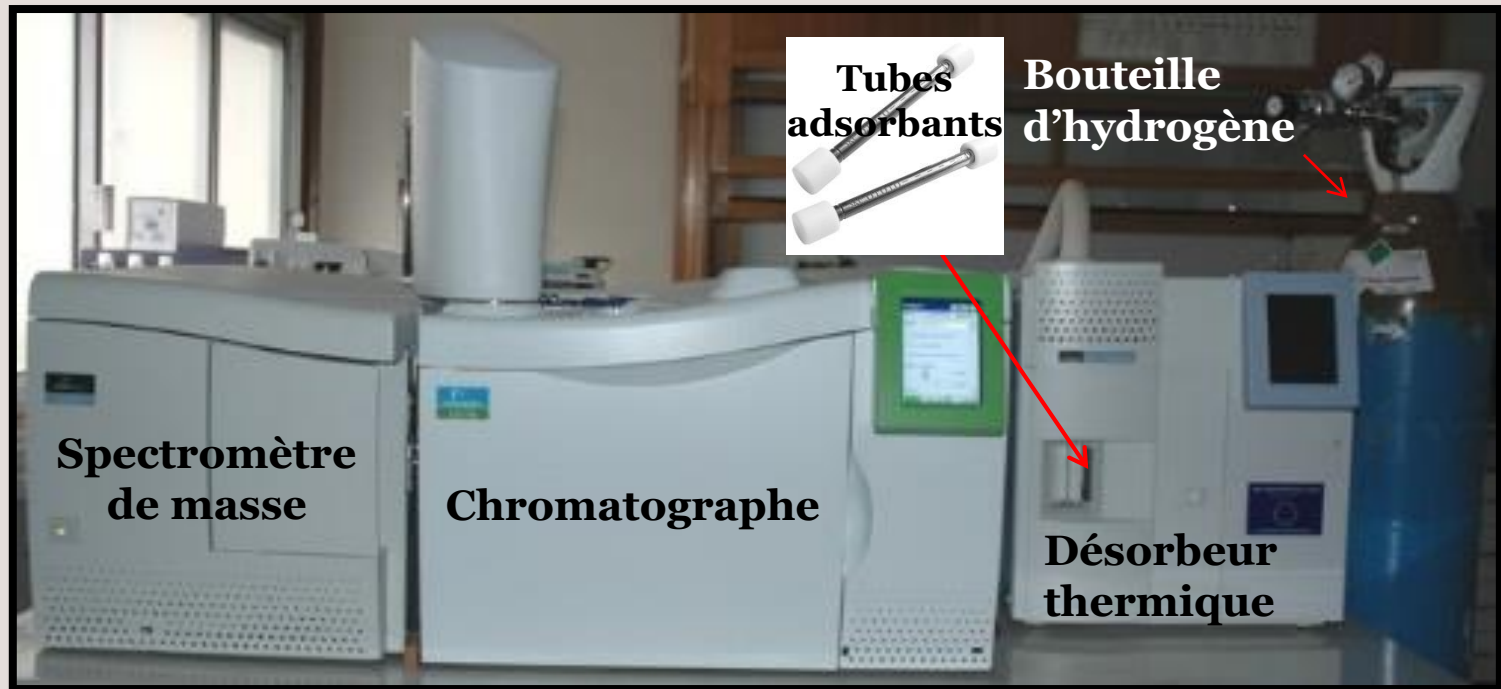


Fougère aigle



Au laboratoire

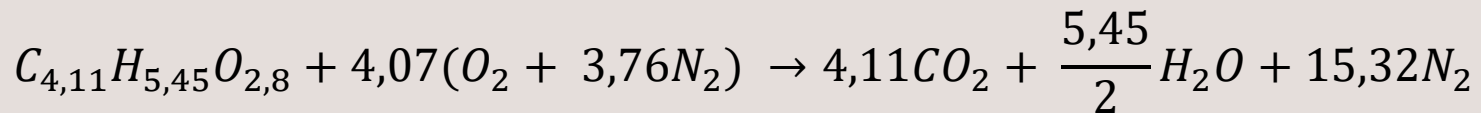
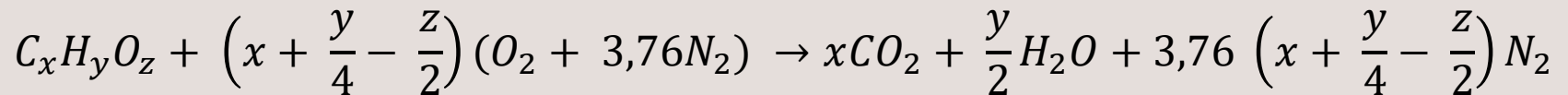
Dispositif d'analyse



Sur le terrain : les brûlages dirigés



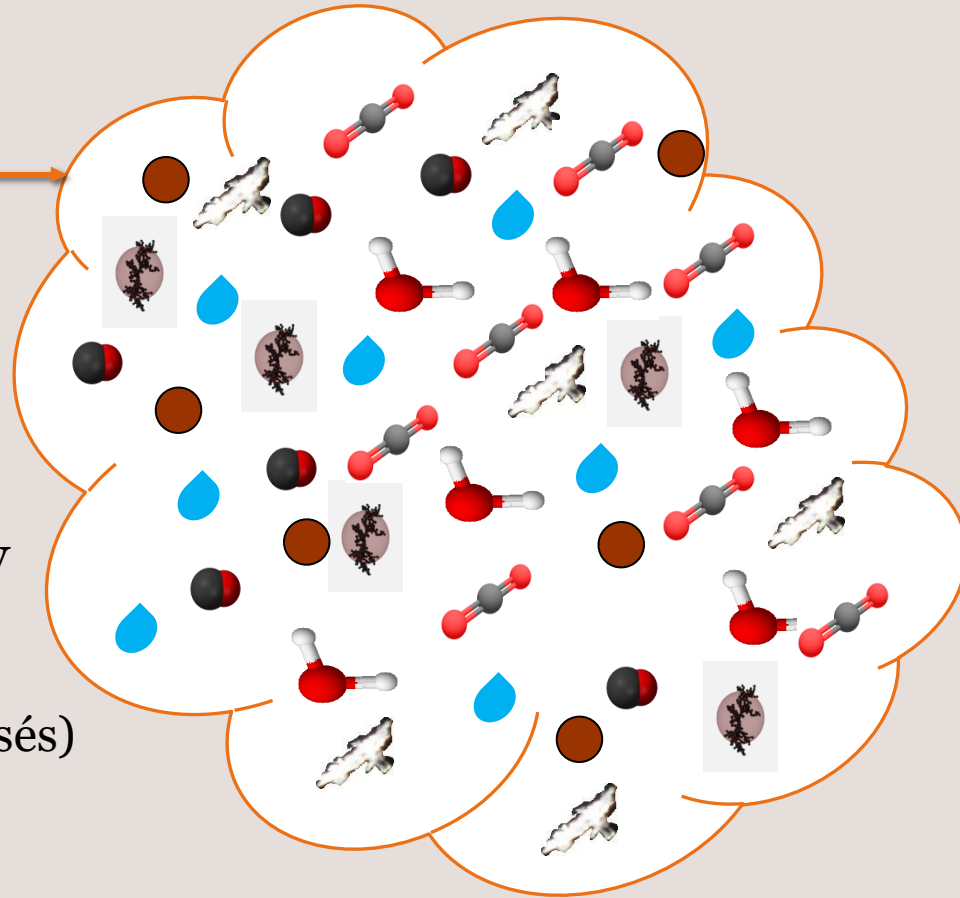
Composition des fumées



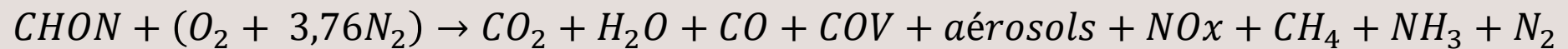
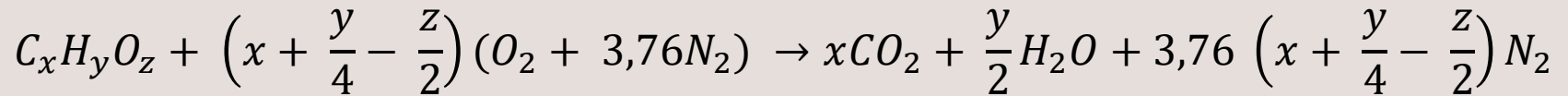
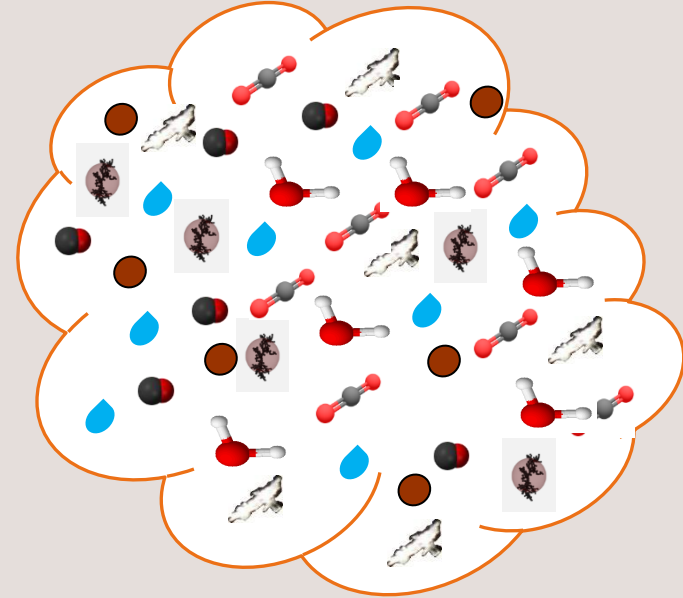
Composition des fumées



- Gaz : CO_2 , CO , $\text{H}_2\text{O}(\text{vap})$, CH_4 , NO_x , COV
- Particules de suies (PM)
- Goudrons (hydrocarbures lourds condensés)
- Cendres
- Gouttelettes d'eau



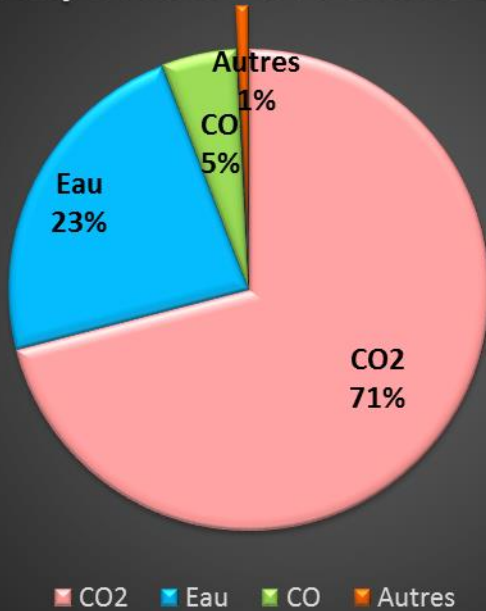
Composition des fumées



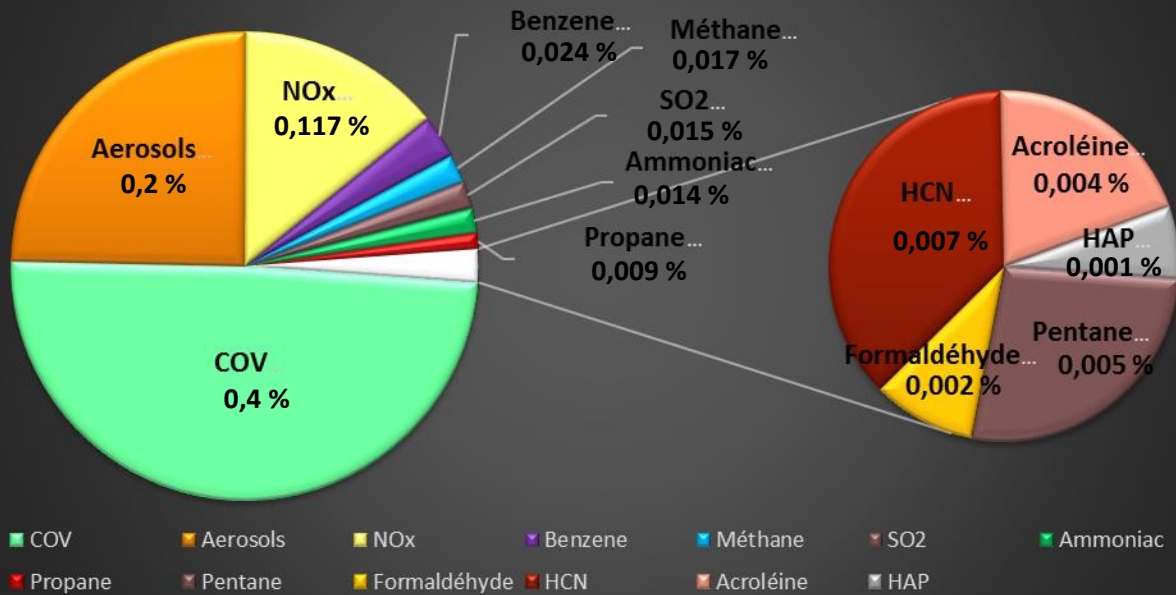
Composition des fumées

D'après les analyses réalisées en laboratoire

Composition des fumées



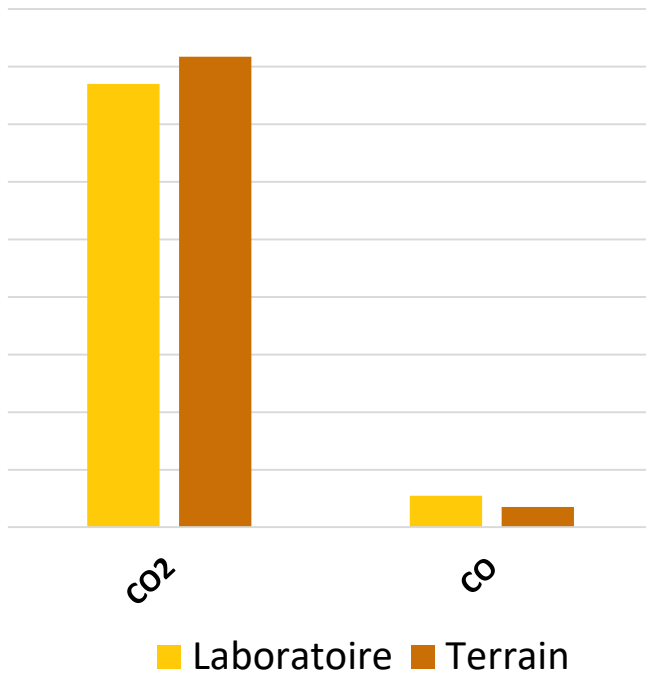
Composition des 1%



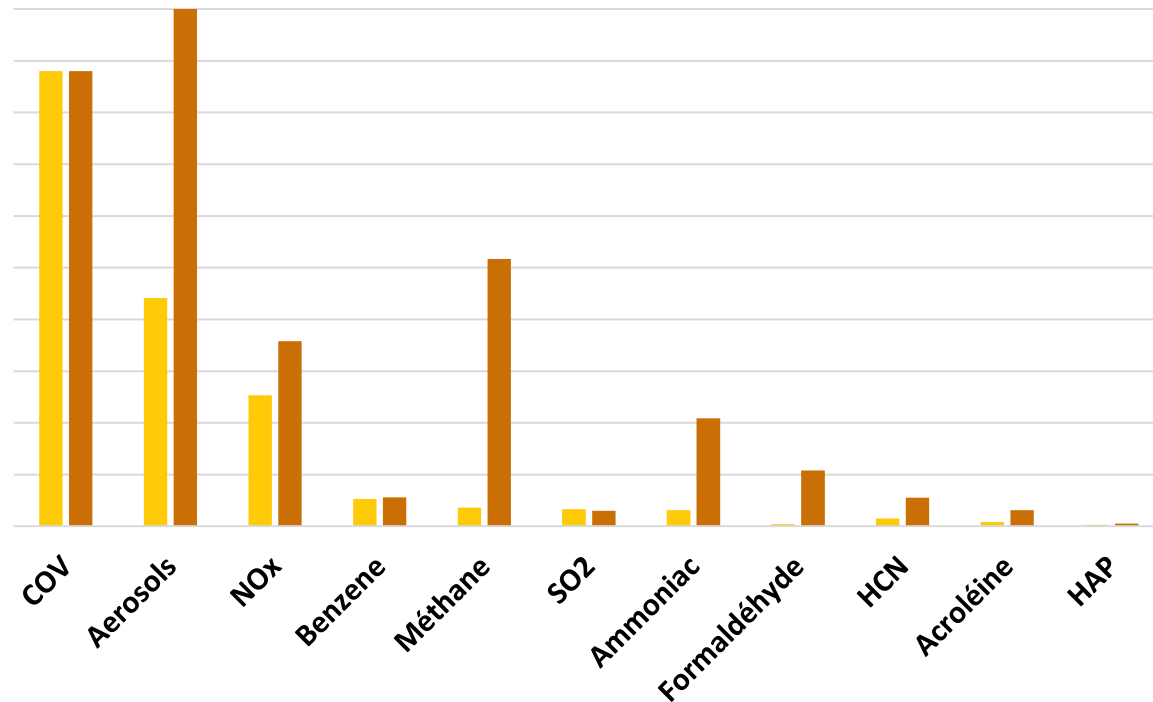
- Aérosols = goudrons + suies
- Pas de cendres en conditions de laboratoire

Composition des fumées : comparaison laboratoire/terrain

CO et CO₂



Autres gaz

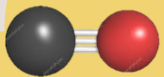


- Mesure des aérosols avec un compteur de poussières
- Comprend les cendres

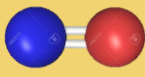
Toxicité des composés

Toxiques aigus

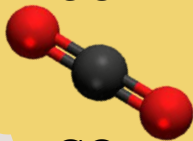
Asphyxiants



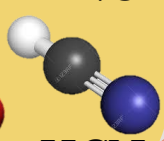
CO



NO



CO₂

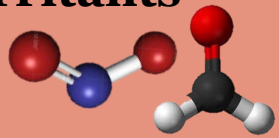


HCN

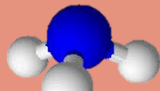
Irritants



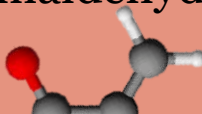
SO₂



Formaldéhyde



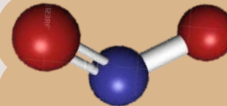
NH₃



acroléine

Toxiques chroniques

Infectieux

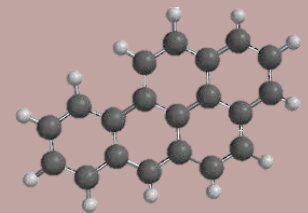


NO₂

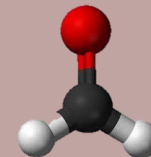
Cancérogènes et mutagènes



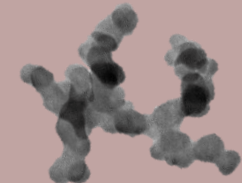
Benzène



HAP



Formaldéhyde



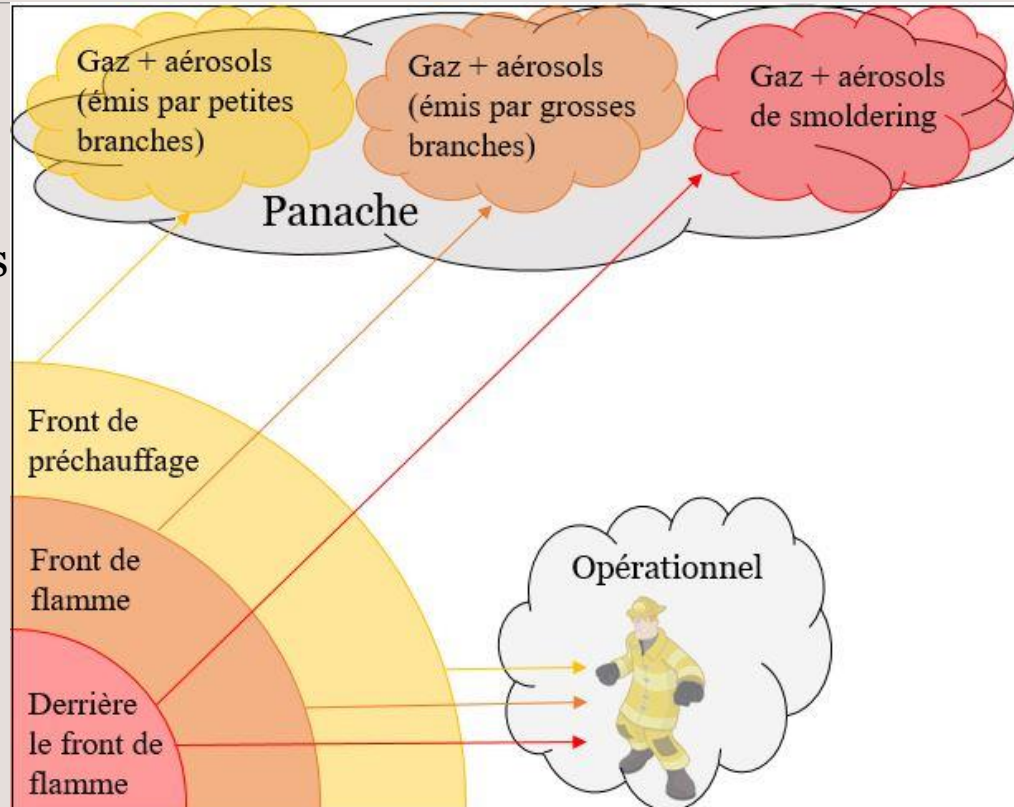
PM

Exposition aux fumées sur le terrain

Mesures effectuées dans le panache et sur les opérationnels

+ de polluants dans le panache

- de polluants au niveau des opérationnels



Opérationnels :

Quantités de polluants **moyennes inférieures** à VLEP

Pics de polluants parfois **supérieurs** à VLECT

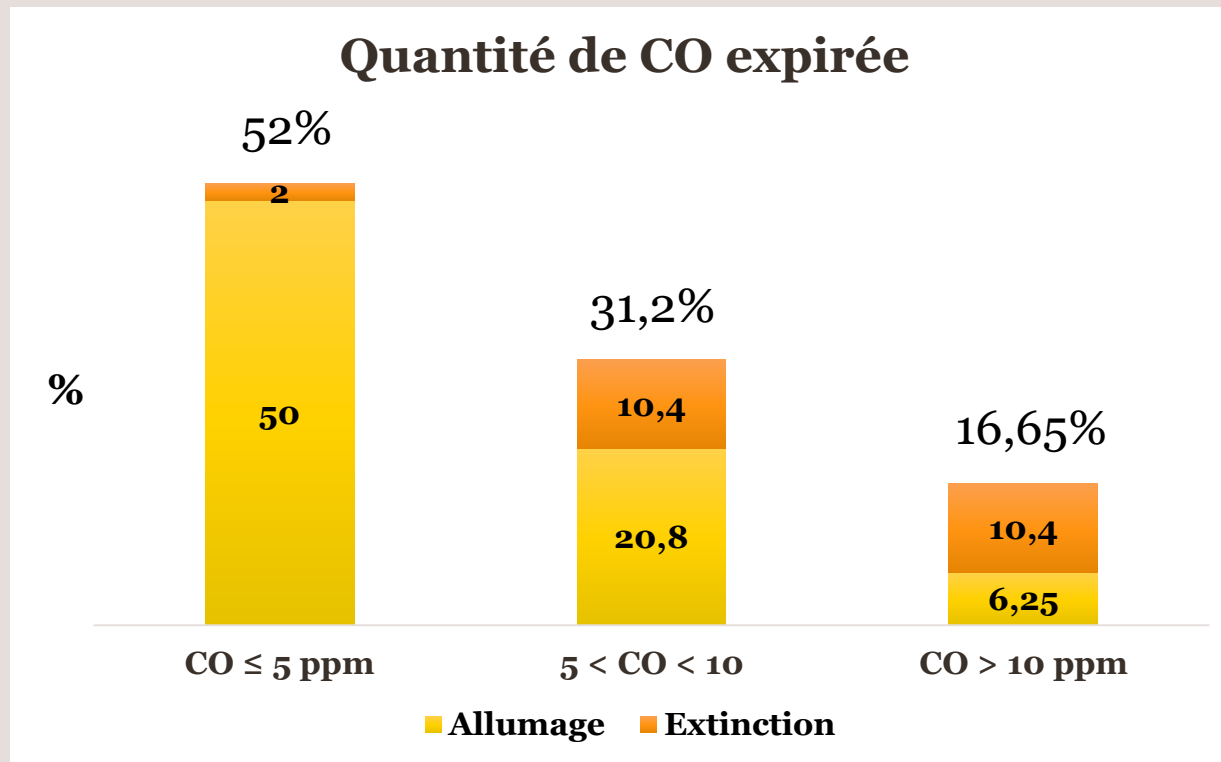
CO, NO₂ et PM

VLEP = valeur limite d'exposition professionnelle pondérée sur 8h

VLECT = valeur limite d'exposition à court terme (15 mn)

Exposition aux fumées sur le terrain

Un marqueur de l'exposition aux fumées : le monoxyde de carbone

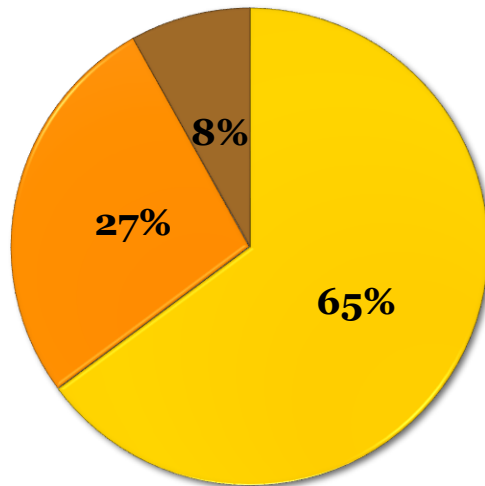


Mesure du CO expiré en fonction du poste

Exposition aux fumées sur le terrain

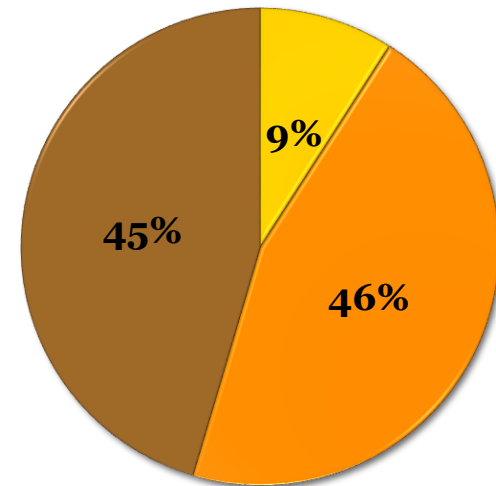
Un marqueur de l'exposition aux fumées : le monoxyde de carbone

Allumage



■ CO ≤ 5 ppm ■ 5 < CO < 10 ■ CO > 10 ppm

Extinction



■ CO ≤ 5 ppm ■ 5 < CO < 10 ■ CO > 10 ppm

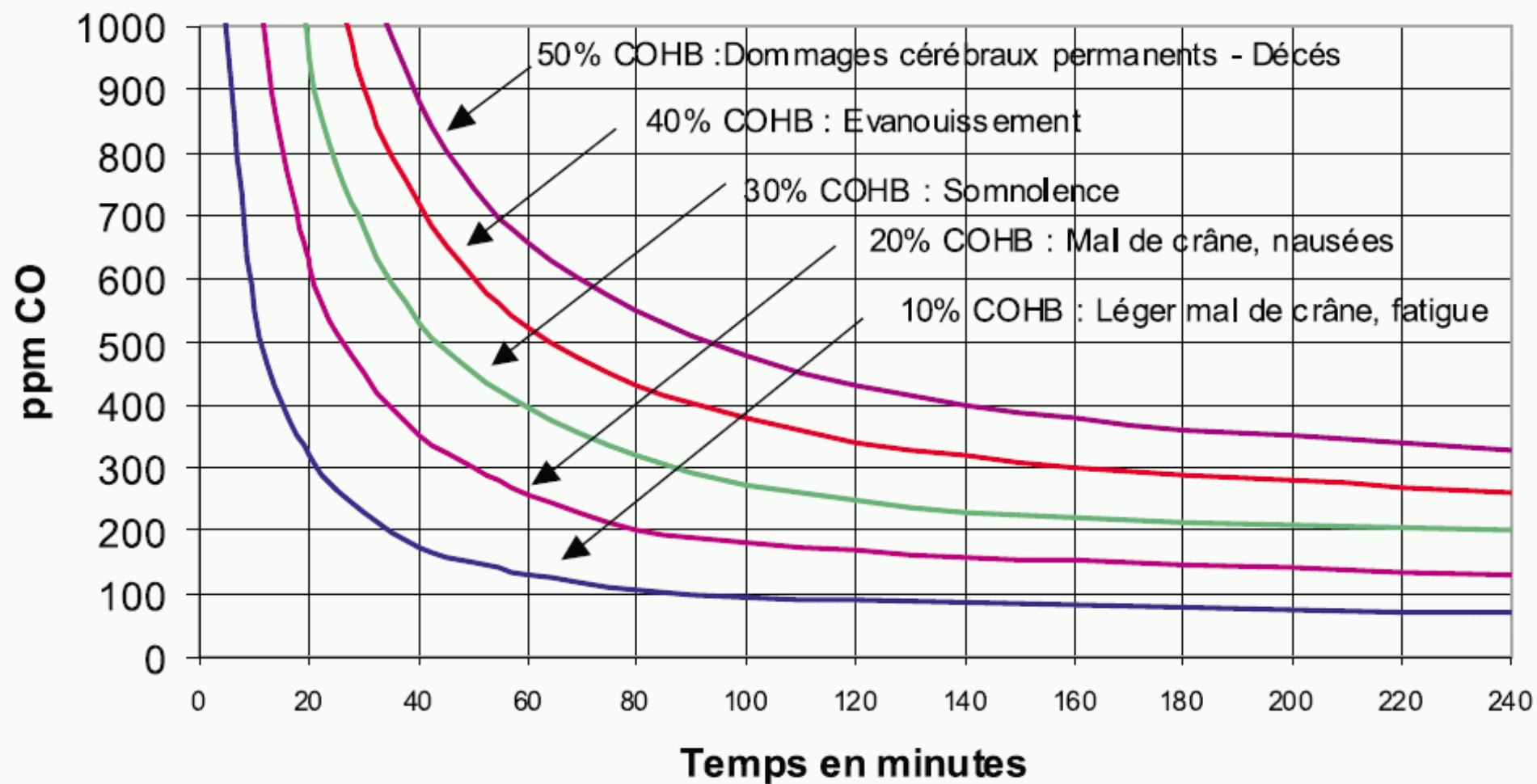
Mesure du CO expiré en fonction du poste

Effets de l'exposition au CO

CO (ppm)	% de COHb	Correspondance tabagisme
+ de 20	+ de 3,25	Fumeur important
11 – 20	1,76 – 3,20	Fumeur
6 – 10	1,12 – 1,60	Fumeur modéré
1 – 5	0,16 – 0,96	Non fumeur Peut résulter d'un tabagisme passif

L'ACGIH (American conference of governmental industrial hygienists) recommande une **VLEP 8H de 25 ppm** à ne pas dépasser → ce qui correspond à **3,5% de COHb**, soit un tabagisme important

Effets de l'exposition au monoxyde de carbone



Détermination du potentiel toxique

- Potentiel toxique des fumées = concentration d'exposition nécessaire pour produire des effets sur l'organisme
- Calcul d'un indice d'irritation
- Si $IR > 1 \rightarrow$ effet irritant
 - $IR_{\text{moyen}} = 1,5 \rightarrow$ légère irritation sur une journée
 - $IR_{\text{max}} = 10 \rightarrow$ pics d'irritation

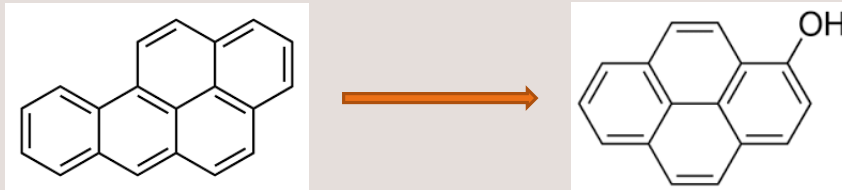
Exposition aux fumées sur le terrain

Recherche de traceurs d'exposition aux fumées dans les urines après brûlage :

- Benzène → t,t-MA : Acide trans-trans muconique



- HAP (benzo[a]pyrène) → 1-hydroxypyrene



- Acroléine : HPMA : N-Acetyl-S-(3-hydroxypropyl)cysteine



Conclusion

- Nombreux composés présents dans les fumées issues de feux de végétation dont des composés toxiques (aigus et chroniques)
- Concentrations en polluants au niveaux des opérationnels inférieures à celles mesurées dans le panache
 - L'exposition aux fumées peut être limitée en fonction des conditions de brûlage
- VLEP 8H pas dépassées mais VLECT dépassées (CO, NO₂ et PM)
 - Pics d'irritation et **potentiel toxique aigus** pour les fumées
 - **Ne signifie pas que les fumées ne présentent pas de toxicité chronique !**
- L'extinction (avec ou sans eau) provoque une plus grande exposition aux fumées que l'allumage
 - L'extinction nécessite de plus grandes précautions

Recommandations

Limiter l'exposition pendant le brûlage

Un brûlage dirigé se fait toujours à la recule

Eviter au maximum de respirer les fumées

Ne pas s'approcher des flammes même si elles sont petites



Prendre en compte :

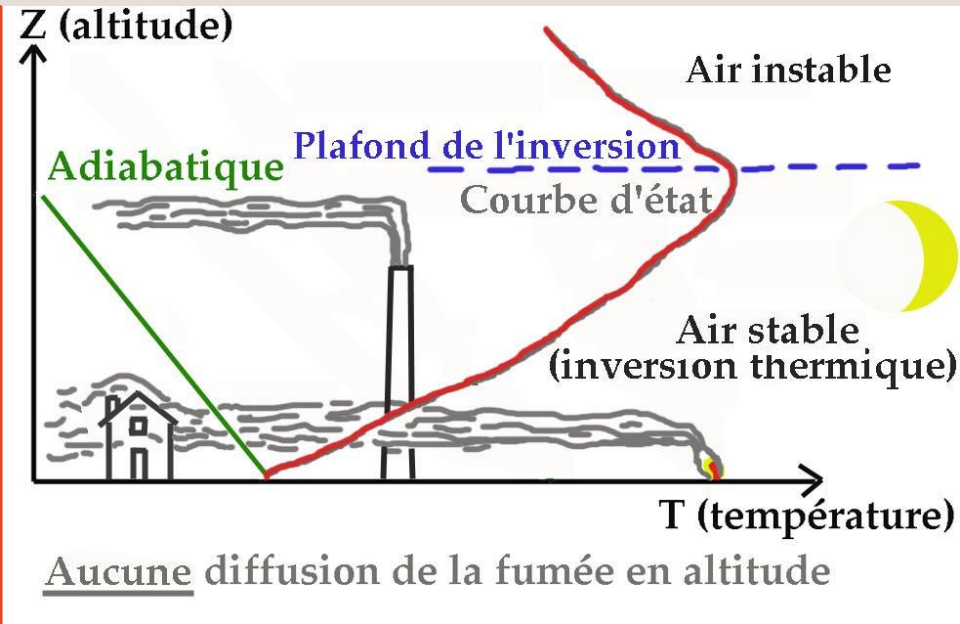
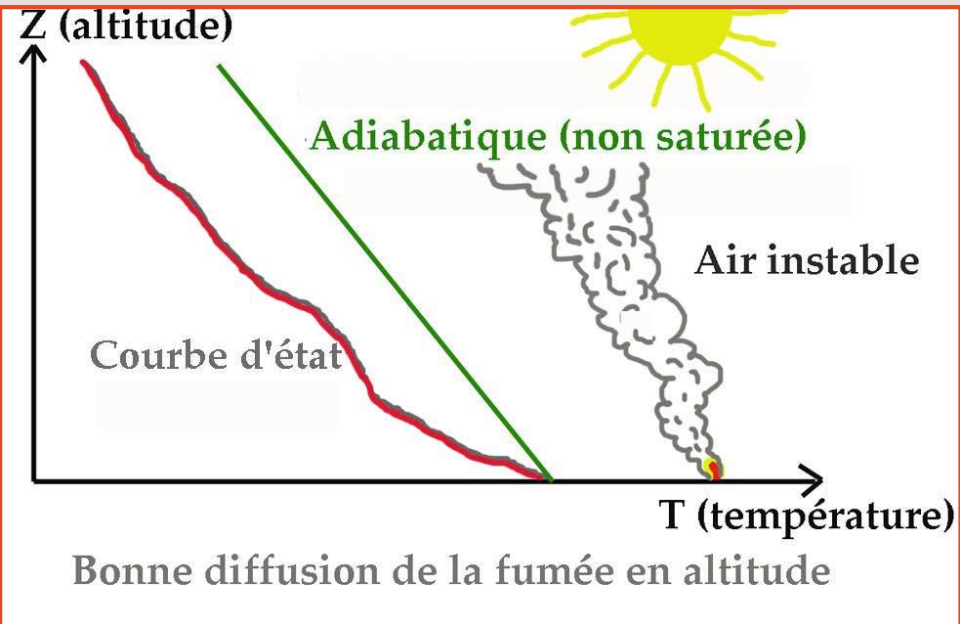
La topographie du terrain

La direction du vent

Le moment de la journée

Recommandations

Limiter l'exposition pendant le brûlage



Le sol chaud réchauffe l'air qui monte

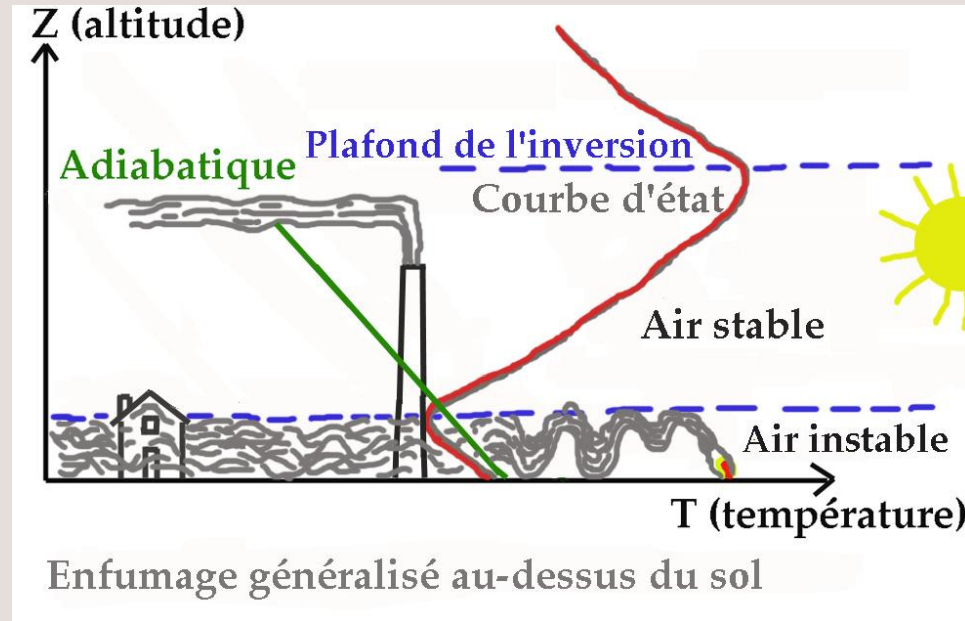
Le sol et l'air sont froids → l'air ne monte pas

Conditions **météo favorables à la dispersion des fumées** aux heures chaudes de la journée : **entre midi et 16 heures**

→ Exposition réduite pour les opérationnels et les populations alentour

Recommandations

Limiter l'exposition pendant le brûlage



Le sol chaud réchauffe l'air qui monte mais l'air froid au dessus le bloque
Le matin est le pire moment de la journée pour l'émission de fumées
→ **Aucun brûlage ne devrait commencer avant midi (en hiver)**

Recommandations

Limiter l'exposition après le brûlage

- Lors de la lutte contre l'incendie, les polluants se déposent sur les vêtements de protection, il est donc important de les nettoyer au plus vite, idéalement sur place
- Le CNESST a publié un guide des bonnes pratiques pour l'entretien des vêtements de protection pour la lutte contre les incendies



GUIDE DES BONNES PRATIQUES

L'entretien des vêtements de protection pour la lutte contre les incendies

Commission des normes, de l'équité,
de la santé et de la sécurité du travail
cnesst.gouv.qc.ca

CNESST

Les feux de végétation, quel potentiel toxique ?

Lara Leonelli
Université de Corse

Tribune des jeunes chercheurs

9 juin 2017

Avantages du brûlage dirigé

- Pour l'étude :
 - Composition des fumées sur un brûlage très proches d'un feu réel → mesures représentatives
 - Plus facile pour prendre des mesures
 - Danger réduit pour les expérimentations
- Pour le débroussaillage (nécessaire à la réduction de la charge combustible pour limiter la propagation du feu)
 - Demande moins de temps et de moyens humains
 - Possibilité de choisir le moment : conditions météo favorables à la dispersion des fumées → exposition réduite pour les opérationnels et les populations alentour

Exposition au benzène lors d'un débroussaillage mécanique et lors d'un débroussaillage par brûlage dirigé

Quantités (mg/m ³)	Benzène
Débroussaillage mécanique	0,02 – 0,15
Débroussaillage par brûlage	0,01 – 0,13
VLEP 8H	3,25 (1,6) (0,33)
VLECT	16 (8) (3,25)

- Expositions toujours inférieures aux VLEP contraignantes et aux VLE recommandées par l'ACGIH et le NIOSH
- Exposition légèrement inférieure sur brûlage dirigé
- Exposition **moins longue** sur brûlage dirigé pour **plus de surface** couverte!

VLEP 8H = valeur limite d'exposition professionnelle pondérée sur 8h

VLECT = valeur limite d'exposition à court terme (15 mn)

ACGIH : American conference of governmental industrial hygienists et NIOSH : national institute for occupational safety and health