Laboratoire de Chimie de l'Environnement

Instrumentation et Réactivité Atmosphérique

Journée des Doctorants – Air Paca
9 Décembre 2016

Vieillissement des émissions issues de la combustion de bois à l'échelle moléculaire

Amélie Bertrand

ADEME
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

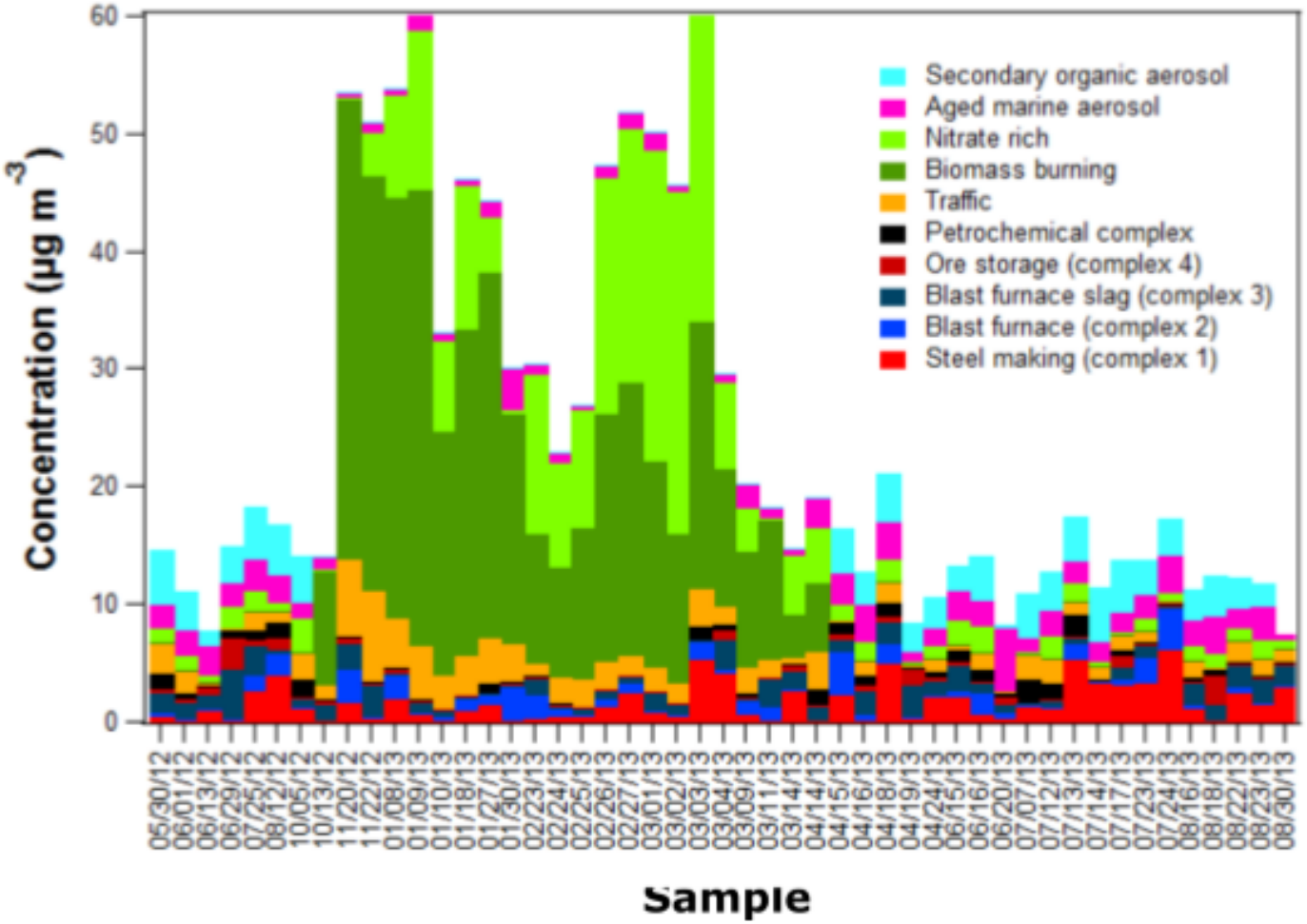
Aix*Marseille université

cnrs

Contexte de l'étude

INTERET DE LA FRACTION SECONDAIRE DE LA COMBUSTION DE BIOMASSE

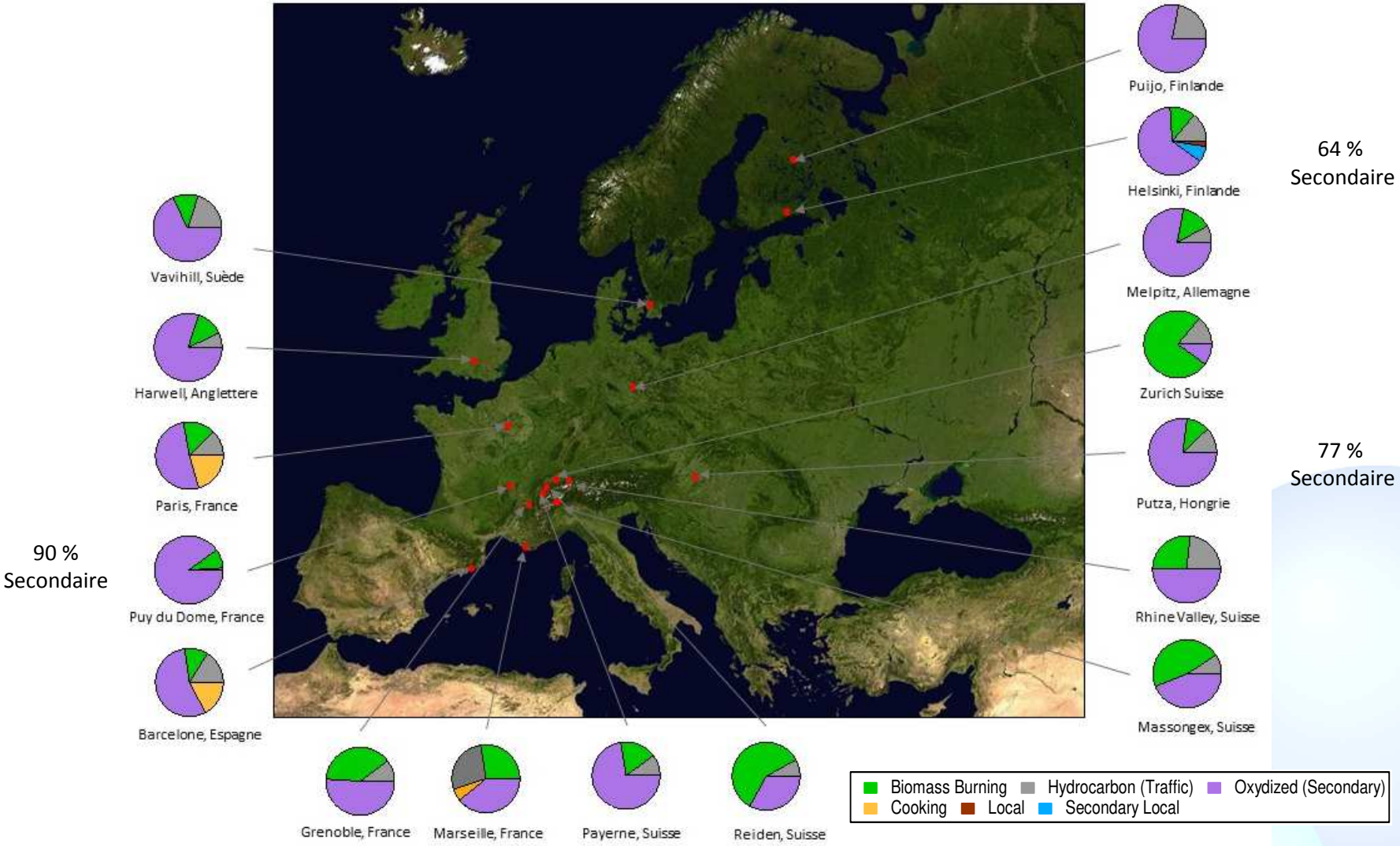
A Marseille, contribution significative des émissions de combustion de biomasse primaire ET secondaire



Thèse A. Sylvestre, 2016

Contexte de l'étude

INTERET DE LA FRACTION SECONDAIRE DE LA COMBUSTION DE BIOMASSE



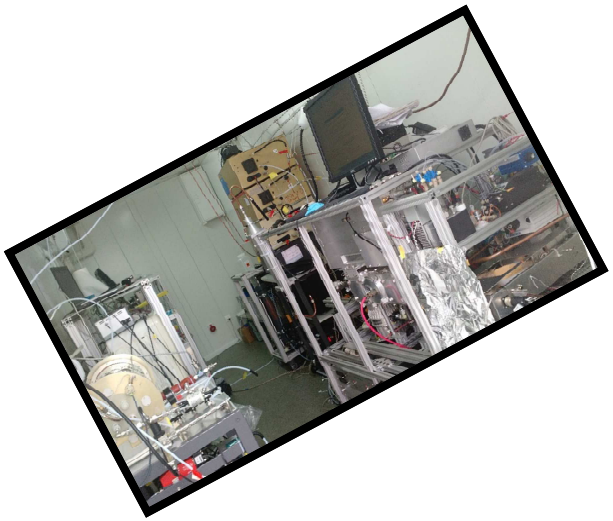
Contexte de l'étude

OBJECTIFS DE L'ETUDE

Venir étudier en chambre de simulation atmosphérique le vieillissement à l'échelle moléculaire des émissions issues du chauffage au bois afin de :

Déterminer des Facteurs d'émissions de PM primaires ET secondaires

Suivre l'évolution de l'empreinte chimique : l'évolution de marqueurs primaires et secondaires



Mise en place des expériences

COMPARAISON ENTRE 3 DIFFERENTS TYPES D'APPAREILLAGE

Labellisé Flamme Verte (5 à 7 étoiles)

Garantie un bon rendement et des faibles émissions en CO, COVs, et PM

Poêle à bûches
< 2002

Poêle à bûches
2010

Poêle à granulés
2010

Mise en place du foyer

MISE EN PLACE

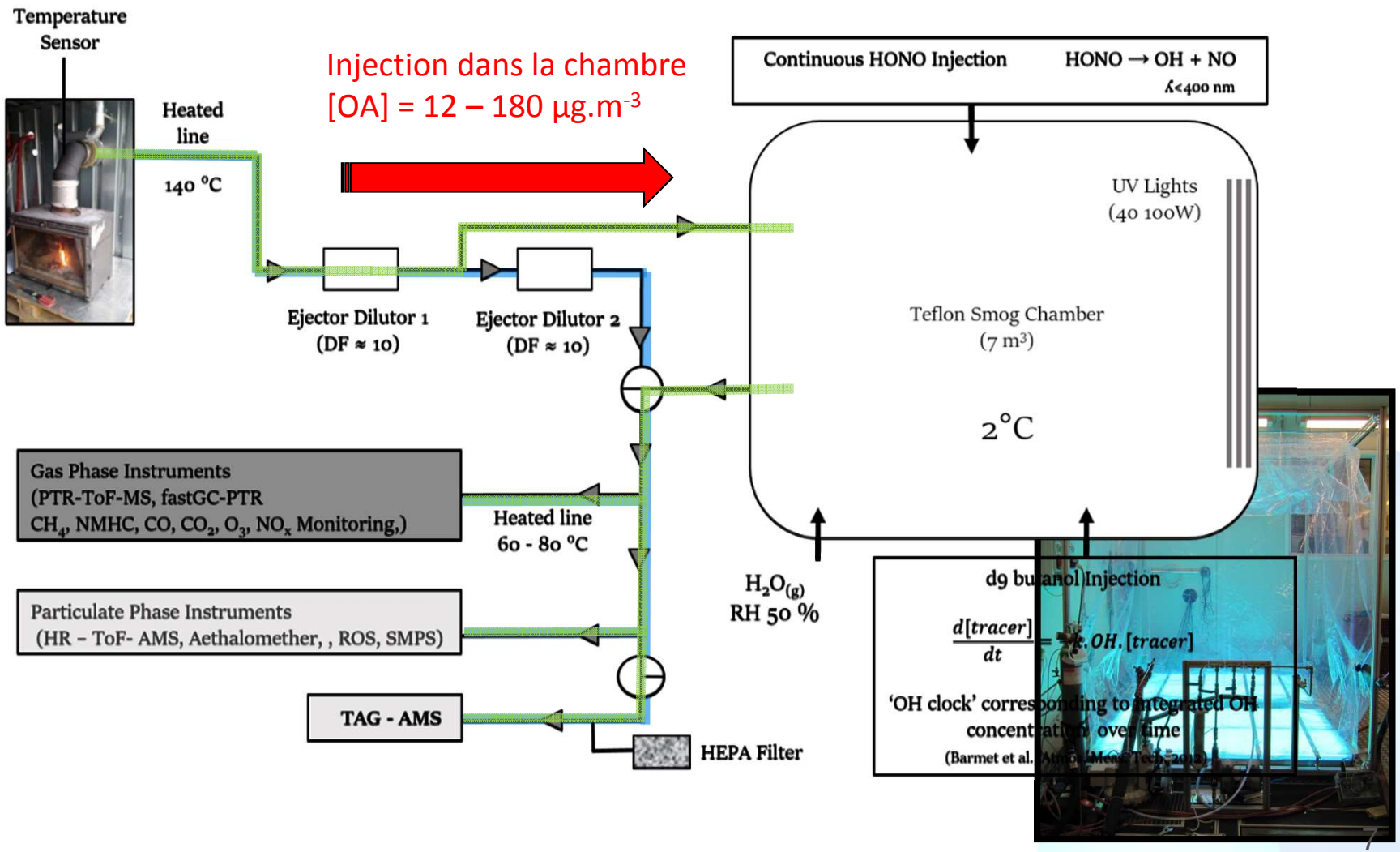
Installation du foyer de combustion de manière précise
Il faut éviter trop de variabilités entre les réplicats

Hêtre (RH < 20 %)
3 bûches
300 g of petits bois
2 allume-feux naturels

Set-up Expérimental

VIEILLISSEMENT DES EMISSIONS EN CHAMBRE DE SIMULATION

Conditions hivernales (2 °C, 50 % RH, OH_{moyen} = 1^{E6} molecules.cm^{-3})



Principe du TAG-AMS

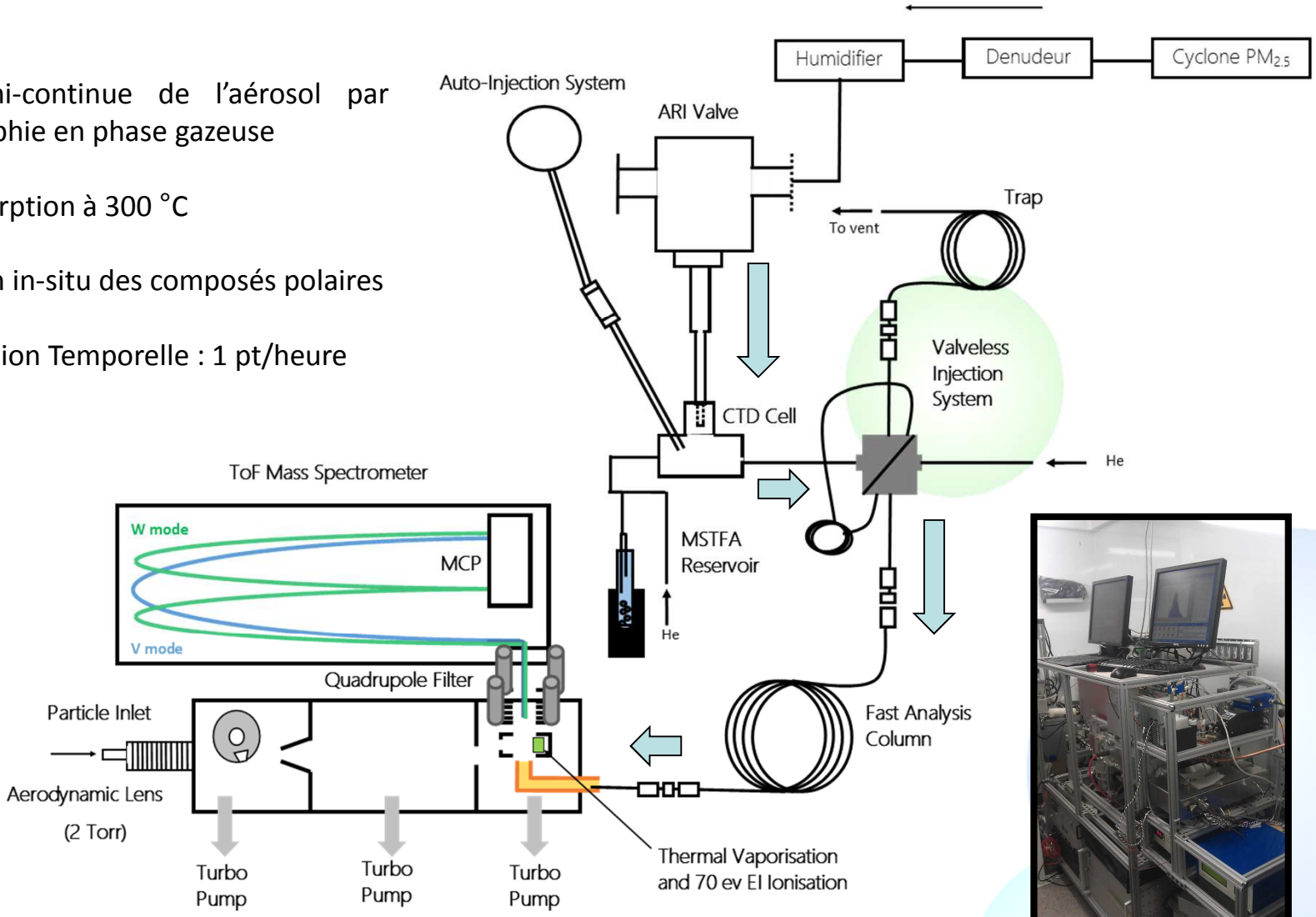
TAG : Thermal Desorption Aerosol Gas Chromatograph

Analyse semi-continue de l'aérosol par chromatographie en phase gazeuse

Thermo-désorption à 300 °C

Dérivatisation in-situ des composés polaires

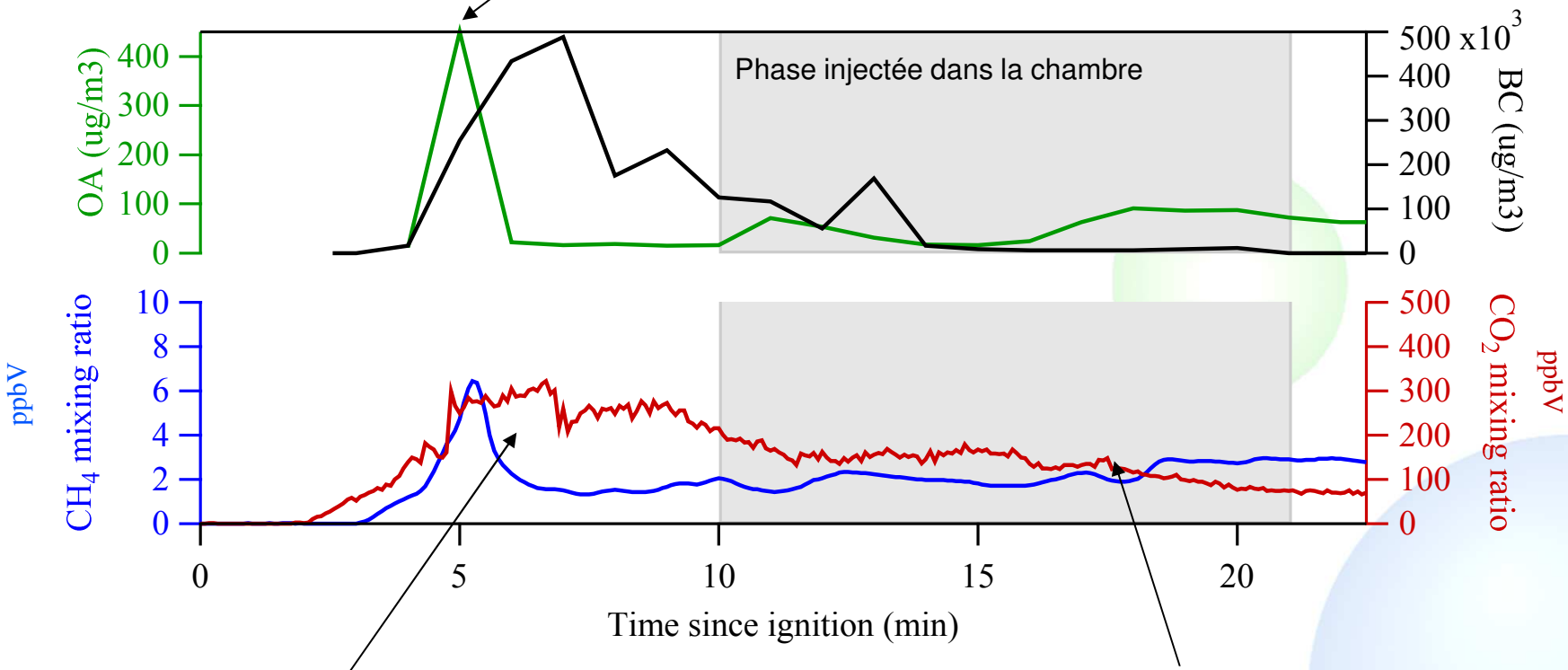
Haute résolution Temporelle : 1 pt/heure



Dynamique de la combustion

DYNAMIQUE TYPIQUE POUR UNE EXPERIENCE AVEC UN POELE A BUCHES

Starting : émissions les plus intenses



CO_2 décroît et le CH_4 augmente (smouldering)

CO_2 émis de manière plus abondante en début de combustion : flaming

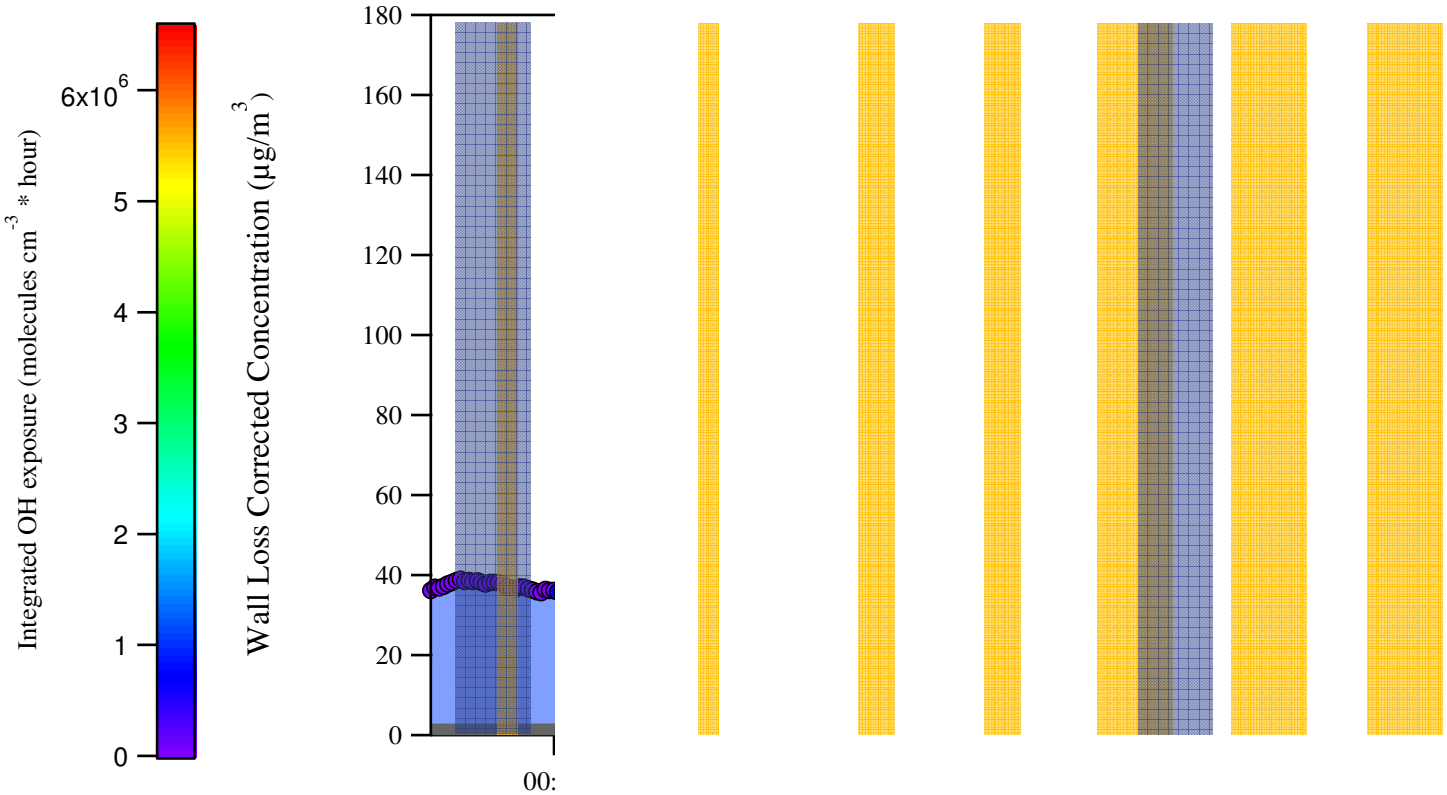
Dynamique du signal

COLLECTE DE 5 A 7 ECHANTILLONS

5 à 25 minutes de prélèvements

+ 2 filtres (frais et âgé)

- Secondary Organic Aerosol (SOA)
- Primary Organic Aerosol (POA)
- Black Carbon (BC)



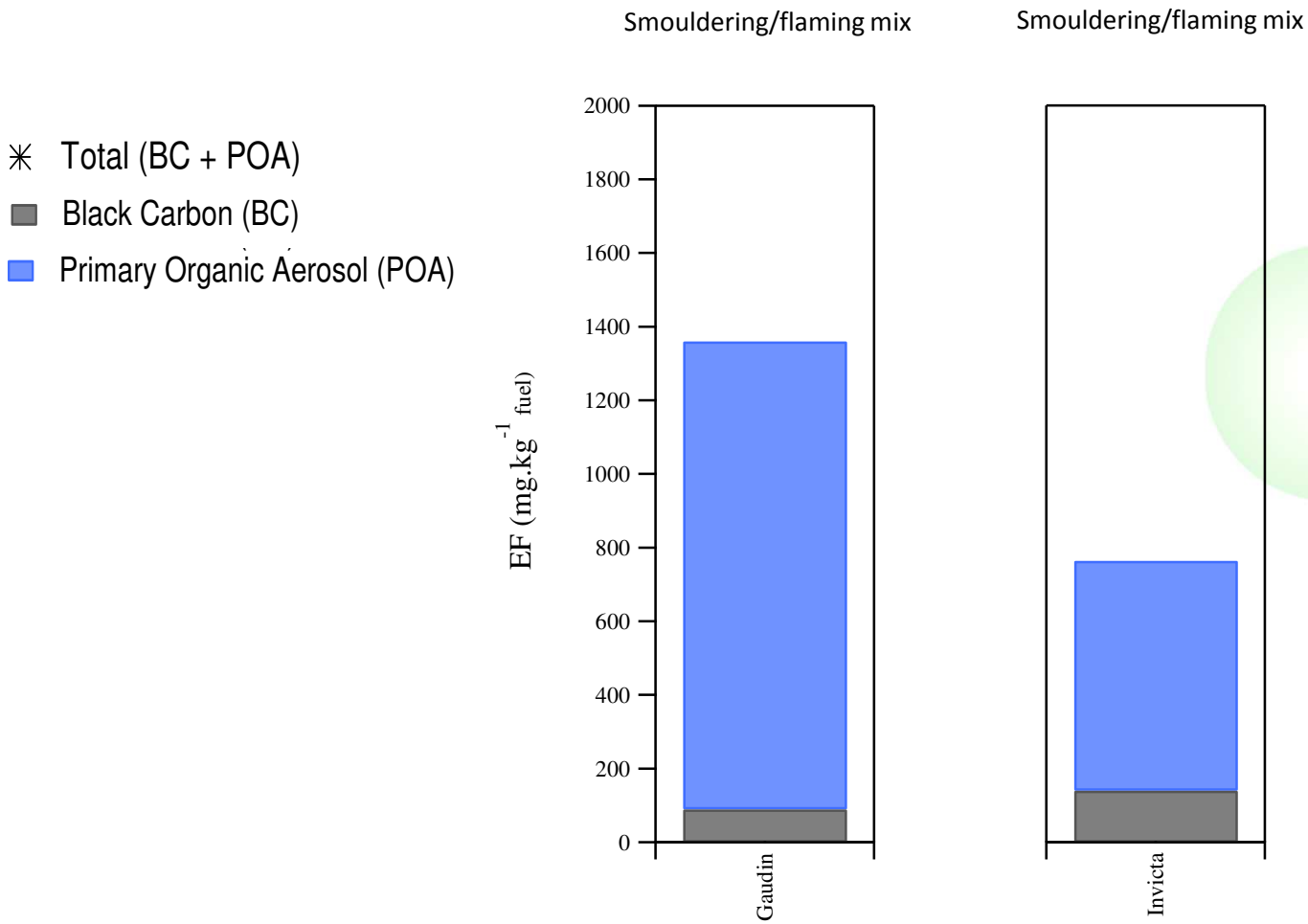
Prélèvements TAG

Prélèvements sur filtres

Facteurs d'émissions primaires

EMISSIONS DE PM

> 98 % de la phase particulaire est de la matière carbonée



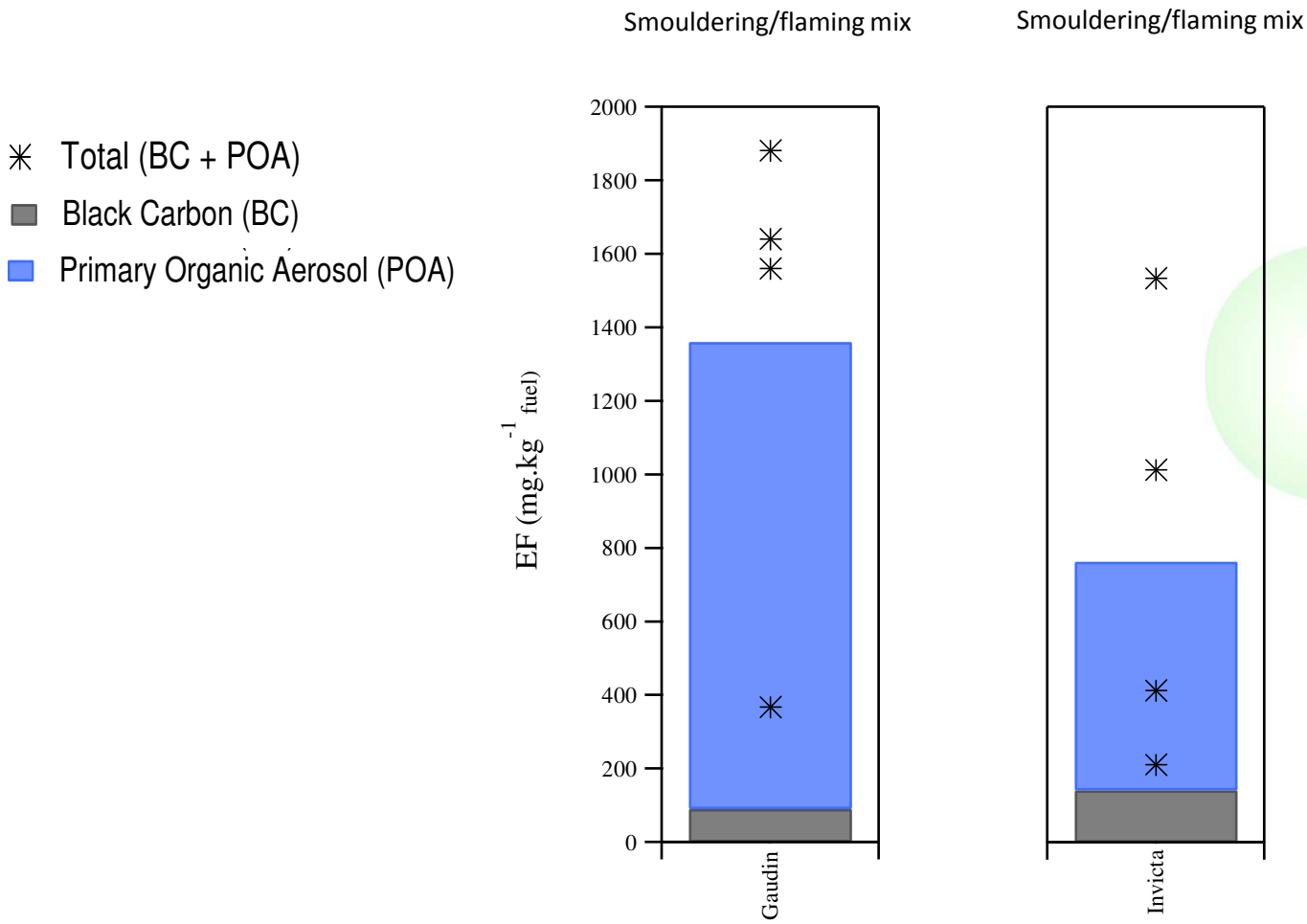
Poêle à bûches (<2002)

Poêle à bûches (2010)

Facteurs d'émissions primaires

EMISSIONS DE PM

> 98 % de la phase particulaire est de la matière carbonée



Poêle à bûches (<2002)

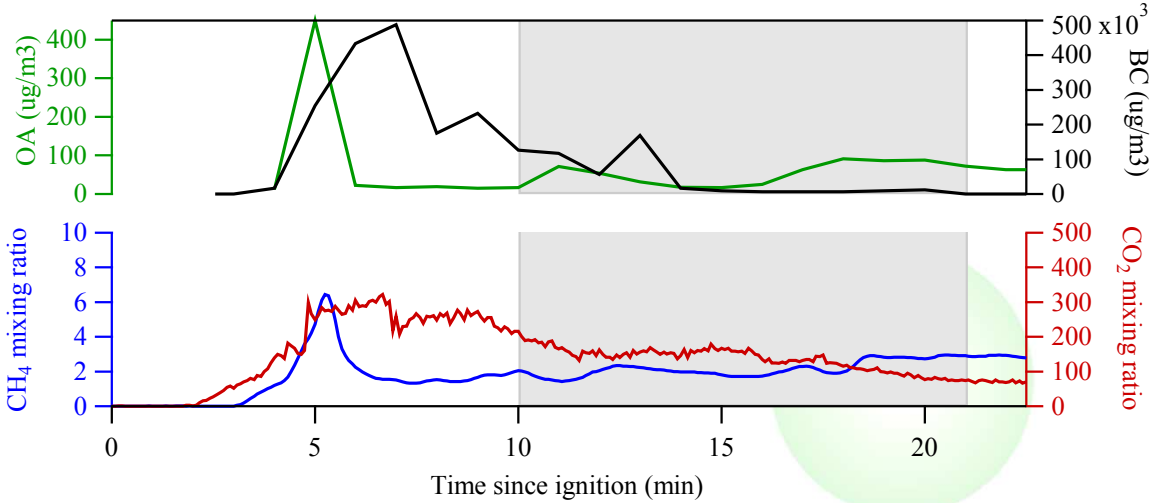
Poêle à bûches (2010)

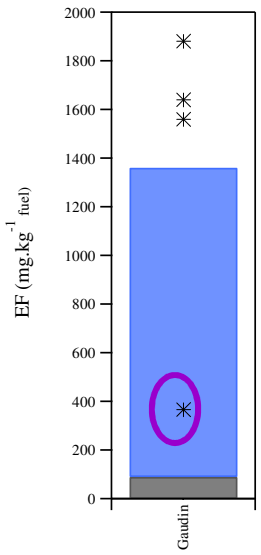
Facteurs d'émissions primaires

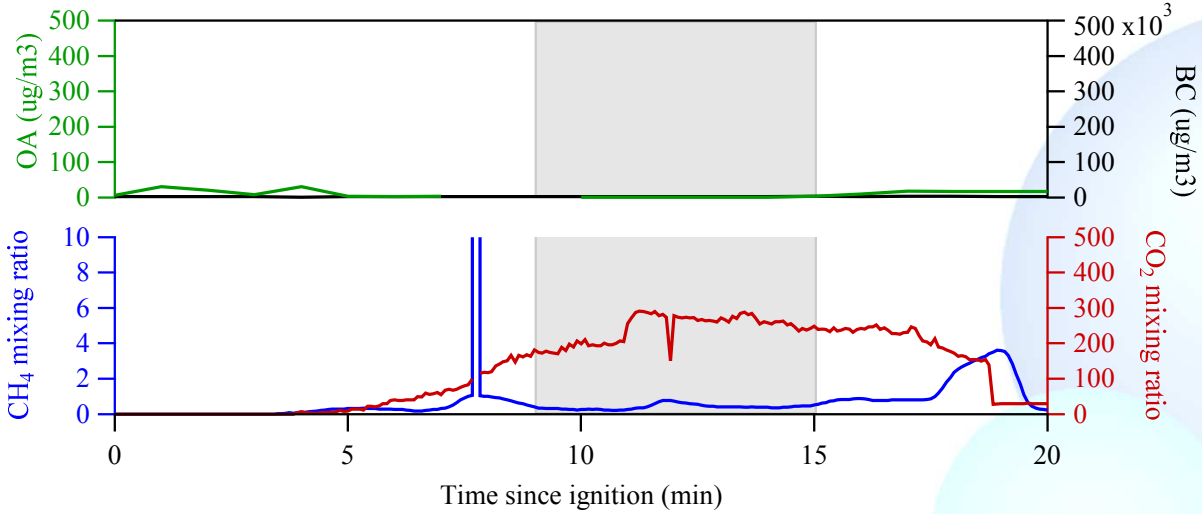
EMISSIONS DE PM

Dynamique d'un outlier – plus de flaming, moins de smouldering

Une meilleure qualité de combustion



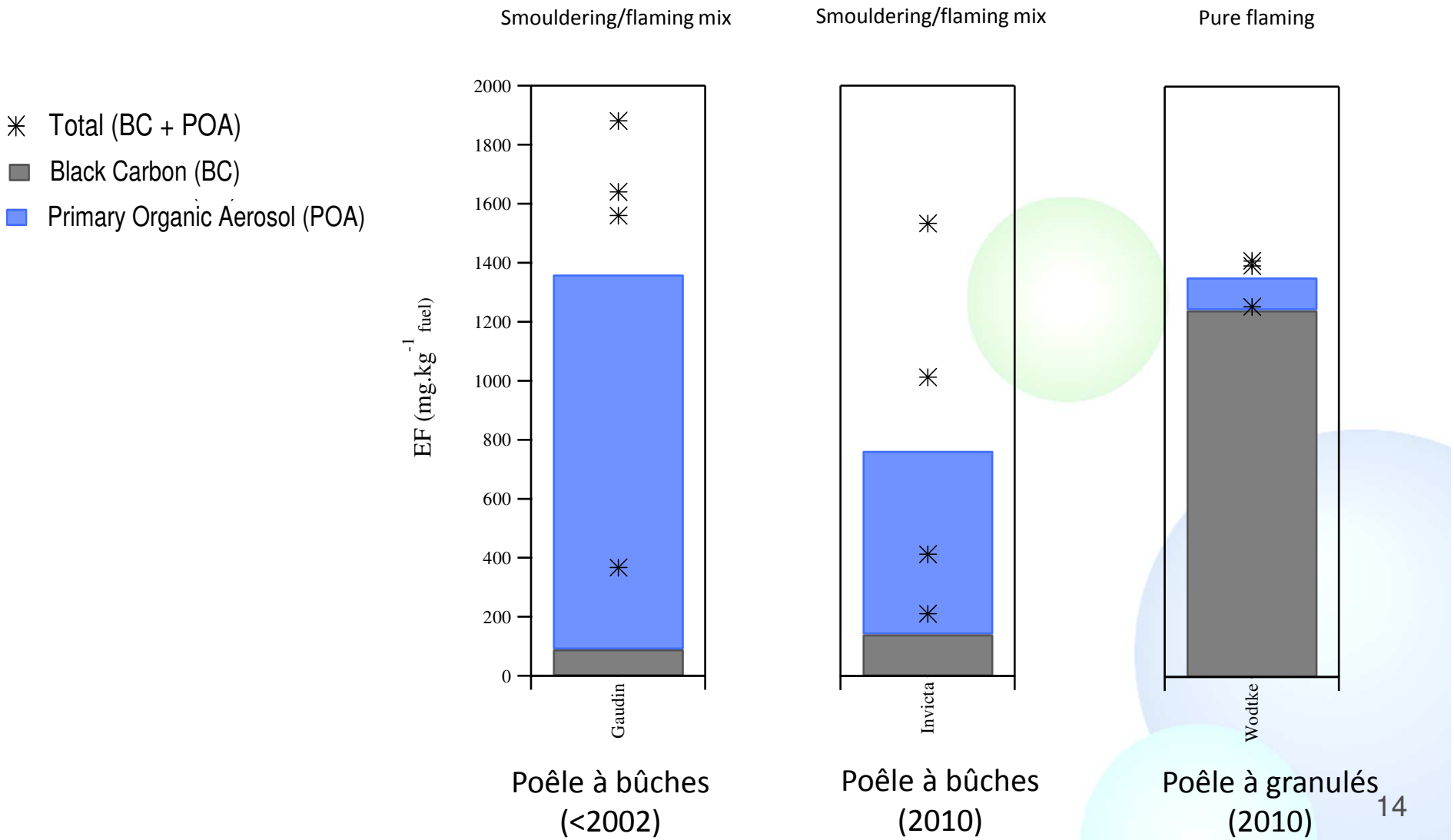




Facteurs d'émissions primaires

EMISSIONS DE PM

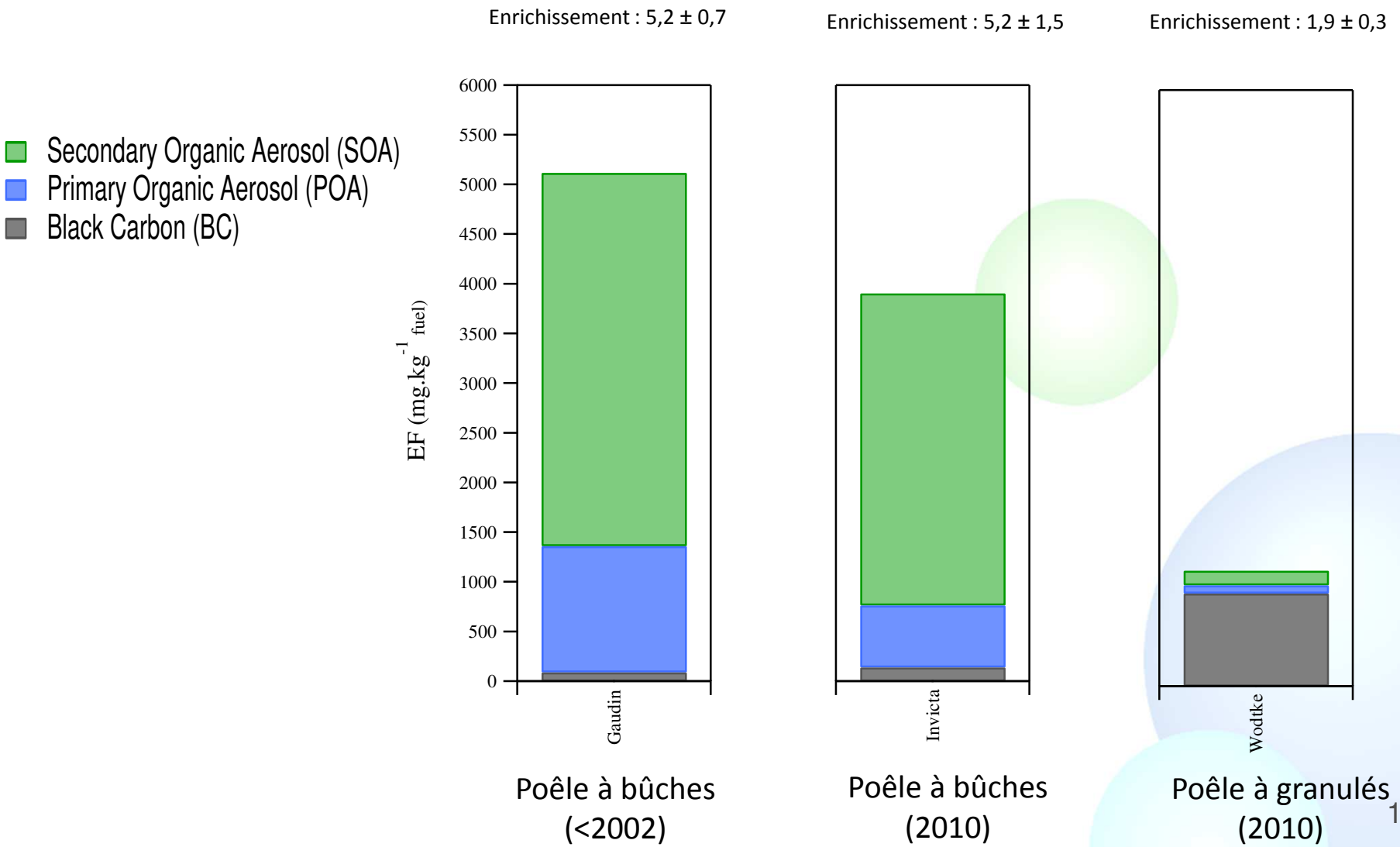
> 98 % de la phase particulaire est de la matière carbonée



Facteurs d'émissions secondaires

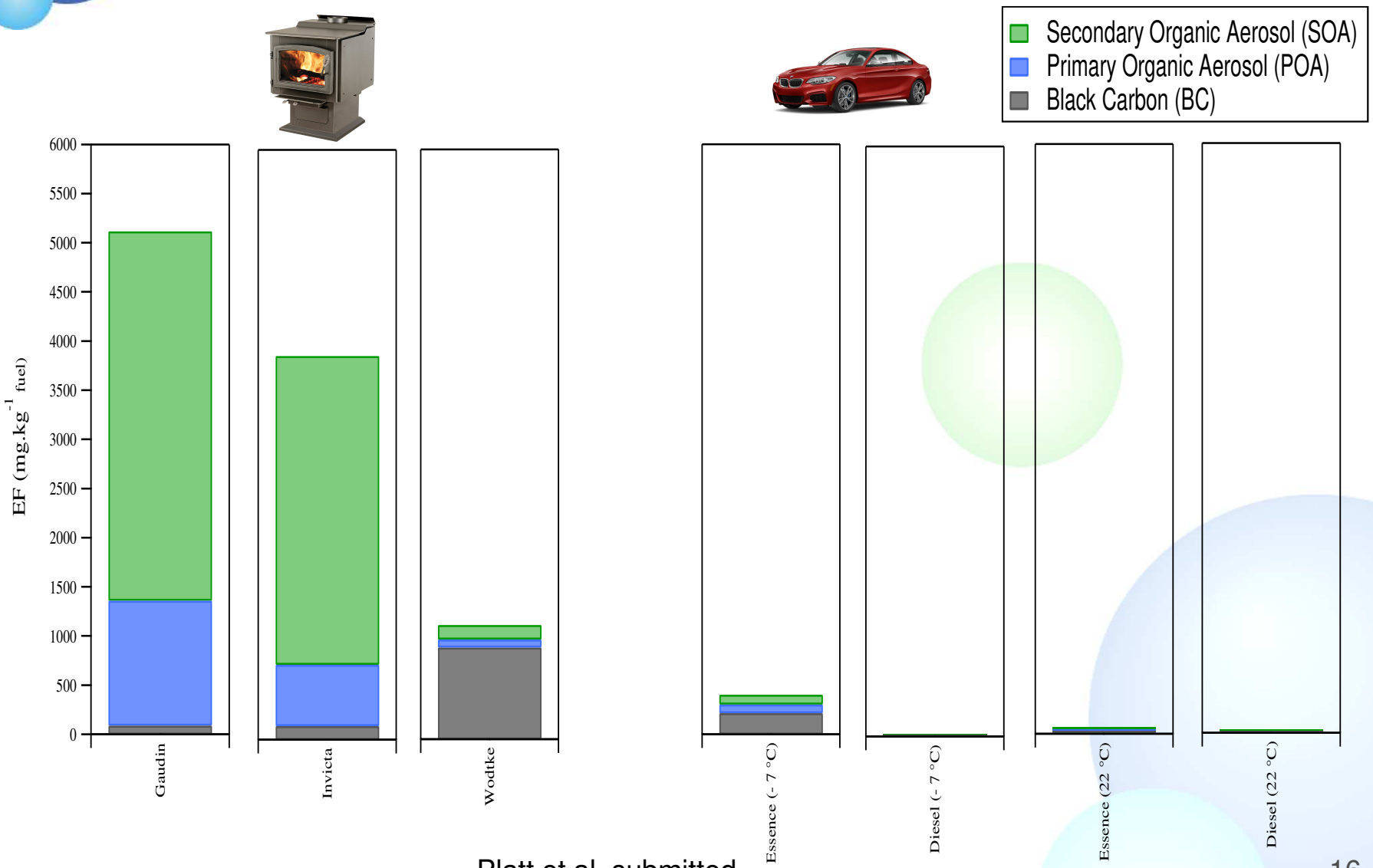
EMISSIONS DE PM

> 98 % de la phase particulaire est de la matière carbonée



Facteurs d'émissions secondaires

EMISSIONS DE PM – COMPARAISON AVEC LE VEHICULAIRE (EURO 5)

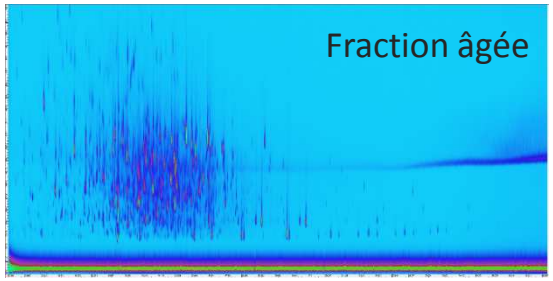


Platt et al. submitted

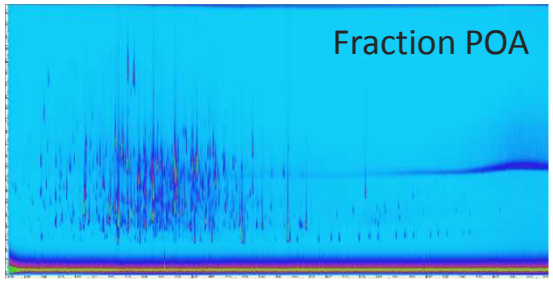
Evolution de l'empreinte chimique

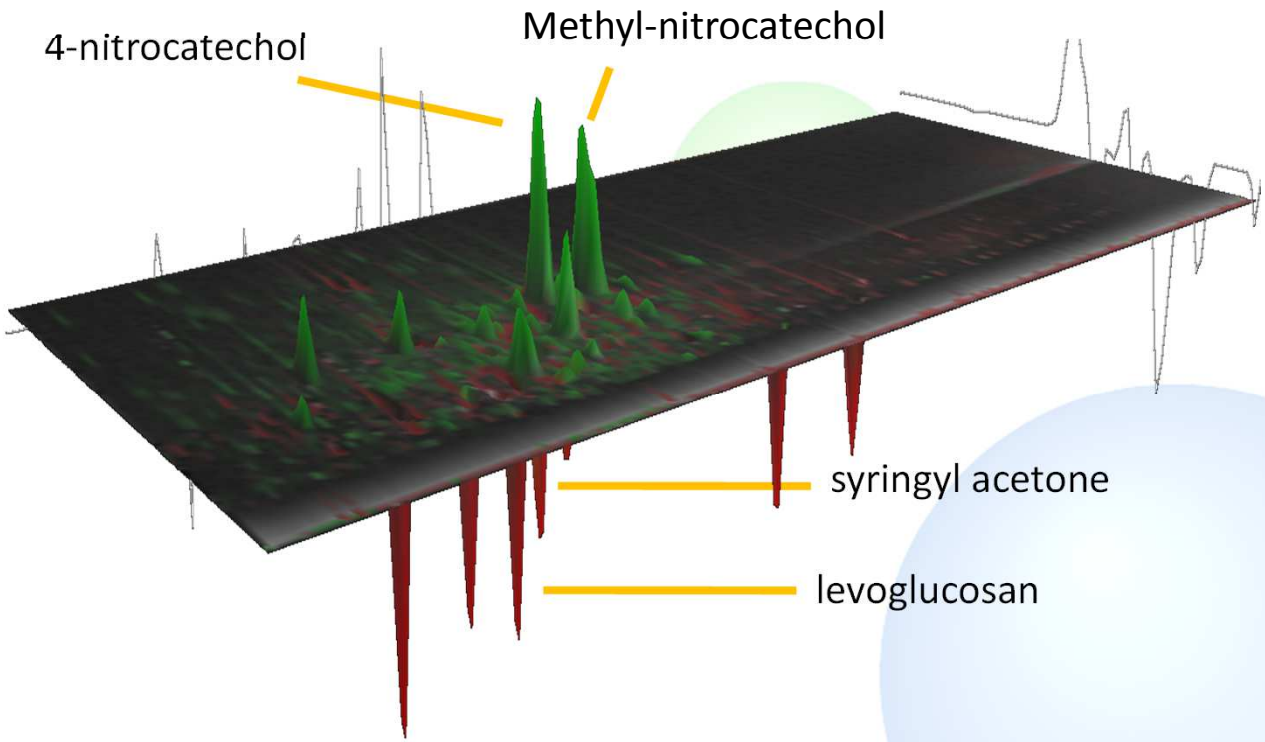
ANALYSE DES FILTRES EN 2D-GC

Soustraction du chromatogramme *POA* au chromatogramme *âgé* – Visualisation 3D



-





Marqueurs combustion de biomasse âgée

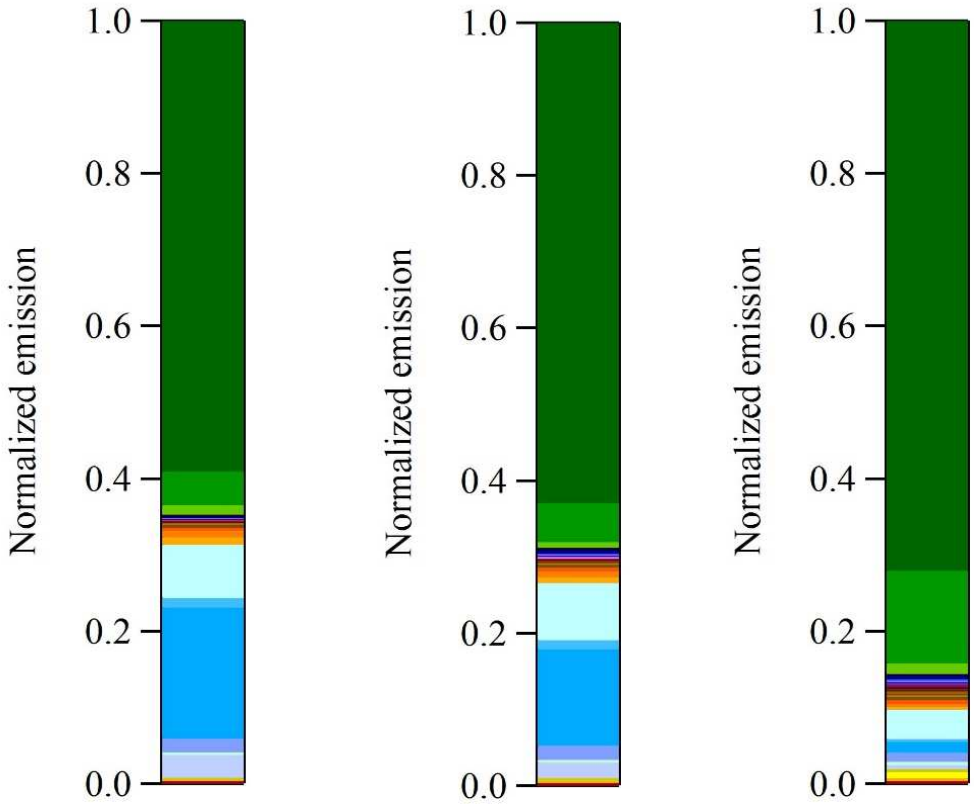
Marqueurs combustion de biomasse POA

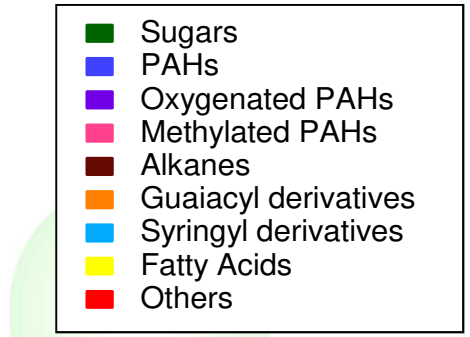
Evolution de l'empreinte chimique

EMPREINTE CHIMIQUE : FRACTION PRIMAIRE

Plus d'une centaine de composés analysés : 30 – 60 % de l'OA

Quelques différences dans les compositions relatives des émissions primaires



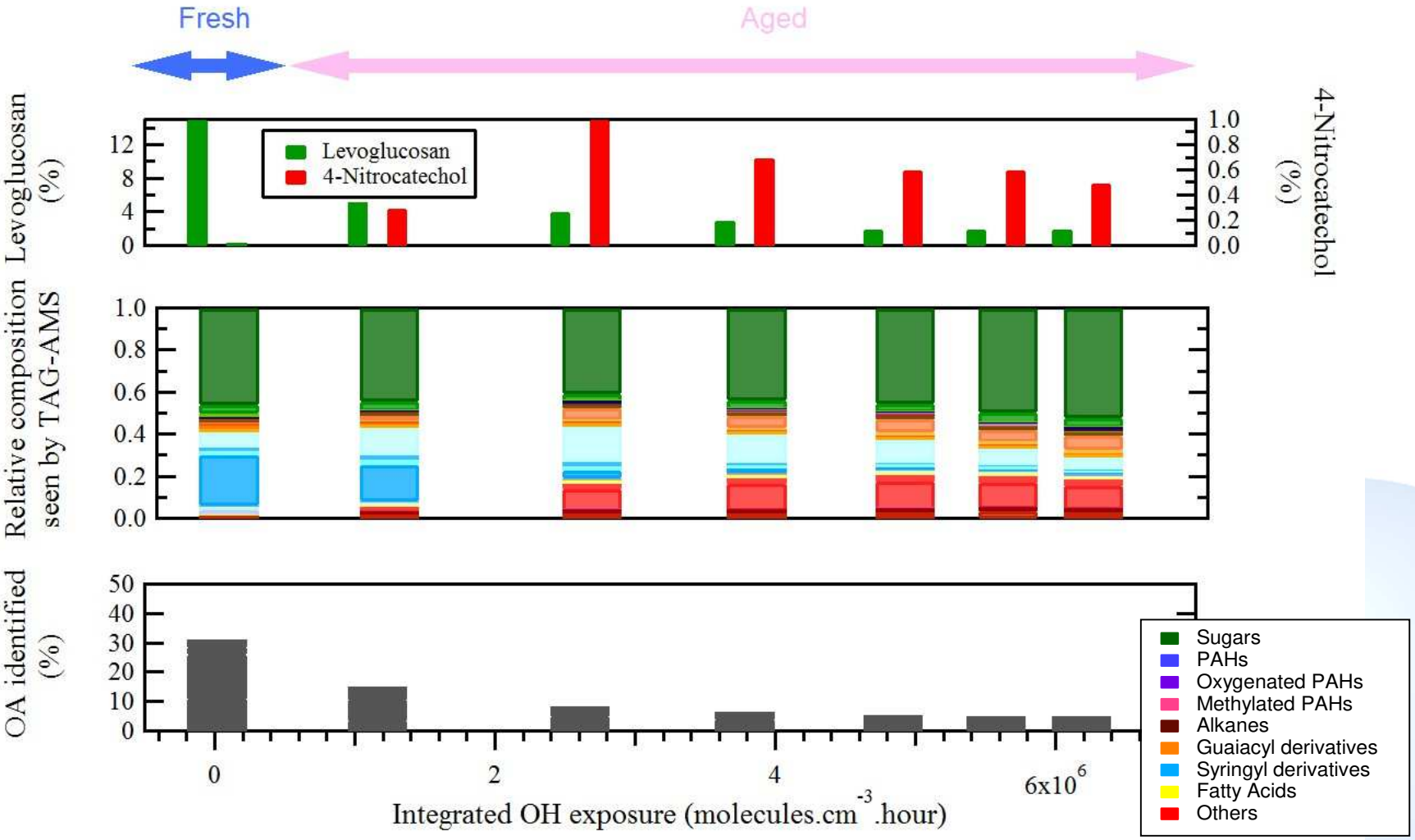


Levoglucosan 15 – 40 % de l'OA

Poêle à bûches (<2002) | Poêle à bûches (2010) | Poêle à granulés (2010)

Evolution de l'empreinte chimique

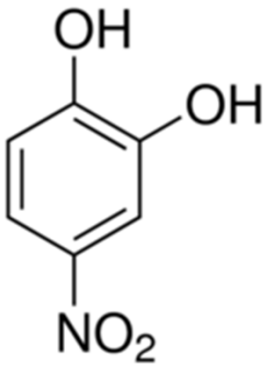
FORMATION DE NOUVEAUX COMPOSES

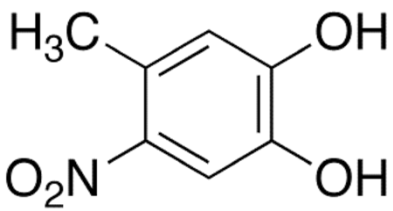


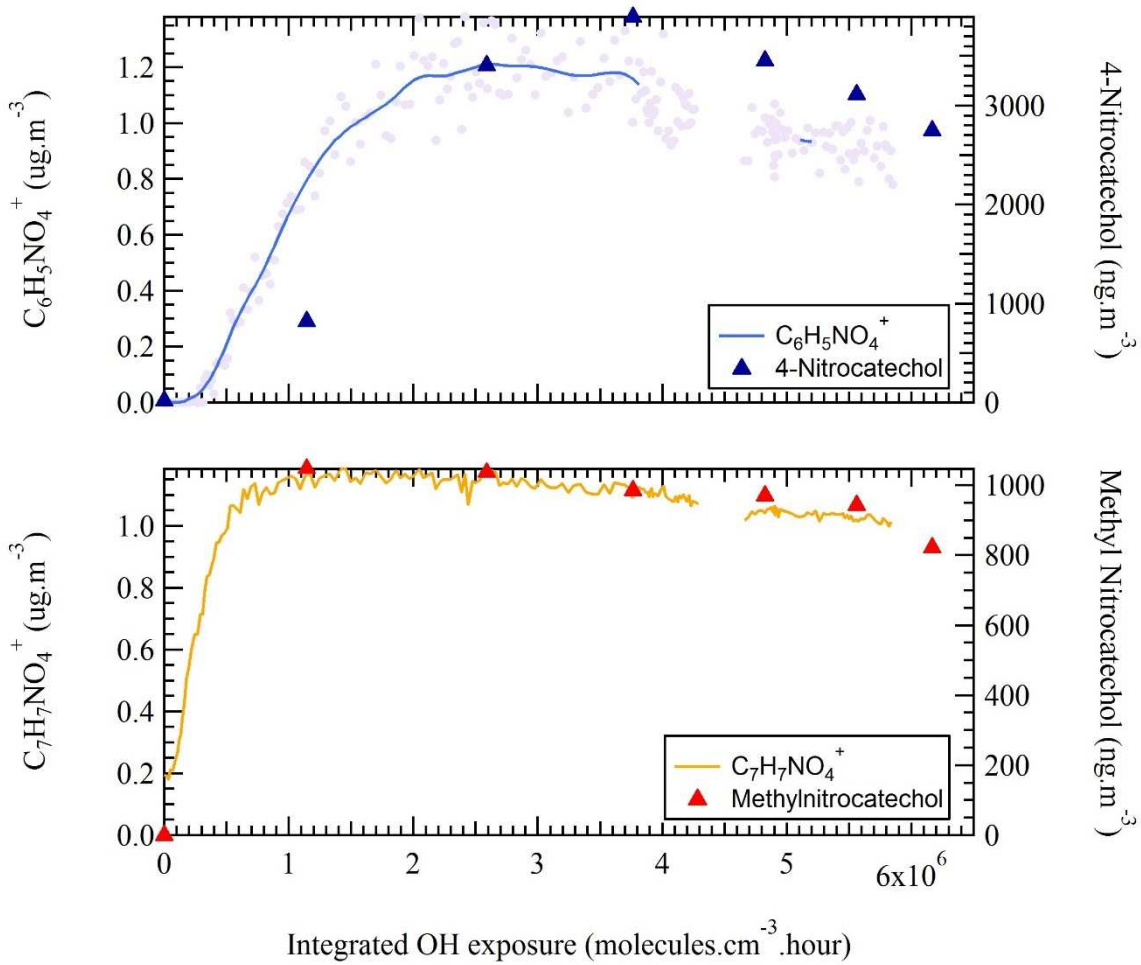
Evolution de l'empreinte chimique

FORMATION DE NOUVEAUX COMPOSES

Les Nitrocatechols peuvent représenter jusqu'à 3 % de l'OA total





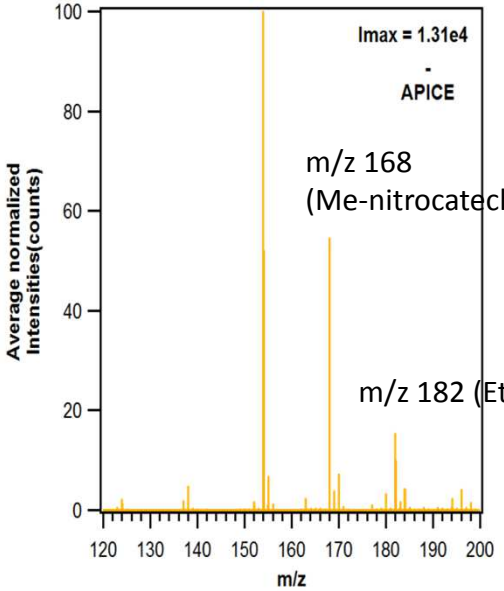


Evolution de l'empreinte chimique

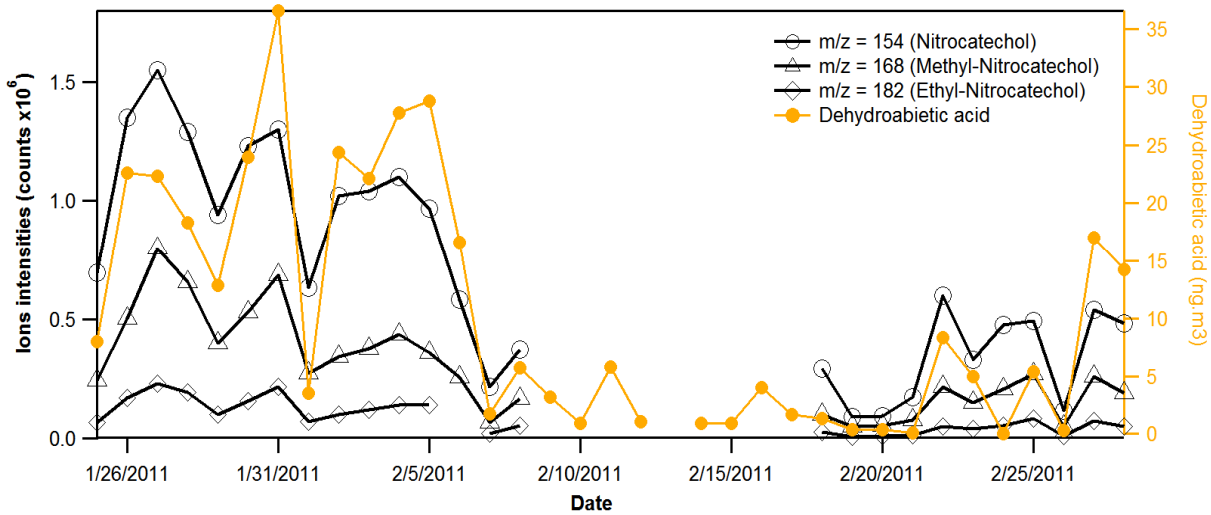
FORMATION DE NOUVEAUX COMPOSES

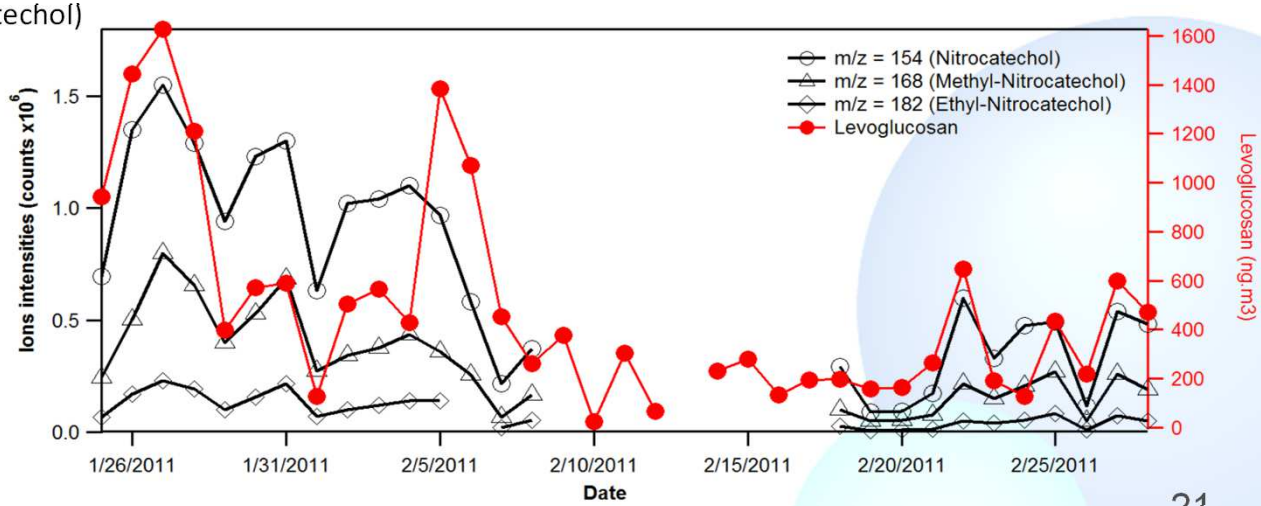
Les Nitrocatechols déjà observés sur Marseille

m/z 154 (Nitrocatechol)



Analyses Campagne APICE
(par A. Sylvestre)





Conclusions

Les PM émis par les poêles à bûches sont dominées par l'Aerosol Organique Secondaire (près de 5 x la concentration de POA émis)

Le TAG nous permet de suivre l'évolution de l'empreinte chimique avec une haute résolution temporelle

On analyse plus d'une centaine de composés, dont les marqueurs typiques de combustion de biomasse

Mais aussi de nouveaux composés (dont les nitrocatechols) susceptibles de servir de marqueurs de combustion de biomasse âgée dans les études de source apportionment

Merci de votre attention