

**Journées thématiques biomasse.**  
**7 et 8 novembre 2017 – Villeneuve d'Ascq**

## **ETUDE DE L'IMPACT DU COMBUSTIBLE SUR LES EMISSIONS POLLUANTES GENEREES LORS DE LA COMBUSTION DE BOIS BUCHE SUR UN INSERT DOMESTIQUE EN CONDITIONS REELLES**

Leyssens G., Schmidt G., Genevray P., Cazier F., Dewaele D., Vandebilcke C., Trouvé G., Tschamber V., Schönnenbeck C., Allgaier O., Labbé S., Balay F., Denance Y., Faivre E., Le-Dreff C., Adam N.



**SUNGAU  
COMPOST**

# Contexte

## M Pollutions

PLANÈTE POLLUTIONS

### La pollution de l'air cause encore plus de 500 000 morts par an en Europe

L'Agence européenne de l'environnement relève dans un rapport une « lente » amélioration de la qualité de l'air. Mais nombre de pays dépassent les normes.

LE MONDE | 11.10.2017 à 09h59 • Mis à jour le 12.10.2017 à 06h44 |

Par Stéphane Mandard

Abonnez vous à partir de 1 € Réagir Ajouter Partager (3 358) Tweeter

Les chiffres donnent la mesure de l'urgence sanitaire. En 2014, la pollution de l'air a causé le décès prématuré (avant 65 ans) de 520 400 personnes dans les quarante et un pays du continent européen, dont 487 600 au sein de l'Union européenne (UE). Tel est le bilan macabre du rapport 2017 sur la qualité de l'air, publié mercredi 11 octobre par l'Agence européenne de l'environnement (AEE).

### VOSGES : LE CHAUFFAGE AU BOIS, ALLIÉ DES PARTICULES FINES

L'hiver est propice à la production de particules fines en raison, notamment, du chauffage à bois. Le seuil d'alerte n'a pas encore été déclenché dans les Vosges mais des précautions sont à prendre.

20/12/2016 à 05:08, actualisé à 07:12 Partager 127 5 étoiles Vu 3610



### Haut-Rhin : nouvel épisode de pollution aux particules fines

Un épisode de pollution par les particules fines PM10 est en place sur le département du Haut-Rhin annonce l'Association pour la surveillance et l'étude de la pollution atmosphérique en Alsace (ASPA). La procédure d'information des populations concernées est déclenchée pour ce lundi 9 janvier.

Par M.C. | Publié le 09/01/2017 à 13:43

Alsace

9 Partager Tweeter Partager A+ A- 0



Cet épisode de pollution de type « Combustion » se caractérise par une concentration en PM10 majoritairement d'origine carbonée (issus de combustion de chauffage et/ou de moteurs de véhicules) dans des conditions de faible turbulence atmosphérique. Selon Météo-France, des chutes de neige sont attendues dans la nuit du 9 au 10 janvier ainsi qu'un renforcement du vent et des précipitations dans la journée. Selon l'ASPA les niveaux devraient retomber le 10 janvier en dessous du seuil de recommandations.

9 f Twitter 8+

2

www.uha.fr



# Contexte

Le Label Flamme Verte ([www.flammeverte.org](http://www.flammeverte.org))

Classe	Avant l'an 2000		Depuis 2014		
		/	5*****	6*****	7*****
Rendement de combustion (%)	Bois bûche	Maximum 40	>70	>75	>75
	Granulés	Maximum 40	>85	>87	>90
Emissions de monoxyde de carbone (CO en %)	Bois bûche	>1	0,3	0,15	0,12
	Granulés	>1	0,04	0,03	0,02
Emissions de particules fines (mg/Nm <sup>3</sup> à 13% d'O <sub>2</sub> )	Bois bûche	500	90	50	40
	Granulés	500	90	40	30

- A l'initiative des fabricants
- Amélioration Nette et Constante
- A partir du 1<sup>er</sup> janvier 2018 suppression 5\* + prise en compte des COV et NOx

\* COV pour Composés Organiques Volatils

\* NOx pour oxydes d'azote

3



# Contexte

## Projet PREPABOIS - CORTEA ADEME

Etude de l'impact de la préparation du combustible et de ses caractéristiques physico-chimiques sur les émissions polluantes gazeuses et particulaires du bois-énergie.

- ↳ Etude à différentes échelles : paillasse, plateforme laboratoire, plateforme constructeur.
- ↳ Différentes essences de bois : hêtre, chêne, charme, résineux
- ↳ Différentes conditions opératoires : tirage naturel, tirage forcé
- ↳ Différentes mises en forme et préparation de combustible (granulés, bûche)
- ↳ Mesure sur l'ensemble du cycle de combustion

4

# Objectifs de l'étude à l'échelle de la bûche

Sur la plateforme laboratoire, en tirage naturel :

- Etudier différentes essence de bois
- Etudier l'impact de différentes mises en forme de combustible
- Etudier l'influence de la présence d'écorce
- Etudier l'impact du lavage à l'échelle de la bûche

Sur la plateforme constructeur LORFLAM, en tirage régulé 12 Pa :

- Etudier l'influence de la nature de la vitre
- Etudier l'influence de la réserve de braise
- Etudier l'influence du diamètre de conduit

# Propriétés des combustibles utilisés au laboratoire

fournisseur	Essence	Mise en forme	Humidité moyenne sur brut (%)	Taux de cendres moyen sur sec (%)	PCS moyen sur sec (J/g)	PCI moyen sur pur et sec (J/g)
A	Charme	Bois	12,3	0,51	18870	17604
		Ecorce	14,4	12,27	16859	17887
		Buche (4,3% écorce)	12,4	1,02	18783	17606
A	Charme lavé	Bois	11,3	0,59	18913	17652
		Ecorce	11,1	11,57	17428	18393
		Buche (4,5% écorce)	11,3	1,08	18847	17682
B	Charme	Bois	11,8	0,6	19071	17813
		Ecorce	12,5	13,11	16556	17715
		Buche (8,5% écorce)	11,8	1,67	18856	17806
Palette	Sapin	Bois	26,2	0,36	19704	18382
Palette	Sapin lavé	Bois	9,5	0,21	19900	18754
Buche densifiée	Résineux	Buche densifiée	11,0	0,38	19147	17850

- Le lessivage des bûches n'a pas d'influence sur le PCI des bûches
- L'écorce possède un taux de cendres ( $\approx 12\%$ ) beaucoup plus élevé qu'un bois ( $\approx 0,6\%$ )

6

# Propriétés des combustibles utilisés au laboratoire

fournisseur	Essence	Mise en forme	C (%)	H (%)	N (%)	S (%)	O (%)	Indéterminé (%)
A	Charme	Bois	47,9	6,1	0,2	<0,03	44,8	1
		Ecorce	43,1	5,2	1	<0,03	40,1	10,6
		<b>Bûche (4,3% écorce)</b>	<b>47,7</b>	<b>6,1</b>	<b>0,2</b>	<b>&lt;0,03</b>	<b>44,6</b>	<b>1,4</b>
A	Charme lavé	Bois	47,8	6,1	0,3	<0,03	44,5	1,3
		Ecorce	43,8	5,2	1,4	<0,03	39	10,6
		<b>Bûche (4,5% écorce)</b>	<b>47,6</b>	<b>6,1</b>	<b>0,3</b>	<b>&lt;0,03</b>	<b>44,3</b>	<b>1,7</b>
B	Charme	Bois	47,5	6,1	0,2	<0,03	44,9	1,3
		Ecorce	43,2	5,2	0,7	<0,03	37,6	13,3
		<b>Bûche (8,5% écorce)</b>	<b>47,1</b>	<b>6,0</b>	<b>0,2</b>	<b>&lt;0,03</b>	<b>44,3</b>	<b>2,3</b>
Palette	Sapin	Bois	<b>48,9</b>	<b>6,2</b>	<b>0,3</b>	<b>&lt;0,03</b>	<b>43,5</b>	<b>1,1</b>
Palette	Sapin lavé	Bois	<b>48,8</b>	<b>6,1</b>	<b>0,3</b>	<b>&lt;0,03</b>	<b>42,7</b>	<b>2,1</b>
Bûche densifiée	Résineux	Bûche densifiée	<b>47,3</b>	<b>6,1</b>	<b>0,1</b>	<b>&lt;0,03</b>	<b>44,2</b>	<b>2,3</b>

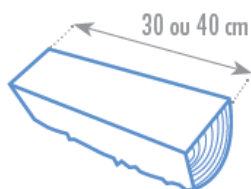
- Pas différence significative de composition en fonction de l'origine du bois
- Peu de différence de composition entre le charme et le sapin
- Le lessivage des bûches n'a pas d'influence sur l'analyse élémentaire

7



# Propriétés des combustibles utilisés sur la plateforme LORFLAM : Woodstock

Dimensions :



## Caractéristiques techniques



Bûches de bois **Fendues et en grande partie écorcées**  
 Origine **100 % bois français**  
 Type du bois **100 % feuillus durs**  
 (chêne - charme - hêtre)  
 Qualité **NF - Groupe H1 G1**  
 Longueur **25, 30 ou 40 cm (± 2 cm)**  
 Section **8 cm ≤ 90 % Vol. ≤ 14 cm**  
 PCI sur brut<sup>(1)</sup> **≥ 3,9 kWh.kg<sup>-1</sup>**  
 Taux d'humidité **10% ≤ H ≤ 20 % sur brut**  
 Taux de cendre **≤ 1,5 %**  
 Utilisation **Immédiate**

(1) Quantité de chaleur dégagée par kg de combustible.

Echantillon		Humidité moyenne sur brut (%)	Taux de cendres moyen sur sec (%)	PCS moyen sur sec (J/g)	PCI moyen sur pur et sec (J/g)
Hêtre WOODSTOCK	Exp.	6,5	0,23	18 735	17 410

Echantillon	Elément (%)						
		C	H	N	S	O	Indéterminé
Hêtre WOODSTOCK	Exp.	47,5	6,1	0,1	<0,03	43,3	<3%

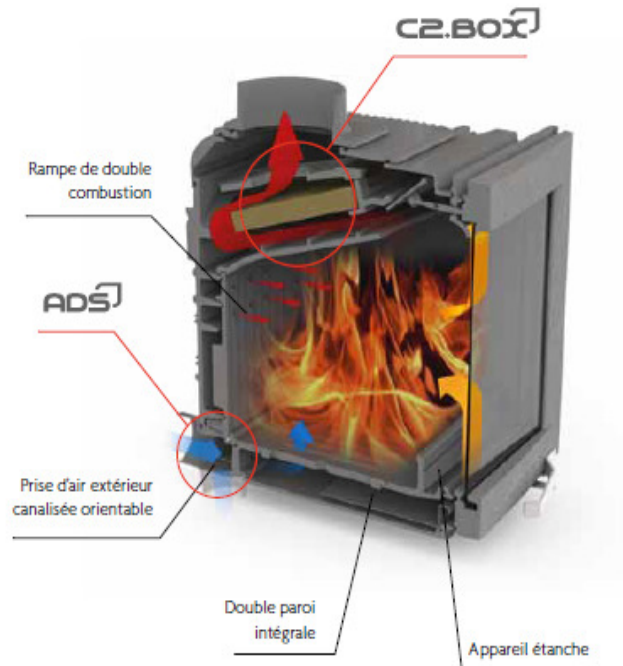
## Données expérimentales

- Les résultats sont en accord avec les analyses précédentes et avec la littérature.

8



# Description de la plateforme de combustion



## Descriptif

Dimensions (LxHxP)	680 x 523 x 479
Corps de chauffe	Double paroi fonte
Classe Flamme Verte	★★★★★★
Puissance nominale	11 kW (mini-maxi : 8-14)
Longueur maxi des bûches	50 cm
Diamètre de raccordement	180 mm
Rendement	80,4 %
Taux de CO	0,06
Indice perf. environnement.	0,4



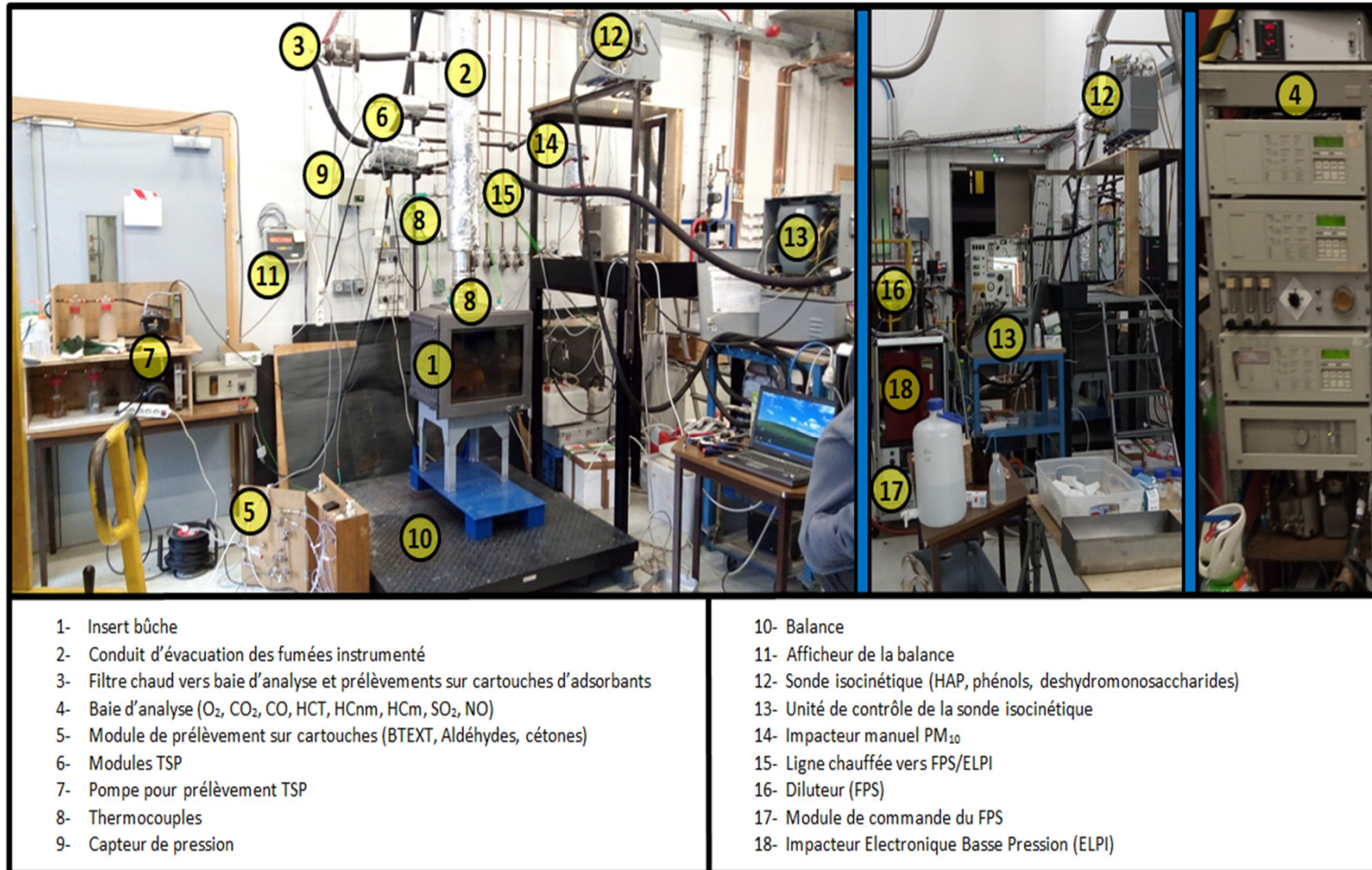
## Caractéristiques de l'insert LORFLAM XP68-IN

L'insert peut être équipé :

- d'une vitre classique pour l'étude laboratoire
- d'une vitre dite « pyrolysée » (dépôt d'oxyde d'aluminium sur la face extérieure de la vitre)

9

# Description de la plateforme de combustion du laboratoire



# Description de la plateforme de combustion LORFLAM



Plateforme LORFLAM tirage régulé 12 Pa

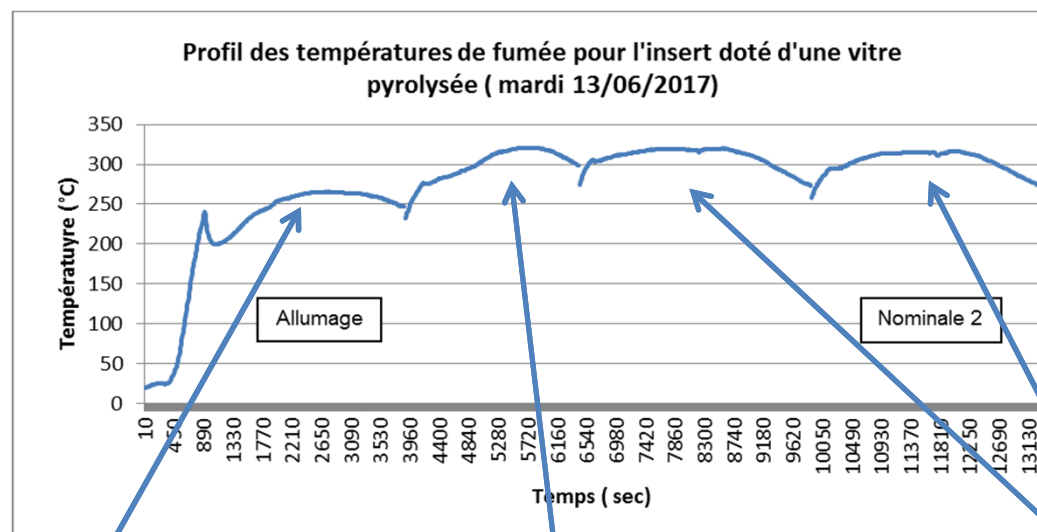


Analyseur CO/CO2 ultramat



Réglage d'air en régime nominale (13cm bord droit)

# Déroulement d'un essai



## Allumage

- 4,5 kg de bois
- Allumage par le haut
- Durée 45-60 min

## Mise en régime (MER)

- 2,4 kg de bois
- Durée 45 min

## Charge nominale (a minima 2)

- 2,4 kg de bois
- Durée 45 min



# Influence de l'essence du bois introduit dans l'insert

3 types de biomasses différentes sont étudiées : bûche de charme « A », sapin en planche et bûches densifiées

	Durée (min)	Type de charge	Masse (kg)	Rendement (%)	Température Fumées (°C)
CHARME « A » Ecorce brute	113	Allumage	4,15	ND	200
	69	Mise en régime	2,65	ND	269
	45	Nominale	2,4	73,6	315
Sapin - Bois de palette	105	Allumage	4,35	ND	179
	60	Mise en régime	2,6	ND	323
	52	Nominale 2	2,3	68,1	309
Bûche densifiée	92	Allumage	4,2	ND	218
	54	Mise en régime	2,5	ND	316
	51	Nominale 1	2,45	72,6	345

Paramètres de fonctionnement de l'insert

Pas de différences significatives en fonction de l'essence de biomasse



# Influence de l'essence du bois introduit dans l'insert

## Emissions gazeuses et particulaires en masse

				Corrigé à 13% O <sub>2</sub>					
	Type de charge	O <sub>2</sub> (%)	CO <sub>2</sub> (%)	CO (mg/kg bs)	SO <sub>2</sub> (mg/kg bs)	NO (mg/kg bs)	HCT (mg/kg bs)	HCNM (mg/kg bs)	TSP (mg/kg bs)
CHARME « A » Ecorce brute	Allumage	15,7	5,2	57251	772	937	9849	5229	colmaté
	Mise en régime	14,4	6,5	43392	273	895	5654	3417	310
	Nominale	12,5	8,4	15595	112	1239	1386	857	215
Sapin – bois de palette	Allumage	15,5	5,1	56828	773	498	9291	4479	colmaté
	Mise en régime	13,8	6,9	33702	118	456	2357	1146	384
	<b>Nominale</b>	<b>14,2</b>	<b>6,4</b>	<b>63586</b>	<b>788</b>	<b>399</b>	<b>6760</b>	<b>2748</b>	<b>1143</b>
Bûche densifiée	Allumage	14,6	6,3	43504	283	1794	6286	3888	3043
	Mise en régime	12,8	8,0	30448	79	1538	2323	1263	358
	Nominale	12	8,7	24130	23	1608	1326	484	258

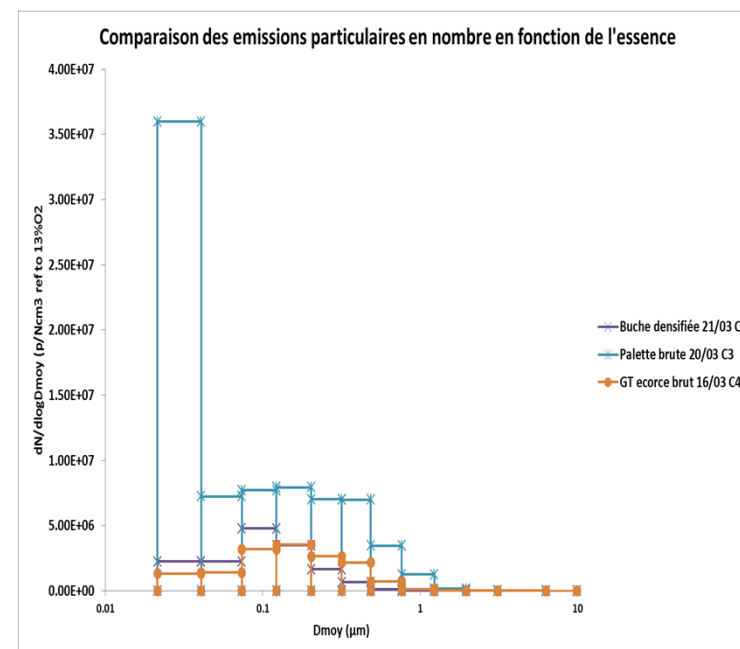
Le sapin est le plus émissif en CO, HCT et TSP en phase nominale

➔ appareil optimisé pour des feuillus.

# Influence de l'essence du bois introduit dans l'insert

Corrigé à 13% O <sub>2</sub>								
CHARME « A » Ecorce brute	Type de charge	PM <sub>2.5</sub> (p/Ncm <sup>3</sup> )	Sapin – bois de palette	Type de charge	PM <sub>2.5</sub> (p/Ncm <sup>3</sup> )	Bûche densifiée	Type de charge	PM <sub>2.5</sub> (p/Ncm <sup>3</sup> )
	Allumage	2,21.10 <sup>7</sup>		Allumage	2,64.10 <sup>7</sup>		Allumage	2,76.10 <sup>7</sup>
	Mise en régime	5,02.10 <sup>6</sup>		Mise en régime	ND		Mise en régime	1,32.10 <sup>7</sup>
	Nominale	2,17.10 <sup>6</sup>		Nominale	1,03.10 <sup>7</sup>		Nominale	3,5.10 <sup>6</sup>

- le sapin se démarque de la bûche densifiée et du charme « A »
- le profil des émissions particulaires pour le sapin est comparable à celui d'un allumage



15



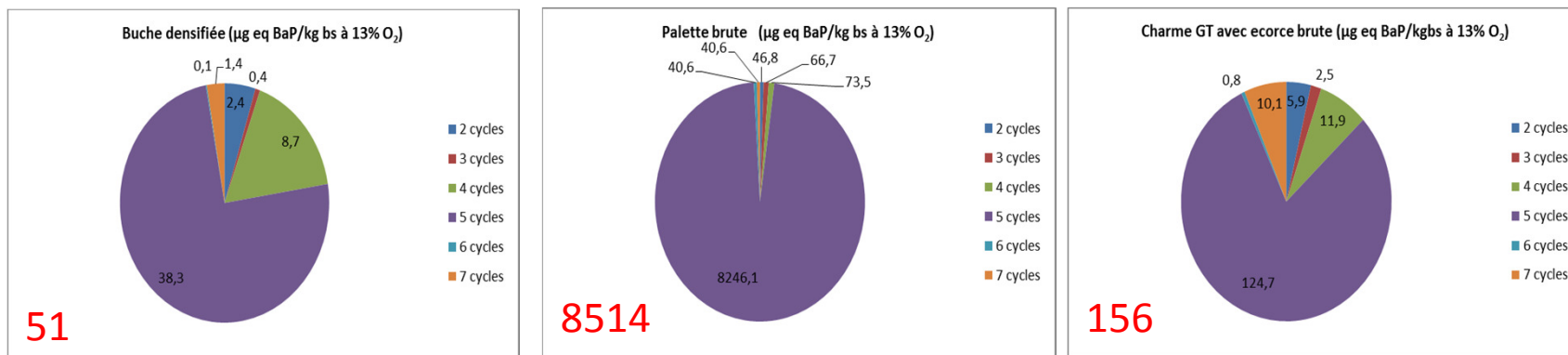
# Influence de l'essence du bois introduit dans l'insert

Composés	Concentration (en µg/kgbs à 13%O2)								
	Bois GT écorce			Palette brute			Buche densifiée		
	Allumage	Charge Nominale	Extinction	Allumage	Charge Nominale	Extinction	Allumage	Charge Nominale	Extinction
Naphtalène	19315,9	5870,3	8815,1	11225,1	46801,3	116203,7	17415,8	2448,1	7005,7
Acénaphtylène	4544,9	477,2	559,1	2798,5	11018,5	43376,8	3143,3	18,9	446,9
Acénaphène	331,7	21,6	38,5	0,0	621,8	1849,4	303,8	3,5	17,4
Fluorène	2838,1	210,0	489,2	306,8	5425,2	7124,4	3283,0	0,0	127,2
Phénanthrène	5772,4	827,0	1319,2	1605,0	8766,0	30834,6	3924,8	262,9	496,2
Anthracène	1749,2	99,7	104,8	154,8	4083,1	1253,3	1474,6	9,2	47,1
Fluoranthène	2821,0	389,6	339,0	223,7	4873,2	7358,2	2281,3	170,2	197,5
Pyrène	2665,9	308,8	344,3	195,4	4519,2	5844,2	2299,8	132,1	188,6
Benzo[a]Anthracène	475,1	101,6	72,3	39,2	574,8	800,2	482,8	75,7	46,6
Chrysène	364,6	105,3	75,3	43,0	666,6	757,6	278,1	81,6	49,8
Benzo[b]Fluoranthène	652,1	87,7	63,5	51,8	621,0	844,5	377,6	63,8	41,2
Benzo[k]Fluoranthène	146,6	80,9	58,2	10,6	2817,3	414,5	61,0	7,6	35,0
Benzo[a]Pyrène	227,9	107,9	80,0	65,5	3615,3	789,1	367,8	31,1	45,6
Indeno[1,2,3-c,d]Pyrène	458,2	101,4	75,8	3,5	4287,0	421,5	0,0	0,0	0,0
Dibenzo[a,h]Anthracène	0,0	0,0	0,0	79,9	4058,3	918,9	59,2	8,1	32,0
Benzo[g,h,i]Perylène	142,7	80,2	63,3	59,0	406,2	891,7	76,0	14,0	41,0
<b>Total</b>	<b>42506</b>	<b>8869</b>	<b>12497</b>	<b>16862</b>	<b>103155</b>	<b>219682</b>	<b>35829</b>	<b>3327</b>	<b>8818</b>

émissions en HAP totaux en µg/kg de bois sec

- le bois de palette émet une grande quantité de composés aromatiques polycycliques (HAP)
- la bûche densifiée émet moins de HAP que la bûche conventionnelle et ceci pour toutes les phases de combustion

# Influence de l'essence du bois introduit dans l'insert



émissions en HAP exprimées en équivalent toxique BAP/ kg de bois sec

Le potentiel toxique, des émissions de HAP issues de la combustion de sapin (bois de récupération) sur une charge nominale, est à minima 60 fois plus élevé que celui d'un bois standard (charme « A ») et 160 fois plus élevé qu'une bûche densifiée.

# Influence de la présence d'écorce sur le bois

2 lots de charmes « A » (GT) et charme « B » (LORFLAM) sont utilisés avec et sans écorce

	Durée (min)	Type de charge	Masse (kg)	Rendement (%)	Température Fumées (°C)
CHARME « A » Ecorce brute	113	Allumage	4,15	ND	200
	69	Mise en régime	2,65	ND	269
	45	Nominale	2,4	73,6	315
CHARME « A » sans Ecorce brute	101	Allumage	3,9	ND	222
	53	Mise en régime	2,75	ND	309
	50	Nominale 2	2,7	80	336
CHARME « B » Ecorce brute	77	Allumage	4,3	ND	269
	60	Mise en régime	2,65	ND	314
	56	Nominale 1	2,65	80	298
CHARME « b » sans Ecorce brute	82	Allumage	4,3	ND	257
	50	Mise en régime	2,55	ND	324
	60	Nominale 1	2,4	80	330

Paramètres de fonctionnement de l'insert

La présence d'écorce n'a pas de différence significative sur les paramètres de fonctionnement de l'insert.

# Influence de la présence d'écorce sur le bois

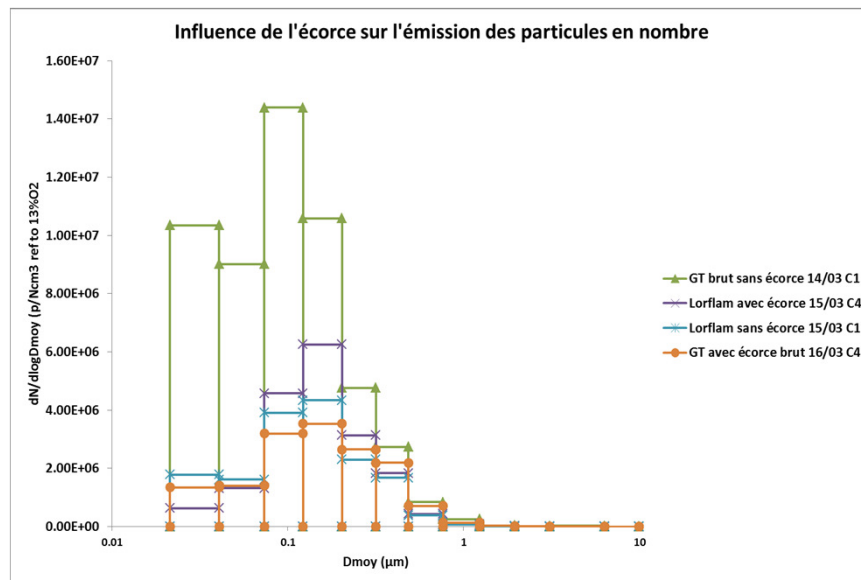
## Emissions gazeuses et particulaires en masse

				Corrigé à 13% O <sub>2</sub>					
	Type de charge	O <sub>2</sub> (%)	CO <sub>2</sub> (%)	CO (mg/kg bs)	SO <sub>2</sub> (mg/kg bs)	NO (mg/kg bs)	HCT (mg/kg bs)	HCNM (mg/kg bs)	TSP (mg/kg bs)
CHARME « A » Ecorce brute	Allumage	15,7	5,2	57251	772	937	9849	5229	colmaté
	Mise en régime	14,4	6,5	43392	273	895	5654	3417	310
	Nominale	12,5	8,4	15595	112	1239	1386	857	215
CHARME « A » sans Ecorce brute	Allumage	13,6	7,1	40552	32	490	8519	5337	294
	Mise en régime	13,6	7,0	25319	6	471	3874	2026	285
	Nominale	13,4	7,8	30407	4	435	3486	1475	215
CHARME « B » Ecorce brute	Allumage	13,1	8,4	30016	0	620	1897	1203	365
	Mise en régime	12,5	9,8	27549	11	620	2418	1725	155
	Nominale	12,8	10,5	42094	33	461	4225	2887	228
CHARME « B » sans Ecorce brute	Allumage	13,2	11,7	23814	4	765	1656	1007	500
	Mise en régime	12,5	11,8	14126	0	538	2434	2077	153
	Nominale	12,6	1,4	6368	0	2	1273	979	176

## Résultats variables en fonction de l'origine du bois

# Influence de la présence d'écorce sur le bois

Corrigé à 13% O <sub>2</sub>											
CHARME « A » Ecorce brute	Type de charge	PM <sub>2.5</sub> (p/Ncm <sup>3</sup> )	CHARME « A » sans Ecorce brute	Type de charge	PM <sub>2.5</sub> (p/Ncm <sup>3</sup> )	Charme « B » écorce brute	Type de charge	PM <sub>2.5</sub> (p/Ncm <sup>3</sup> )	Charme « B » sans écorce brute	Type de charge	PM <sub>2.5</sub> (p/Ncm <sup>3</sup> )
	Allumage	2,21.10 <sup>7</sup>		Allumage	5,18.10 <sup>7</sup>		Allumage	5,39.10 <sup>6</sup>		Allumage	1,66.10 <sup>7</sup>
	Mise en régime	5,02.10 <sup>6</sup>		Mise en régime	1,75. 10 <sup>7</sup>		Mise en régime	4,34.10 <sup>6</sup>		Mise en régime	5,50.10 <sup>6</sup>
	Nominale	2,17.10 <sup>6</sup>		Nominale	1,24.10 <sup>7</sup>		Nominale	3,96.10 <sup>6</sup>		Nominale	3,58.10 <sup>6</sup>



profils de distribution granulométrique des fractions de PM<sub>2.5</sub>

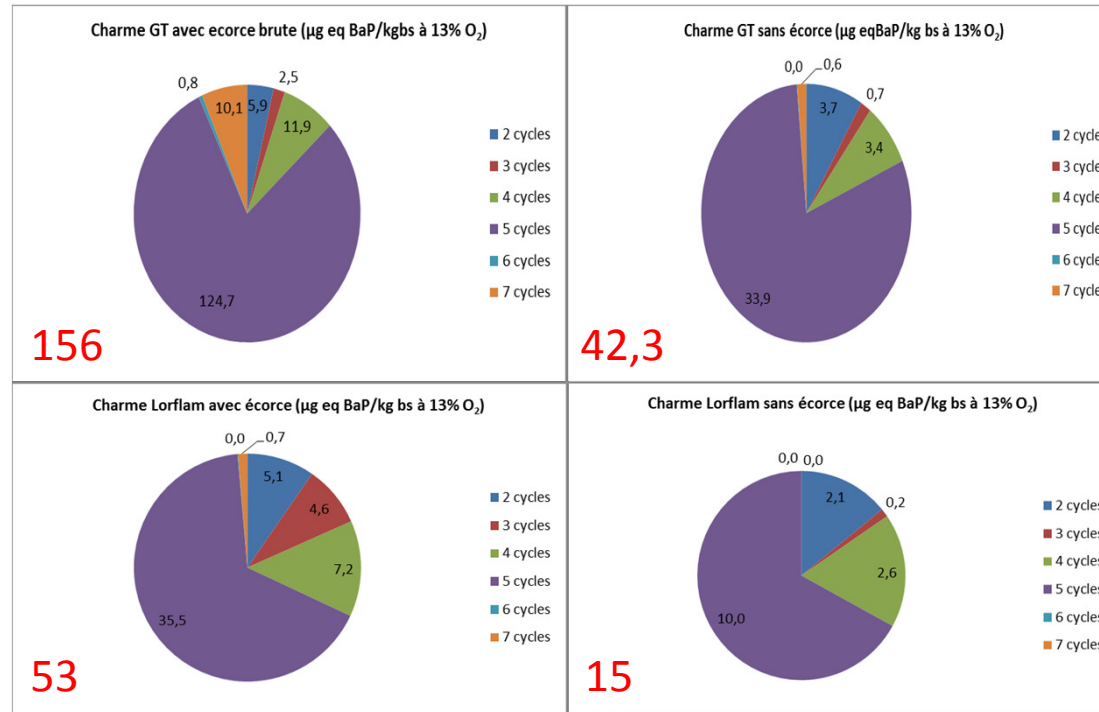
# Influence de la présence d'écorce sur le bois

Totaux (µg/kgbs à 13%O <sub>2</sub> )	Bois GT écorce			Bois GT sans écorce	Lorflam Bois écorce			Lorflam Bois sans écorce
	Allumage	Charge Nominale	Extinction	Charge Nominale	Allumage	Charge Nominale	Extinction	Charge Nominale
Naphtalène	19316	5870	8815	3709	5620	5133	4017	2115
Acénaphthylène	4545	477	559	55	156	102	129	39
Acénaphthène	332	22	38	8	18	16	7	0
Fluorène	2838	210	489	38	135	140	57	15
Phénanthrène	5772	827	1319	259	890	718	321	110
Anthracène	1749	100	105	33	109	367	30	3
Fluoranthène	2821	390	339	78	676	201	126	65
Pyrène	2666	309	344	66	623	166	92	53
Benzo[a]Anthracène	475	102	72	29	100	62	51	20
Chrysène	365	105	75	31	117	68	55	48
Benzo[b]Fluoranthène	652	88	64	23	95	46	40	28
Benzo[k]Fluoranthène	147	81	58	5	61	6	3	1
Benzo[a]Pyrène	228	108	80	31	78	30	19	7
Indeno[1,2,3-c,d]Pyrène	458	101	76	6	75	7	0	0
Dibenzo[a,h]Anthracène	0	0	0	0	0	0	0	0
Benzo[g,h,i]Perylène	143	80	63	4	63	4	0	0
<b>Total</b>	<b>42506</b>	<b>8869</b>	<b>12497</b>	<b>4375</b>	<b>8817</b>	<b>7066</b>	<b>4948</b>	<b>2504</b>
<b>Totaux µg eq BaP/kgbs à 13% O<sub>2</sub></b>	<b>462</b>	<b>156</b>	<b>121</b>	<b>42</b>	<b>122</b>	<b>53</b>	<b>34</b>	<b>15</b>

## émissions en HAP totaux

- enlever l'écorce des bûches de charme abaisse les émissions pour chacune des molécules analysées

# Influence de la présence d'écorce sur le bois



émissions en HAP exprimées en équivalent toxique BaP/ kg de bois sec

une bûche sans écorce présente un potentiel toxique plus faible



# Influence de la réserve de braises

un même lot de bûche de hêtre Woodstock sans écorce est introduit dans l'insert avec une réserve de braise plus faible que préconisé pour une charge nominale.

➔ **Simuler un rechargement tardif de l'utilisateur**

	Durée (min)	Type de charge	Masse (kg)	Rendement (%)	Température Fumées (°C)
Braise 500g	48	Allumage	4,02	ND	256
	54	Mise en régime	2,46	ND	297
	66	Nominale 1	2,44	78,5	288
	62	Nominale 2	2,42	79,6	285
Braise 250g	101	Nominale 3	2,46	73,3	239
	107	Nominale 4	2,42	73,1	225

Paramètres de fonctionnement de l'insert

# Influence de la réserve de braises

				Corrigé à 13% O <sub>2</sub>			
	Type de charge	O <sub>2</sub> (%)	CO <sub>2</sub> (%)	CO (mg/k g bs)	HCT (mg/kg bs)	HCNM (mg/kg bs)	TSP (mg/k g bs)
Braise 500g	Allumage	11,7	9,1	47383	4431	2494	1039
	Mise en régime	8,9	12,0	24476	1816	985	323
	Nominale 1	9,7	11,1	37371	3165	1660	418
	Nominale 2	9,3	11,6	35149	2363	1458	418
Braise 250g	Nominale 1						406
	Prolongation nominale 1	14,2	6,7	44431	1370	792	119
	Nominale 2						550
	Prolongation nominale 2	14,7	6,2	47557	2255	1138	108

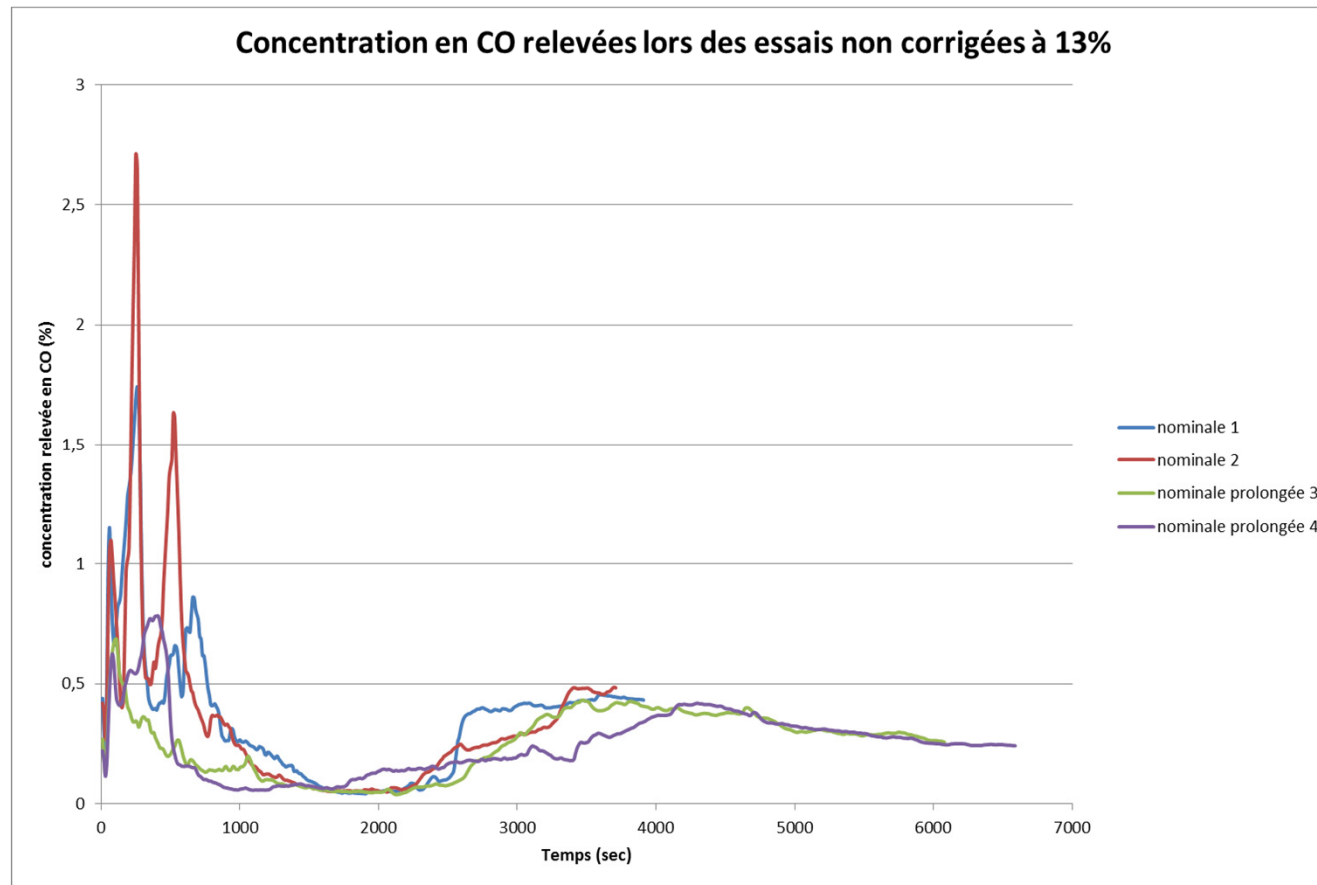
Emissions gazeuses et particulaires

TSP nominale : t<sub>0</sub>+3 à t<sub>0</sub>+33

TSP prolongation nominale : t<sub>[co2]=5%</sub> à t<sub>co2]=5%</sub> +30 min

24

# Influence de la réserve de braises



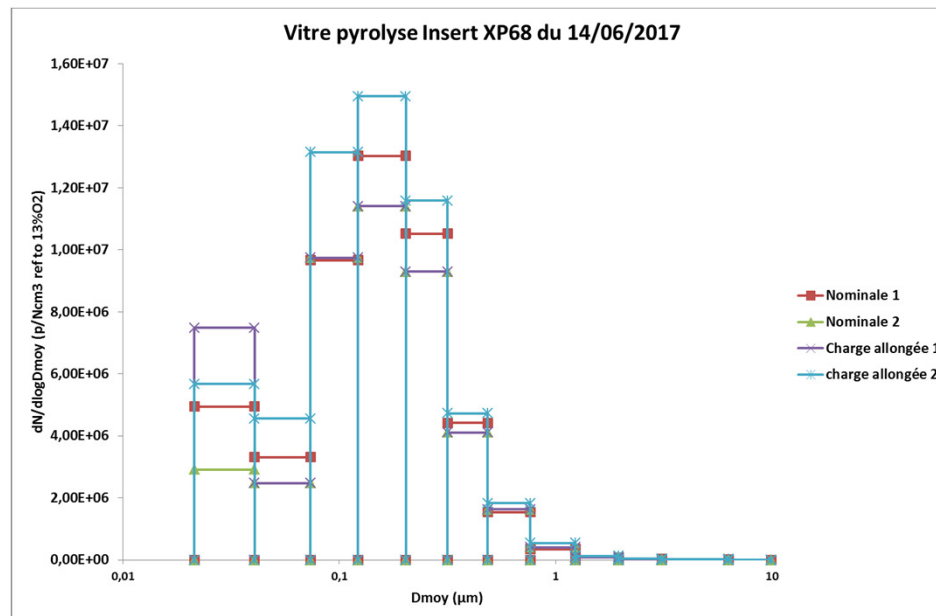
Concentrations en CO relevées lors des essais sur l'influence de la réserve de braises dans l'insert XP68-IN

25

# Influence de la réserve de braises

Corrigé à 13% O <sub>2</sub>					
Braïse 500gr	Type de charge	PM <sub>2,5</sub> (p/Ncm <sup>3</sup> )	Braïse 250 gr	Type de charge	PM <sub>2,5</sub> (p/Ncm <sup>3</sup> )
	Allumage	2,65.10 <sup>+7</sup>		Nominale 1	1,46.10 <sup>+7</sup>
	Mise en régime	ND		Prolongation nominale 1	1,73.10 <sup>+7</sup>
	Nominale 1	1,05.10 <sup>+7</sup>		Nominale 2	1,26.10 <sup>+7</sup>
	Nominale 2	0,91.10 <sup>+7</sup>		Prolongation nominale 2	1,15.10 <sup>+7</sup>

Emissions en nombre des PM2.5



26

profils de distribution granulométrique des fractions de PM2.5

# Conclusions

- A l'échelle de la bûche, les effets du lavage sont beaucoup moins marqués.
- Effet de l'essence de la bûche sur les émissions , le sapin (bois de réemploi) est celui qui possède les émissions les plus importantes sur les phases nominales de fonctionnement
- Le taux d'écorce des bûches a une influence sur les émissions , l'absence d'écorce entraîne une diminution plus ou moins importante en fonction de l'essence et des conditions
- Dans nos conditions opératoires, avec l'insert XP-68 In, la réserve de braise n'influence pas notablement les émissions. Seul le CO évolue à la hausse en fin de charge prolongé.



Etude réalisée avec le  
soutien de l'ADEME  
dans le cadre de  
l'appel d'offre  
CORTEA.

Avez-vous des questions?



Contact : [gontrand.leyssens@uha.fr](mailto:gontrand.leyssens@uha.fr)

