

## Site expérimental de Forges (49)

### Test de combustion de ceps de vigne



#### Description du site :

**Propriétaire :** commune de Forges



**Type de chaudière :** Fröling

**Puissance de la chaudière :** 150kW

**Utilisation :** lotissement de 29 maisons, mairie

**Silo :** 8 tonnes de plaquettes bois (pour une autonomie de 1 mois)

**Equipements :** grille mobile, extracteur de fumées

**Système d'alimentation :** désileur rotatif + vis sans fin horizontale.

**Nettoyage :**

- Hebdomadaire : vidange des cendres du foyer et de l'échangeur (env. 60l), vidange suies
- Mensuel : nettoyage foyer
- Annuel : ramonage

**Partenaires :** essais réalisés en partenariat avec la commune de Forges et le Pays Saumurois, fourniture des ceps de vigne par Anjou Bois Energie, réglages de la chaudière par Hervé Thermique



#### Protocole d'essai de combustion :

Comparaison pour les 2 combustibles testés des performances de combustion et des émissions :

- Suivi du rendement de la chaudière par méthode indirecte
- Suivi des émissions atmosphériques par un organisme agréé (CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, HCl, poussières, éléments traces métalliques : Cu, Zn, As, Pb)
- Suivi de la quantité et qualité des cendres produites

Le CO et le COV sont signes d'une combustion incomplète. Ils sont toxiques pour l'homme. Les émissions de SO<sub>2</sub> et de HCl sont liées à la composition du combustible. Les émissions de NO<sub>x</sub> sont liées à la fois aux conditions de réglage et à la teneur en azote du combustible. Le NO<sub>x</sub> et le SO<sub>2</sub> sont responsables des pluies acides et le HCl est corrosif. La formation de poussières est surtout liée à la qualité de la combustion. C'est un facteur de risques sanitaires (problèmes respiratoires...).

Pour chaque combustible, on procède à 2 essais de 1 heure chacun, un essai à régime nominal et l'autre à régime réduit



#### Combustibles testés :

Combustible témoin : plaquettes de bois / Combustible testé : ceps de vigne

	Humidité sur brut (%)	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	PCI (kJ/kg brut)	Résultats exprimés sur produit sec									
				Cendres à 550°C (%)	T° de déformation (°C)	Azote (%)	Soufre total (mg/kg)	Chlore total (mg/kg)	Si (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	As (mg/kg)	Pb (mg/kg)
NF 444 granulés	-	-	-	<5	>1000	<1,5	<2000	<2000	-	<40	<60	<1	<10
Plaquettes bois	33	213	11463	2	1440	<0.3	433	51	1049	0,07	<	<	0,01
Ceps de vigne	35	238	10 620	8	1201	0.5	600	350	15531	28	41	3,3	2,8

Les ceps de vigne ont une humidité et une densité comparable aux plaquettes de bois. Les taux de cendre et de silice élevés des ceps de vigne sont liés à la présence de terre dans le combustible. Les valeurs d'azote, de soufre et de chlore sont supérieures à celles du bois mais restent bien inférieures au seuil de la marque agrogranulés NF 444. Les teneurs des ceps en cuivre, zinc, plomb et arsenic sont largement supérieures à celles du bois. La teneur en arsenic des ceps dépasse le seuil de la marque NF 444 et celle des autres éléments traces sont proches des seuils.



## Résultats des tests de combustion :

### Rendement de la chaudière

Rendement calculé = 100% - pertes par les imbrûlés - pertes thermiques par les gaz - pertes par rayonnement

	Régime nominal		Régime réduit	
	Bois	Ceps	Bois	Ceps
<b>Rendement</b>	91%	85%	91%	76%
<b>T°C fumées</b>	175	117	135	96
<b>Facteur d'air</b>	1.6	2.7	2.5	6.3

Seuil norme NF EN 303.5 > 80%

Valeur conseillée > 120°C

Valeur conseillée < 2,5

Le rendement de la chaudière est plus faible dans le cas des ceps de vigne, et inférieur à la valeur de la norme dans le cas du régime réduit. Les ceps de vigne étaient mal calibrés et ont entraîné des problèmes de bourrage lors des essais. La chaudière était donc mal réglée dans le cas des ceps (excès d'air trop fort et t°C de fumées trop basse).

### Emissions atmosphériques (mg/Nm<sup>3</sup> à 10% d'O<sub>2</sub>)

		CO	COVt	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	HCl	Poussières	Cu	Zn	Pb	As
<b>Norme ou référence</b>		2 500	80	600	200	150		-	-	-	-
<b>Plaquettes bois</b>	<b>Nominal</b>	1 168	54	198	2.4	3.2	222	0.04	1.65	0.13	0.02
	<b>Réduit</b>	1 311	20	271	1.7	0.2	153	0.03	1.98	0.03	0.02
<b>Ceps de vigne</b>	<b>Nominal</b>	2 170	82	442	24	1.2	298	0.12	1.30	0.10	0.05
	<b>Réduit</b>	5 547	717	446	22	1.5	590	0.12	1.48	0.17	0.06

[Valeur limite de la norme EN 303.5 pour les installations de 50kW à 150kW : 2500 mgCO/Nm<sup>3</sup> à 10% d'O<sub>2</sub> et 80 mg COV/Nm<sup>3</sup> à 10% d'O<sub>2</sub> / Valeur de l'arrêté du 25 juillet 1997 des émissions de SO<sub>2</sub> pour les installations de plus de 2MW: 200 mg/Nm<sup>3</sup> à 10% d'O<sub>2</sub> / Exigence autrichienne pour les émissions de NO<sub>x</sub> des installations inférieures à 400kW : 600 mg/Nm<sup>3</sup> à 10% d'O<sub>2</sub>]

Beaucoup de résultats d'émissions sont liés à la mauvaise combustion qui a eu lieu dans le cas du cep de vigne : émissions d'imbrûlés (CO, COV), de NO<sub>x</sub> de poussières sont fortement liées aux conditions de combustion et au réglage de la chaudière. Certaines valeurs dépassent même les seuils de la norme NF EN 303.5. Les fortes émissions de poussières pourraient être réduites par l'ajout d'un multicyclone sur la chaudière. Les émissions d'éléments traces métalliques sont similaires à celles du bois pour le Pb et Zn et 3 fois supérieures au bois pour le Cu et As. Elles peuvent être réduites de la même manière que les poussières.

### Taux de cendres

Taux de cendres = **1.4% avec le bois** et **2% avec les ceps de vigne**

**Composition des cendres** collectées lors des tests de combustion en laboratoire (sur produit sec)

	N+P2O5+K2O (%)	P2O5 (%)	K2O (%)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Pb (mg/kg)	As (mg/kg)
<b>Arrêté du 02/02/1998 (effluents épandables des ICPE)</b>				<1000	<3000	<800	non défini
<b>Paramètres agronomiques</b>	>7	>2	>5				
<b>Granulés de bois</b>	10,7	1,6	9,1				
<b>Ceps de vigne</b>	8,52	2,1	6,3	320	120	10,6	17

Les cendres des ceps de vigne présentent une valeur agronomique intéressante et des teneurs en éléments traces inférieures aux seuils de l'arrêté du 2 février 1998.



## Conclusions sur les résultats et préconisations :

La comparaison des performances de combustion entre le bois et les ceps a été biaisée par le mauvais broyage effectué sur les ceps, qui a entraîné des problèmes de bourrage et de mauvais réglages des paramètres de la combustion.

- Le rendement de combustion, les émissions d'imbrûlés, de poussières et de NO<sub>x</sub> sont donc moins bons pour les ceps.
- Les émissions de SO<sub>2</sub> sont supérieures pour les ceps, en lien avec sa teneur plus importante en soufre.
- Le taux de cendres mesuré est bas par rapport à ce qui peut être attendu (8%)
- Les cendres prélevées présentent une qualité compatible pour un épandage agricole.

La combustion de ceps de vigne dans de telles conditions (produit humide et mal broyé) est totalement déconseillée. Un séchage et meilleur broyage sont indispensables pour envisager une utilisation du produit en chaudière bois. Des essais complémentaires seront réalisés avec un produit mieux préparé.

**On rappelle l'importance d'effectuer un réglage précis de sa chaudière. En effet, une chaudière mal réglée entraîne des problèmes de combustion, des valeurs d'émissions de polluants très importantes et une baisse de performances qui peuvent être facilement évités.**