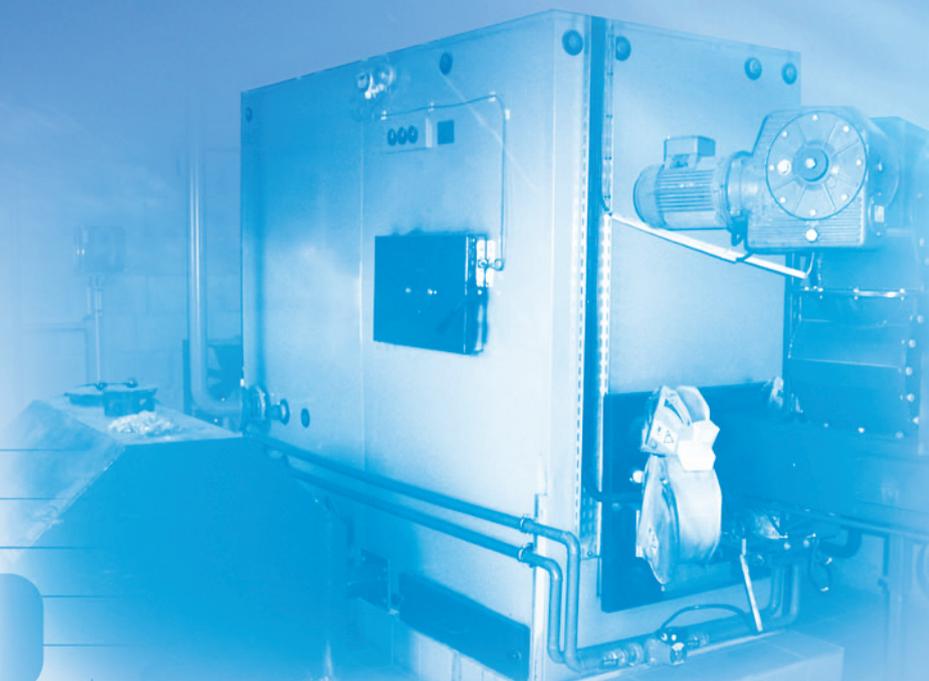


- Bois Retiers
- Granulés chanvre Retiers
- Granulés bois labo
- Granulés chanvre labo



La combustion de la biomasse herbacée en chaudière petite puissance (10 à 500 kW)

Résultats des tests et conseils d'utilisation



PROGRAMME LIFE ENVIRONNEMENT 2009-2011





L'association AILE (Association d'Initiatives Locales pour l'Énergie et l'Environnement) coordonne depuis 2009 le projet Green Pellets. L'objectif de ce projet expérimental de 3 ans est d'identifier les conditions pour le développement de filières agrocombustibles à partir de biomasse herbacée qui soient respectueuses de l'environnement. Des tests de combustion conduits en laboratoire et en sites pilotes, sur le terrain, ont permis de connaître les performances de combustion et les émissions atmosphériques de différents agrocombustibles. Voici les enseignements pratiques qui en résultent :

5 points à vérifier pour utiliser un combustible herbacé

1. Vérifier la compatibilité du combustible avec la chaudière auprès du distributeur

La composition d'un combustible peut être estimée à l'aide du tableau page 4 ou analysée dans un laboratoire. Ecarter d'emblée les combustibles dont la composition ne respecte pas les seuils de la marque NF 444 Agrocombustible Qualité Haute Performance. Préférer ceux qui respectent Obenberger**.

→ Pages 3 et 4

2. Faire les réglages d'amenée du combustible

Les combustibles herbacés en vrac peuvent être très foisonnants, par exemple le miscanthus décheté est deux fois plus volumineux que des plaquettes bois pour la même énergie.

→ Pages 6 et 7

3. Régler le facteur d'air

Le facteur d'air doit être compris entre 1,5 et 2,5 pour une bonne combustion. Un analyseur de combustion permet de connaître ce paramètre et d'ajuster les réglages de la chaudière.

→ Pages 6 et 7

4. Régler le décendrage et le nettoyage des turbulateurs

La biomasse herbacée fait plus de cendres que le bois (jusqu'à 5% contre 1 à 2% pour le bois). Les réglages doivent être adaptés. Au démarrage de la chaudière avec le nouveau combustible, vérifier l'éventuelle formation de mâchefers et le cas échéant leur bonne évacuation dans le cendrier (privilégier les chaudières à foyer à grilles mobiles).

→ Page 5

5. Si possible, vérifier l'encrassement en cours de campagne et modifier si nécessaire le programme d'entretien

Les tests de combustion du projet Green Pellets

Plus de 20 combustibles herbacés produits et analysés 14 combustibles testés en laboratoire dans des conditions de combustion maîtrisées.

Tests dans une chaudière polycombustible à deux régimes différents sur une durée de deux heures. Suivi des émissions, du rendement et de la production de cendres.

16 combustibles testés en conditions réelles et comparés au bois

Tests dans 10 installations de puissance de 10 kW à 500 kW Suivi des émissions et du rendement sur deux essais d'une heure, observation du comportement du combustible et des cendres produites pendant une semaine à un mois.

→ Pages 8 à 11



Biomasse herbacée : réaliser des analyses de composition

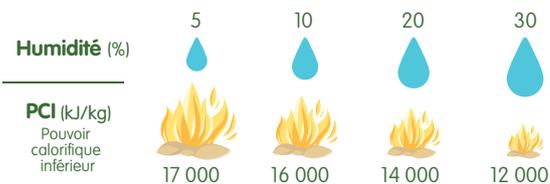
Pourquoi réaliser des analyses de composition des combustibles ?

- › Pour connaître la valeur énergétique du combustible
- › Pour comparer les résultats aux normes existantes
- › Pour connaître les risques d'émissions polluantes
- › Pour adapter les réglages de sa chaudière et optimiser la combustion

Les principaux critères d'analyse

Le PCI (Pouvoir Calorifique Inférieur) et l'humidité :

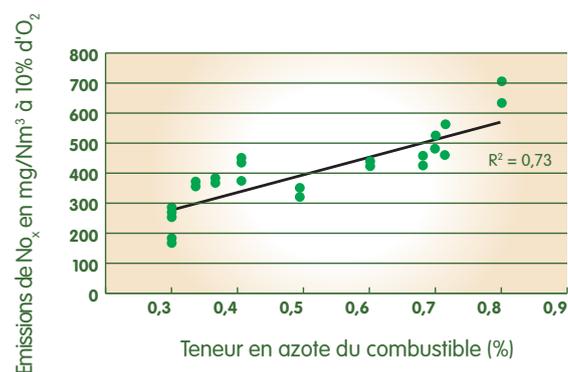
La quantité de chaleur libérée par la combustion de la biomasse, appelée pouvoir calorifique, dépend principalement de la teneur en carbone du combustible, puis de celle en hydrogène. L'humidité a également une forte influence sur le pouvoir calorifique, l'évaporation de l'eau nécessitant une énergie supplémentaire.



© Arnaud Vallée pour Abibois

La teneur en azote, soufre et chlore

La teneur initiale du combustible en azote, soufre et chlore a un impact sur la formation d'oxydes d'azote NO_x , d'oxydes de soufre SO_x et d'acide chlorhydrique HCl ; cela peut entraîner des émissions polluantes et la corrosion de la chaudière.



La teneur en cendres et la température de déformation

Une teneur en cendres élevée va entraîner une logistique d'évacuation de ces cendres importante et l'adaptation de la chaudière. Il est recommandé que la teneur soit inférieure à 5 %. La température de déformation des cendres conditionne la production de mâchefers. Il est recommandé que cette température de déformation soit supérieure à 1000 ° C.



Cendres de miscanthus
Température de déformation faible
→ formation de mâchefers

Cendres de chanvre
Température de déformation élevée
→ pas de mâchefer

Marque NF Granulés Biocombustibles Agro Qualité Haute Performance

Les résultats obtenus dans le cadre du projet Green Pellets sont comparés aux seuils de la marque NF Agrocombustibles Qualité Haute Performance* et les préconisations d'Obernberger**



L'analyse des éléments traces métalliques est recommandée pour certains combustibles (ex : ceps et sarments de vignes)

* Marque concernant les granulés d'origine ligneuse et les granulés d'origine herbacée et/ou fruitière non traités chimiquement, basée sur la norme XP CEN/TS 14961, gérée par le FCBA et certifiée par l'Afnor

** Chercheur Autrichien en combustion de biomasse.



Résultats d'analyse de composition des agrocombustibles testés

Synthèse des résultats de composition des combustibles herbacés (analyses de 2011)

	PCI (kJ/kg)	Humidité (%)	Résultats exprimés sur produit sec										Respect des référentiels					
			Cendres à 550 °C (%)	Azote (%)	Soufre total (mg/kg)	Chlore total (mg/kg)	T° de déformation (°C)	Cadmium (mg/kg)	Chrome (mg/kg)	Cuivre (mg/kg)	Zinc (mg/kg)	Mercuré (mg/kg)	Arsenic (mg/kg)	NF444 QI	NF444 QHP	Obernberger		
Préconisations d'Obernberger				<0,6	<1000	<1000		<0,0005 % (sur cendres)				<0,08 % (sur cendres)						
Marque NF 444 QHP	>15800	<11	<5	<1,5	<2000	<2000	>1000	<0,5	<10	<40	<60	<0,1	<1					
Granulés bois Coopédom	16 876	8,7	0,9	<0,30	227	107	1209	<	6,8	3,8	10,0	<	0,4	x	x	x		
Granulés miscanthus	16 022	10,6	2,4	<0,30	747	657	840 à 1150	<	4,2	3,5	12,0	<	0,1	x	x	x		
Granulés chanvre	15 617	9,5	3,4	0,68	870	235	1182	0,03	1,8	2,5	4,4	0,006	0,1	x	x			
Granulés switchgrass	15 558	10,9	3,7	0,33	600	305	1123	<	1,9	3,1	9,1	0,005	0,1	x	x			
Granulés paille blé	15 596	10,0	4,9	0,43	645	760	818	<	0,8	2,2	6,6	0,005	<	x				
Granulés paille colza	14 809	10,7	6,9	0,81	2600	1560	1468	<	0,6	2,2	6,5	<	0,1					
Granulés roseau	15 374	11,3	5,1	0,69	1100	680	1260	<	1,6	2,9	28,1	<	<	x				
Granulés 40% miscanthus	16 785	8,0	1,4	0,43	637	620	1132	0,17	2,3	21,7	11,5	0,002	0,1	x	x			
Granulés 20% paille colza	17 201	6,6	2,0	0,52	1013	1667	1412	0,03	1,2	21,4	9,1	<	0,1	x	x			
Plaquettes bocagères	13 900	22,1	2,9	0,5	555	305	1380	0,43	0,8	3,3	9,4	0,001	0,1	x	x			
Moyenne 3 miscanthus vrac	14 807	16,0	2,5	0,33	457	600 à 1400	970 à 1070	0,04 à 0,9	2,4	4,3	15,4	<	<					
Roseau vrac	15 424	13,4	5,2	1,35	1933	5867	1102	0,06	2,1	7,6	47,2	<	0,2					
Lande	15 134	20,4	2,4	<0,30	2267	1967	1004	0,05	1,1	4,4	27,3	<	0,1					
Ceps vigne	14 983	17,6	2,6	0,36	637	108	>1500	0,05	1,1	7,9	41,4	<	0,6	x	x			
Sarments vigne	14 799	16,3	2,9	0,60	730	250	>1500	0,04	1,0	7,5	25,3	<	0,2	x	x			

Conforme à la marque
Non conforme à la marque
Non conforme à la marque à plus de 10%
Conforme à la marque à ±10%
Conforme à la marque (+ de 10%), ne respectant pas les préconisations d'Obernberger
Conforme à la marque (+ de 10%) et respectant les préconisations d'Obernberger

- Les granulés bois et mixte bois / miscanthus respectent tous les seuils de la marque **Biocombustible Qualité Haute Performance**.
- Le miscanthus est conforme à l'exception de la température de déformation des cendres parfois trop faible.
- Les cultures énergétiques (chanvre et switchgrass) sont également conformes à l'exception de leur valeur énergétique un peu faible.
- Les résidus de cultures de céréales contiennent trop de chlore et soufre pour être utilisés tels quels dans des chaudières de petite puissance. En mélange à faible taux avec du bois ils respectent les seuils de la marque.
- Les ceps et sarments analysés respectent les critères de composition chimique de cette référence.
- Les résidus d'entretien du territoire (landes, roseaux), même s'ils poussent sur des espaces naturels, contiennent trop de minéraux pour être utilisés purs dans des chaudières. Ils doivent être mélangés au bois.

Quel agrocombustible est valorisable en chaudière de petite puissance ?

- ➔ Si sa composition ne respecte pas les seuils de la Marque NF Biocombustible Agro Qualité Haute Performance, sa valorisation doit être écartée d'emblée (risque important de polluer et d'endommager la chaudière)
- ➔ Pour limiter les risques de pollution atmosphérique et de corrosion il est préférable de respecter les préconisations d'Obernberger.
- ➔ Si sa composition respecte ces préconisations, sa combustion peut être envisagée dans une chaudière polycombustible, après accord du fabricant, et en tenant compte des préconisations de réglage suivantes.

Utiliser une chaudière polycombustible

1. Foyer « Volcan » réfractaire
2. Air primaire
3. Air secondaire préchauffé
4. Chambre de combustion
5. Régulation
6. Trappes de visite
7. Vis de déchargement
8. Dépoussiérage des fumées
9. Turbulateurs
10. Extracteur de fumées
11. Sonde Lambda
12. Sortie Fumée
13. Grille mobile de déchargement

3 bonnes raisons d'acheter une chaudière polycombustible

Si on a l'intention de brûler de la biomasse herbacée

1. Un foyer adapté

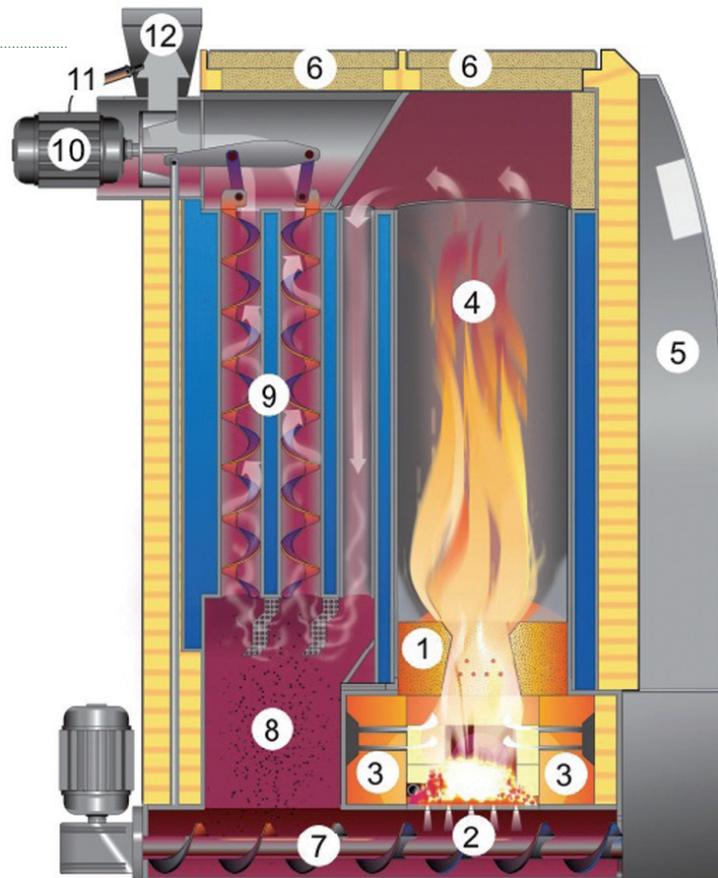
Les cendres de biomasse herbacée contiennent plus de minéraux et commencent à fondre entre 800 et 1000 °C alors que les cendres de bois restent pulvérulentes jusqu'à 1400°C. Les constructeurs conçoivent donc des foyers polycombustibles où la température reste moins élevée, ou encore équipés de grilles mobiles qui évacuent les mâchefers dès leur formation.

2. Le déchargement et le nettoyage automatiques sont indispensables

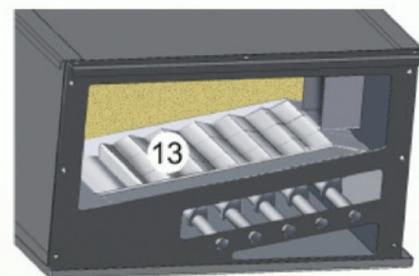
La biomasse herbacée fait plus de cendres que le bois [jusqu'à 5 voire 10% contre 1 à 2% pour le bois]. Le remplissage du cendrier est plus rapide, les cendres volantes encrassent plus rapidement la chaudière.

3. Le conduit céramique est de mise

La biomasse herbacée contient plus de soufre et de chlore que le bois, à l'origine de la formation d'acides. Un conduit céramique permet d'éviter la corrosion du matériel mais n'empêche pas les émissions polluantes.



Détail du foyer

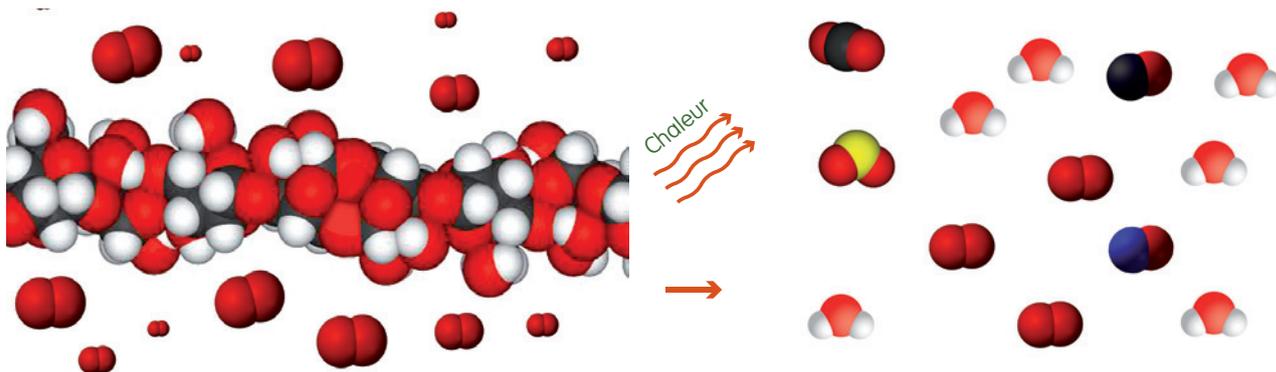


La chaudière Agrofibre Hargassner, ici présentée, a été achetée par l'association AILE dans le cadre des essais de combustion du projet Green Pellets. Les tests en laboratoire ont été réalisés avec cette chaudière. D'autres marques existent pour ce type de chaudière.



Régler une chaudière biomasse

L'équation de la combustion



La biomasse, principalement composée de carbone (noir) hydrogène (blanc) et oxygène (rouge), brûle en présence d'oxygène (O₂).

- › La biomasse contient en plus petites quantités des minéraux (Si, Ca, Mg) qui donnent les cendres.
- › La biomasse contient quelques millièmes d'azote (bleu) de soufre (jaune) et de chlore (vert).

- › Les produits de la combustion sont l'azote (N₂), l'eau (H₂O), le dioxyde de carbone (CO₂) auxquels s'ajoutent des imbrûlés et des produits d'oxydation des molécules secondaires (azote, chlore et soufre).

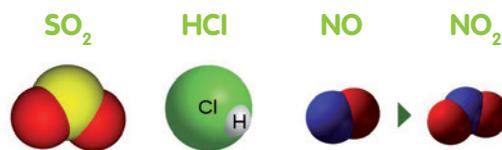
Les imbrûlés



Un exemple de composé organique volatil, le benzène

- › Le CO (monoxyde de carbone) et le COV (composés organiques volatiles) sont signes d'une combustion incomplète et sont toxiques pour l'homme.
- › La formation de poussières est surtout liée à la qualité de la combustion. C'est un facteur de risques sanitaires. (problèmes respiratoires...)

Les autres produits de la combustion

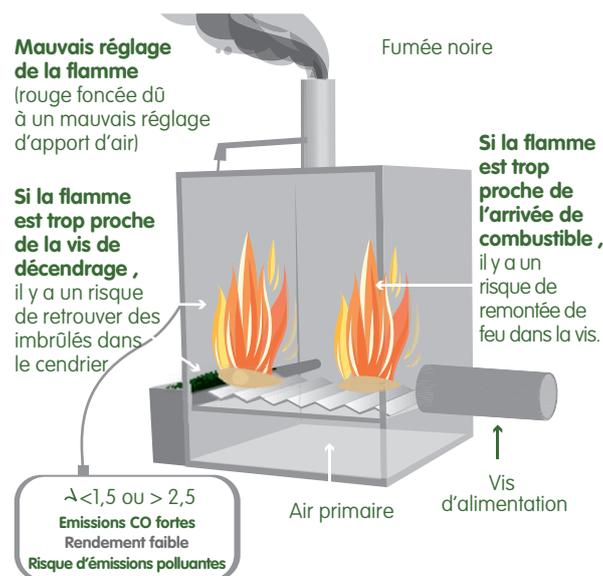


Les oxydes d'azote (NO_x)

- › Le dioxyde de soufre (SO₂) et l'acide chlorhydrique (HCl) sont produits proportionnellement à la teneur en soufre ou en chlore du combustible.
 - › Les émissions d'oxydes d'azote (NO_x) sont liées à la fois aux conditions de réglage et à la teneur en azote du combustible.
 - › Les NO_x et le SO₂ sont responsables des pluies acides. Le HCl est corrosif et précurseur de la formation de dioxines.
- Avec un bois propre et sain, il n'y a ni SO₂, ni HCl et très peu de NO_x émis.

Mauvais réglage

Si les réglages de combustion ne sont pas optimisés, les émissions d'imbrûlés et de polluants risquent d'être élevés.



Pour optimiser le réglage de la chaudière, il faut respecter la règle des 4 T :

- › Température foyer entre 650°C et 900°C (liée aux réglages)
- › Teneur en oxygène résiduel entre 7 et 12% (liée aux réglages)
- › Bonne Turbulence (liée à la conception du matériel)
- › Temps de séjour des gaz entre 1,5 et 2 secondes (lié à la conception du matériel et aux réglages).

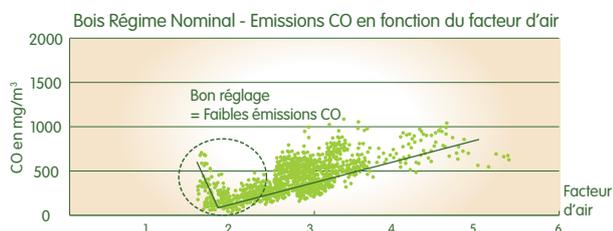
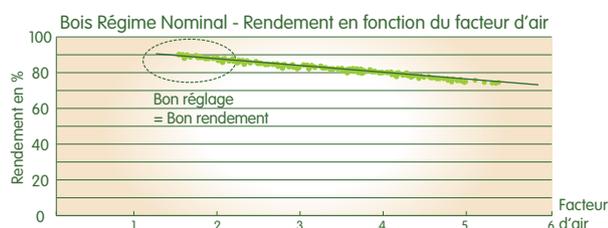
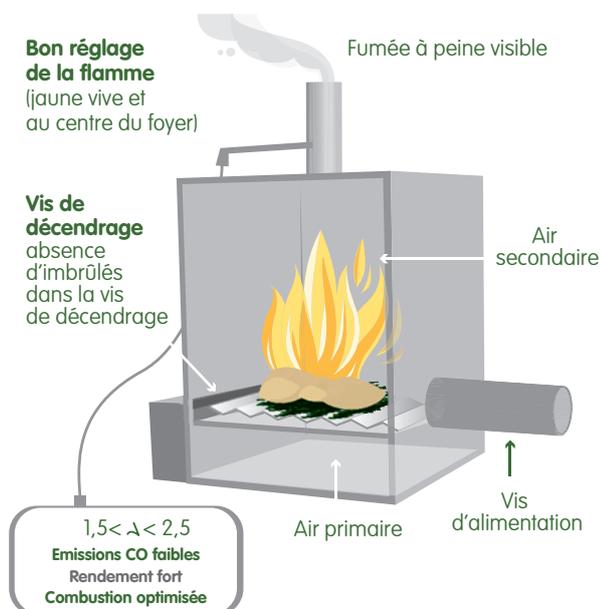
Dans la pratique, 5 étapes dans le réglage de la chaudière :

- › Réglage de l'amenée de combustible selon la puissance demandée
- › Vérifier la place de la flamme dans le foyer, la bonne répartition du combustible et l'absence d'imbrûlés dans le cendrier
- › Régler visuellement la combustion par apport d'air primaire et secondaire (couleur de la flamme). Selon le régime de fonctionnement : de 20 à 50% en air secondaire, le reste en air primaire
- › Vérifier que le facteur d'air est compris entre 1.5 et 2.5. Déterminer sa valeur optimale pour laquelle le rendement énergétique est maximal et les émissions de CO minimales (c.f. graphiques ci-contre)
- › Vérifier l'absence d'imbrûlés et de mâchefers dans le cendrier (s'il faut, régler le fonctionnement des grilles mobiles et du système de décendrage) et contrôler l'encrassement régulièrement
- › Effectuer un entretien régulier

Bon réglage

Bon réglage de la flamme
(jaune vive et au centre du foyer)

Vis de décendrage
absence d'imbrûlés dans la vis de décendrage



Une chaudière bien réglée et un entretien régulier permettent de :

- › optimiser le rendement de la chaudière et donc d'optimiser la consommation de combustible
- › réduire les émissions polluantes
- › préserver le matériel et augmenter sa durée de vie



Résultats des essais de combustion : Le miscanthus vrac

Le combustible en images



Composition du combustible

	Humidité sur brut (%)	Masse volumique apparente (kg/m ³)	PCI sur brut (kJ/kg)	Résultats exprimés sur produit sec					
				Azote (%)	Soufre total (mg/kg)	Chlore total (mg/kg)	Silice (mg/kg)	Cendres à 550 °C (%)	T° de déformation (°C)
Marque NF 444 agrogranulés (QHP)	<11	>650	>15800	<1,5	<2000	<2000	-	<5	>1000
DIB bois (St Fulgent)	20,3	183	14 015	0,5	347	293	7958	5,8	1233
Granulés bois (CSTB)	8,7	620	16876	<0,3	227	107	900	0,9	1209
Miscanthus vrac (St Fulgent)	15,9	123	14 683	0,3	423	1400	9163	3,3	985
Miscanthus vrac (CSTB)	16,2	130	14848	<0,3	570	580	3649	1,7	978

AVANTAGES DU MISCANTHUS VRAC

- > Faibles teneurs en azote, soufre
- > Taux de cendres assez faibles
- > Sec dès la récolte (environ 15% d'humidité)

INCONVÉNIENTS DU MISCANTHUS VRAC

- > Teneur variable en chlore
- > Basse température de déformation des cendres, risque de formation de mâchefers
- > Très volumineux (deux fois plus que des plaquettes bocagères).



Résultats des tests de combustion :



DÉROULEMENT DES ESSAIS

- > Bons résultats en terme d'émissions atmosphériques
- > Utilisation simple du combustible mais émissions parfois élevées en HCl (risques de corrosion et de pollution)
- > Formation de mâchefers

RECOMMANDATIONS D'UTILISATION

- > Utilisable dans des chaudières adaptées (grilles mobiles, conduit céramique) à vis.
- > Attention aux mâchefers : vérifier le cendrier quelques heures après la première mise en route.
- > Attention à l'encrassement : le surveiller et procéder à un entretien régulier.
- > Éviter l'apport d'intrants chlorés sur la parcelle et rester très vigilant pour la corrosion (conduit céramique et bons réglages de la chaudière recommandés).

P chaudière	NF EN 303-5 (1999) Classe 3		
	Seuils en mg/Nm ³ à 10% O ₂		
	CO	COV	Poussières
0-50 kW	3000	100	150
50-150 kW	2500	80	150
150-300 kW	1200	80	150

P chaudière	Arrêté du 25/07/1997	
	Seuils en mg/Nm ³ à 11% O ₂	
	NOx (en NO ₂)	SO ₂
2 à 20 kW	500	200

P chaudière	TA Luft	
	Seuil en mg/Nm ³ à 11% O ₂	
	HCl	
> 100 kW	30	

→ Réglementation Allemande

Résultats des essais de combustion : Le granulé mixte 20% paille colza – 80% bois

Le combustible en images



Composition du combustible

	Humidité sur brut (%)	Masse volumique apparente (kg/m³)	PCI sur brut (kJ/kg)	Résultats exprimés sur produit sec				
				Azote (%)	Soufre total (mg/kg)	Chlore total (mg/kg)	Cendres à 550 °C (%)	T°déformation cendres (°C)
Marque NF agrogranulés (QHP)	<11	> 650	>15 800	< 1,5	<2000	<2000	< 5	> 1000
Granulés bois	8,7	620	16876	< 0,3	227	107	0,9	1209
Granulés mixtes colza bois	6,6	710	17 200	0,5	1013	1667	2	1411

AVANTAGES DU GRANULÉ MIXTE

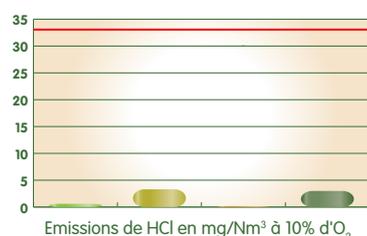
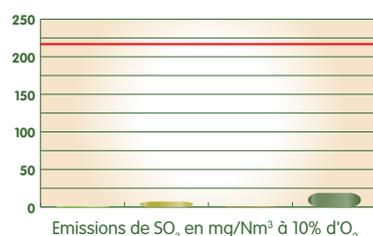
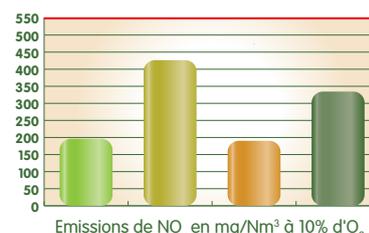
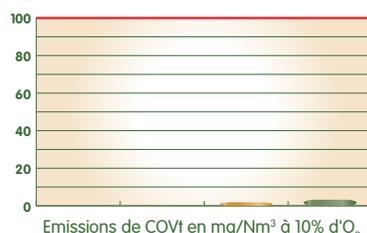
- > Masse volumique importante
- > Fort PCI (dû au faible taux d'humidité)
- > Combustible homogène passant bien dans les vis d'alimentation

INCONVÉNIENTS DU GRANULÉ MIXTE

- > Taux de soufre et chlore élevés
- > Taux de compaction trop important



Résultats des tests de combustion :



DÉROULEMENT DES ESSAIS

- > Bons résultats en terme d'émissions atmosphériques (supérieurs au bois mais inférieurs aux référentiels)
- > Emissions de poussières assez élevées
- > Emissions de NO_x assez importantes, même si < 550 mg/Nm³
- > Fort problème d'encrassement engendrant un arrêt de la chaudière durant les essais (en laboratoire et en conditions réelles).

RECOMMANDATIONS D'UTILISATION

- > Non recommandé dans des chaudières de petites puissances
- > Possible d'utiliser ce combustible dans des chaudières de grosses puissances équipées de traitement des fumées, notamment pour les particules voire les NO_x.



Résultats des essais de combustion : Le granulé de chanvre

Le combustible en images



Composition du combustible

	Humidité sur brut (%)	Masse volumique apparente (kg/m ³)	PCI sur brut (kJ/kg)	Résultats exprimés sur produit sec				
				Azote (%)	Soufre total (mg/kg)	Chlore total (mg/kg)	Cendres à 550 °C (%)	T°déformation cendres (°C)
Marque NF agrogranulés (QHP)	< 11	> 650	> 15 800	< 1,5	< 2000	< 2000	< 5	> 1000
Plaquettes bois*	20,6	247	14 305	0,4	650	260	3,2	1182
Granulés bois	8,7	620	16 876	< 0,3	227	107	0,9	1209
Granulés de chanvre	9,5	545	15 617	0,7	870	150	3,4	1182

*Les caractéristiques physiques des plaquettes de bois ne peuvent pas être comparées à la référence agrogranulés.

AVANTAGES DU GRANULÉ DE CHANVRE

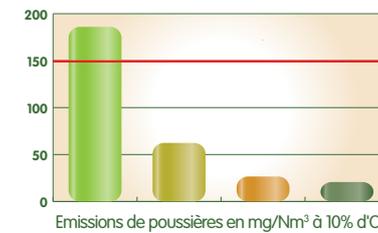
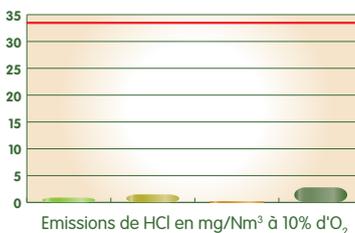
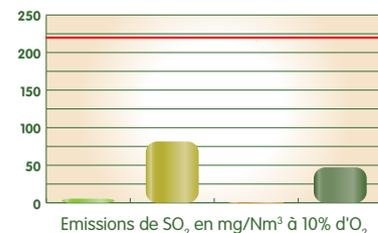
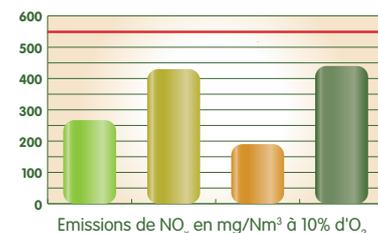
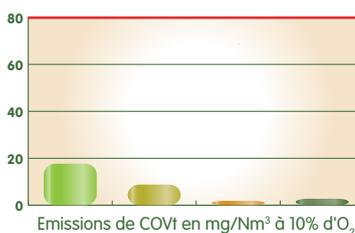
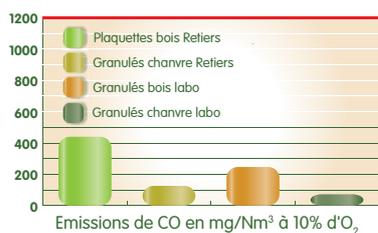
- › Combustible sec
- › Taux de chlore comparable à celui du bois
- › Combustible homogène
- › T°C de déformation des cendres élevée.

INCONVÉNIENTS DU GRANULÉ DE CHANVRE

- › PCI et masse volumique faibles pour un granulé [possibilité d'améliorer la compaction]
- › Taux de cendres plus élevé que celui du bois
- › Taux de soufre plus élevé.



Résultats des tests de combustion :



DÉROULEMENT DES ESSAIS

- › Très bons résultats en terme d'émissions d'imbrûlés et de HCl (comparables à ceux du bois)
- › Résultats plus élevés que le bois en SO₂ et NO_x, mais inférieurs aux référentiels
- › Utilisation simple du combustible
- › Légère formation de mâchefers au changement de combustible.

RECOMMANDATIONS D'UTILISATION

- › Utilisable dans des chaudières polycombustibles de petites puissances à vis
- › Bien régler la chaudière.

Résultats des essais de combustion : Produits d'entretien du territoire : le roseau et la lande (valorisés en mélange avec le bois)

Le combustible en images



Composition du combustible

	Humidité sur brut (%)	Masse volumique apparente (kg/m³)	PCI sur brut (kJ/kg)	Résultats exprimés sur produit sec				
				Azote (%)	Soufre total (mg/kg)	Chlore total (mg/kg)	Cendres à 550 °C (%)	T°déformation cendres (°C)
Marque NF agrogranulés (QHP)	< 11	> 650	> 15800	< 1,5	< 2000	< 2000	< 5	> 1000
Plaquettes bois*	23,7	213	13 285	0,6	557	257	3,2	1506
Granulés bois	8,7	620	16876	< 0,3	227	107	0,9	1209
Mélange 40% roseau	17,3	154	14 621	0,9	1029	2690	5,5	1102-1233
Mélange 25% lande	22,9	160	13 747	0,8	985	685	3	1004-1506

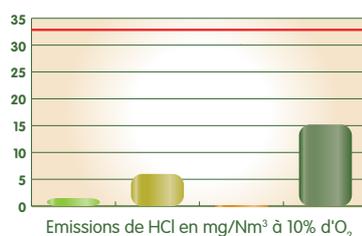
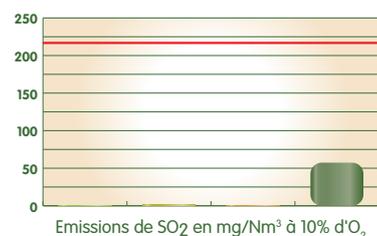
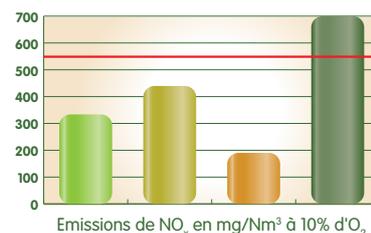
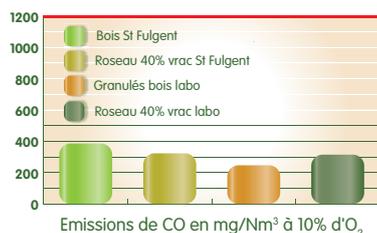
AVANTAGES

- › Mélange roseau : PCI intéressant (produit sec)
- › Mélange lande : taux d'azote, soufre, chlore limités

INCONVÉNIENTS

- › Combustibles plus foisonnants que les plaquettes bois et de granulométrie plus irrégulière.
- › Mélange roseau : taux élevés de cendres, soufre et chlore. Abaisser la proportion de roseau dans le mélange pour réduire le taux de chlore et cendres du mélange et respecter les seuils préconisés.
- › Mélange lande : difficulté d'alimentation du combustible dans un système à vis.

Résultats des tests de combustion du roseau :



DÉROULEMENT DES ESSAIS

- › Résultats d'émissions atmosphériques respectant les seuils d'émissions applicables aux petites puissances
- › Emissions assez élevées en NO_x et en poussières pour l'un des essais
- › Utilisation difficile du combustible sur un système d'alimentation par vis.

RECOMMANDATIONS D'UTILISATION

- › Utilisable dans chaudières équipées de système d'alimentation par tapis et de traitement de fumées (poussières)
- › Analyser le roseau ou la lande pour adapter son taux d'incorporation dans les plaquettes
- › Réaliser un réglage optimisé et un entretien régulier.

LES ESSAIS AU CSTB

Tests réalisés sur 14 agrocombustibles comparés au bois
2 campagnes d'essais

LE COMITÉ COMBUSTION

composé de l'Ademe, du Cefiat, de la Coopédom,
du Lermab et d'Arvalis

→ LES 10 SITES PILOTES AYANT PARTICIPÉ AUX ESSAIS

Besné (44) :

Granulés roseau,
20% paille colza,
40% miscanthus

Coopédom (35) :

Mélanges bois-miscanthus

Forges (49) :

Ceps et sarments de vigne

Plouaret (22) :

Granulés miscanthus

Pouzauges (85) :

Mélange bois-miscanthus

Retiers (35) :

Granulés miscanthus
et chanvre

Rostrenen (22) :

Mélange bois-lande

Saint Fulgent (85) :

Miscanthus

Talensac (35) :

Granulés switchgrass

Thorigné d'Anjou (49) :

Granulés paille blé

Les partenaires du projet Green Pellets :



Contact **Aile**
Tél. 02.99.54.63.23
www.aile.asso.fr



ARVALIS
Institut du végétal



AEBIOM
EUROPEAN BIOMASS ASSOCIATION

Les partenaires financiers :

