




BOIS-ÉNERGIE

UNE SOLUTION QUI VOUS CONCERNE



**PBE
& DR**

PLAN
BOIS-ÉNERGIE
& DÉVELOPPEMENT
RURAL POUR
LA WALLONIE



La qualité du combustible « plaquettes » et ses conséquences
sur votre chaufferie

Nassogne, le 06 octobre 2022

FRW – Facilitateur Bois-Energie – Secteur public

Programme de la matinée

Accueil et introduction

Par Francis FLAHAUX, FRW

La qualité du combustible, caractérisation, contrôles et recommandations

Par Anne-Marie REGGERS, FRW

Visite de la chaufferie

Par Stéphane PIERARD, commune de Nassogne

Pause

Impacts de la qualité du combustible sur les équipements

Par Erhard JOUSTEN, Ökotech Belux

Les contrats d'entretien-maintenance

Par Grégory TACK, SPW-DGO4

Questions réponses

Conclusions

Accueil et introduction

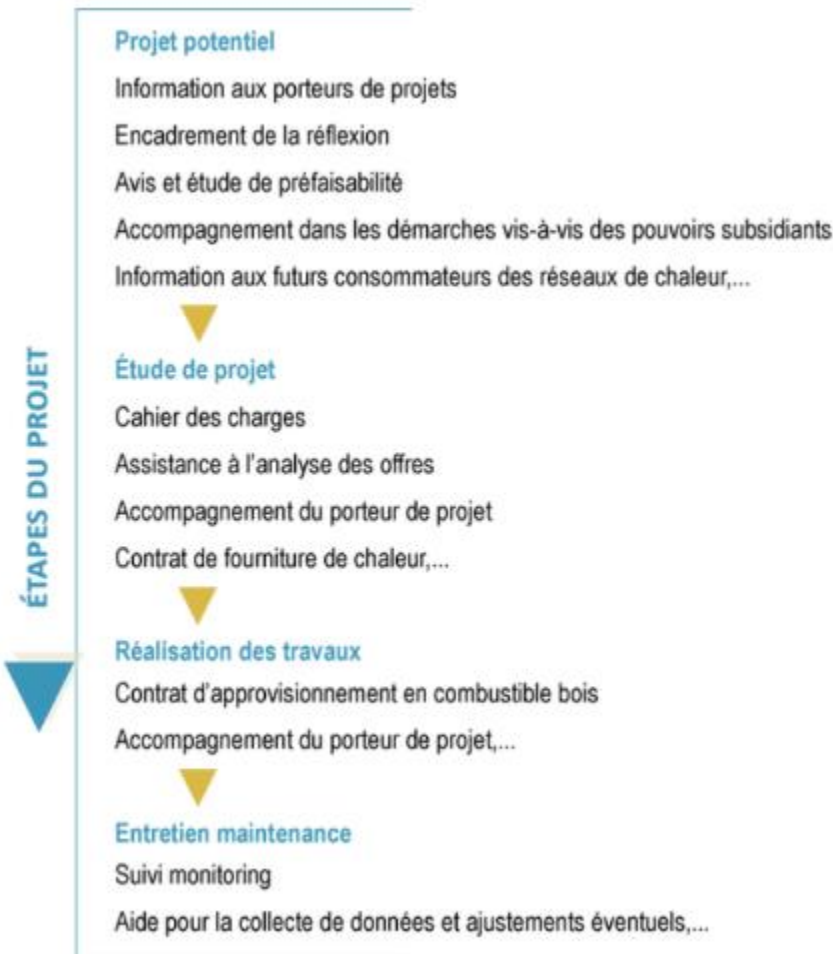
Les missions de la Cellule Bois-Energie dans le cadre du PBE&DR

Informier

Conseiller

Orienter

Neutre
Indépendante
Non commerciale



Accueil et introduction

Le PBE&DR - <https://www.frw.be/pbe.html>

The screenshot shows a web browser window displaying a map of Belgium. The browser's address bar shows the URL: <https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=17RyIvUjQkR9q66HaY5cRkXoMjFA#ll=50.234220839502605%2C4.780406604093159&z=9>. The map shows a large area of Belgium with numerous orange location pins. A sidebar on the left is titled 'NASSOGNE - Réseau Maison ...' and contains the following information:

- Commune: NASSOGNE - Réseau Maison communale
- Principaux bâtiments records: Maison Rurale, maison de village abritant l'OAFL, maison communale, école, une douzaine de riverains privés dont librairie, pharmacie.
- Puissance bois kW: 390
- Longueur de réseau m: 400
- Combustible: Plaquettes
- Énergie fossile substituée kWh an: 176000
- Bilan CO2 t an: 145,656
- Année de mise en service: 2013

A filter overlay is visible on the map, titled 'Afficher sous les projets'. It contains the following options:

- Afficher tous les projets
- Tous les éléments
- Afficher par type de combustible
- Afficher par puissance
 - 0 à 100 kW
 - 101 à 499 kW
 - 500 et +
- Afficher les réseaux de chaleur
 - Autres projets
 - Réseau de chaleur

Accueil et introduction

Le PBE&DR - <https://www.frw.be/pbe.html>

DES CHIFFRES QUI PARLENT D'EUX-MÊMES

Plus de **180** communes ou porteurs de projet accompagnés

128 projets fonctionnels dont plus de :
80 suite aux avis et études de pertinence de la FRW

48 réseaux de chaleur au bois = 90% des réseaux renouvelables en Wallonie

35% de projets consommateurs de plaquettes

65% de projets consommateurs de pellets

25 MW renouvelables installés

5.267.000 l de mazout substitués par an

16.000 T de CO₂ en moins dans l'atmosphère chaque année

14.000 m de réseau de chaleur

75 projets en cours

Accueil et introduction

L'objectif de la matinée

Donner des outils et des conseils pratiques aux gestionnaires, ou futurs gestionnaires de chaufferies aux plaquettes de bois afin de tendre vers un fonctionnement optimal des installations...

Accueil et introduction

Les éléments clefs d'une installation fonctionnelle... et performante

- Compiler les données et indicateurs majeurs d'une installation bois-énergie
- Suivre leur évolution
- Identifier les dérives afin de mener les actions correctrices adaptées

Accueil et introduction

Les outils pour gérer et valider la qualité de son combustible...

1 Cahier des charges pour un marché public de fourniture

- Classes techniques -

Approvisionnement en combustible plaquettes forestières pour la chaufferie au bois de **AAA**



Pour une période de 3 ans de ... à ...

PBE & DR

Maître d'ouvrage / Commanditaire:

AAA Adresse postale:

Personne à contacter: M. ...

Site et M. : titre



Humidité : ... % < W ou M < ... %
Granulométrie : ... mm < G ou P < ... mm

2

Modèle client

Bois de chauffage

Année de fabrication

Code client

Code de transport (si applicable)

Quantité	Unité
50	m ³
20	m ³

Produit(s) principal(s)

Produit(s) secondaire(s)

Unité

Toucher/année

Bank: 00 0404 705 070

Appel à soumission

Code client et date



Compatible du combustible avec le matériel installé

4

Carnet de suivi des livraisons de combustibles plaquettes										
Date de Livraison	Fournisseur	Bon de livraison n°	Tonnage	Humidité	KWh/tonne	€/kWh €/tonne	Date validation humidité	Humidité mesurée	Date validation granulométrie	Remarque

Accueil et introduction

Les outils pour gérer et valider la qualité de son combustible...

5

Causes

Impacts prévisibles

Combustible trop humide	Fermentation en silo Extraction du silo difficile (effet de voûte) Condensation sur les parois du silo Mauvaise combustion Emissions de fumées, d'odeurs, de CO et de poussières Encrassement de la chaudière (sûles et goudrons) Rendements faibles
Combustible trop sec (**)	Température trop élevée, envoi de poussières, formation de mâchefier Emissions d'oxydes d'azote
Proportion de fines trop élevées dans le combustible (***)	Emissions de poussières Roufrage dans les systèmes d'alimentation, particulièrement si conjointement à une humidité élevée Précautions à prendre pour le personnel qui manipule le combustible (masques)
Trop de gros morceaux	Pannes du désilage, convoyage et alimentation Mauvaise combustion et émissions de poussières et de CO
Taux de cendres élevé	Formation de mâchefier Entretien élevé

6



Contrôle et Entretien-maintenance réguliers

7



Concertation sur base du bilan annuel de la chaufferie

Livret de chaufferie avec relevé de toutes les interventions

La qualité du combustible, caractérisation, contrôles et recommandations

Quels enjeux ?

- ✓ **Technique** : garantir un bon fonctionnement de la chaudière
- ✓ **Energétique** : garantir un rendement optimal
- ✓ **Economique** : diminuer les frais d'entretien
- ✓ **Environnemental** : limiter les émissions

Quels enjeux ?

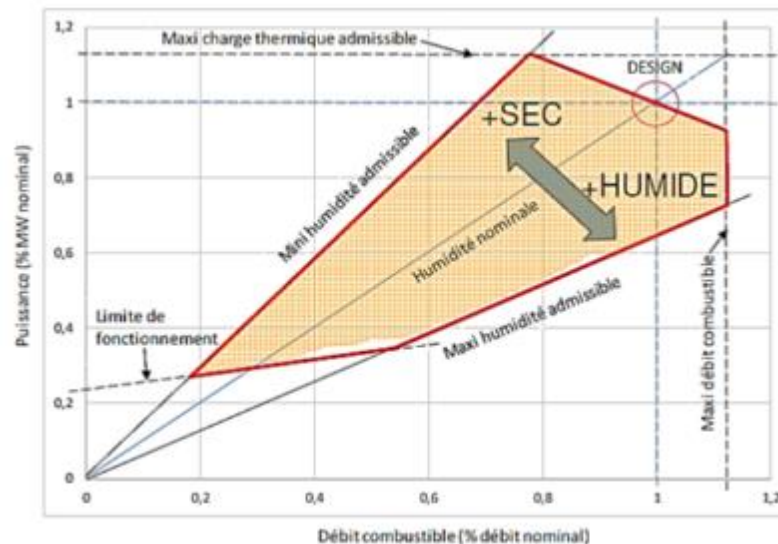
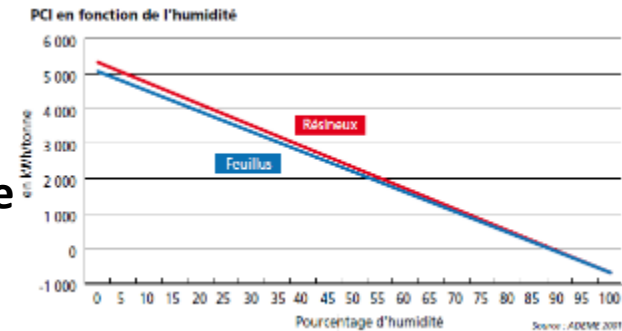
Technique : garantir un bon fonctionnement de la chaudière

- ✓ **Qualité** du combustible **irrégulière** → régulation à revoir sans cesse pour garantir la qualité de la combustion
- ✓ **Humidité du bois inadaptée** → mauvaise combustion, réduction de la durée de vie des chaudières
- ✓ **Granulométrie inadaptée**
surlongueurs → blocages des systèmes d'alimentation et de convoyage
fraction trop importante de fines → bourrages
- ✓ Fraction **trop** importante **d'écorces** → corrosion HCl, mâchefers

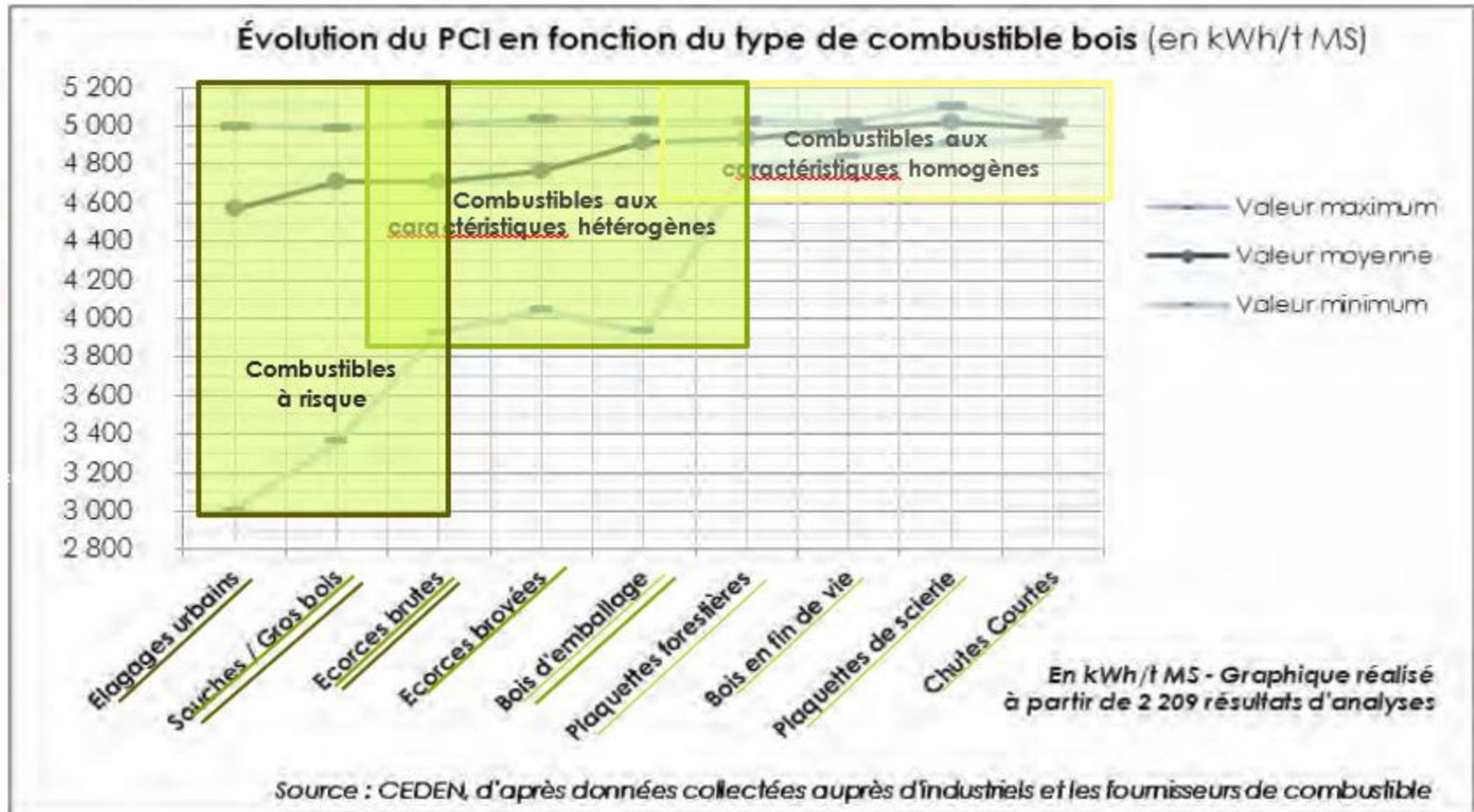
Quels enjeux ?

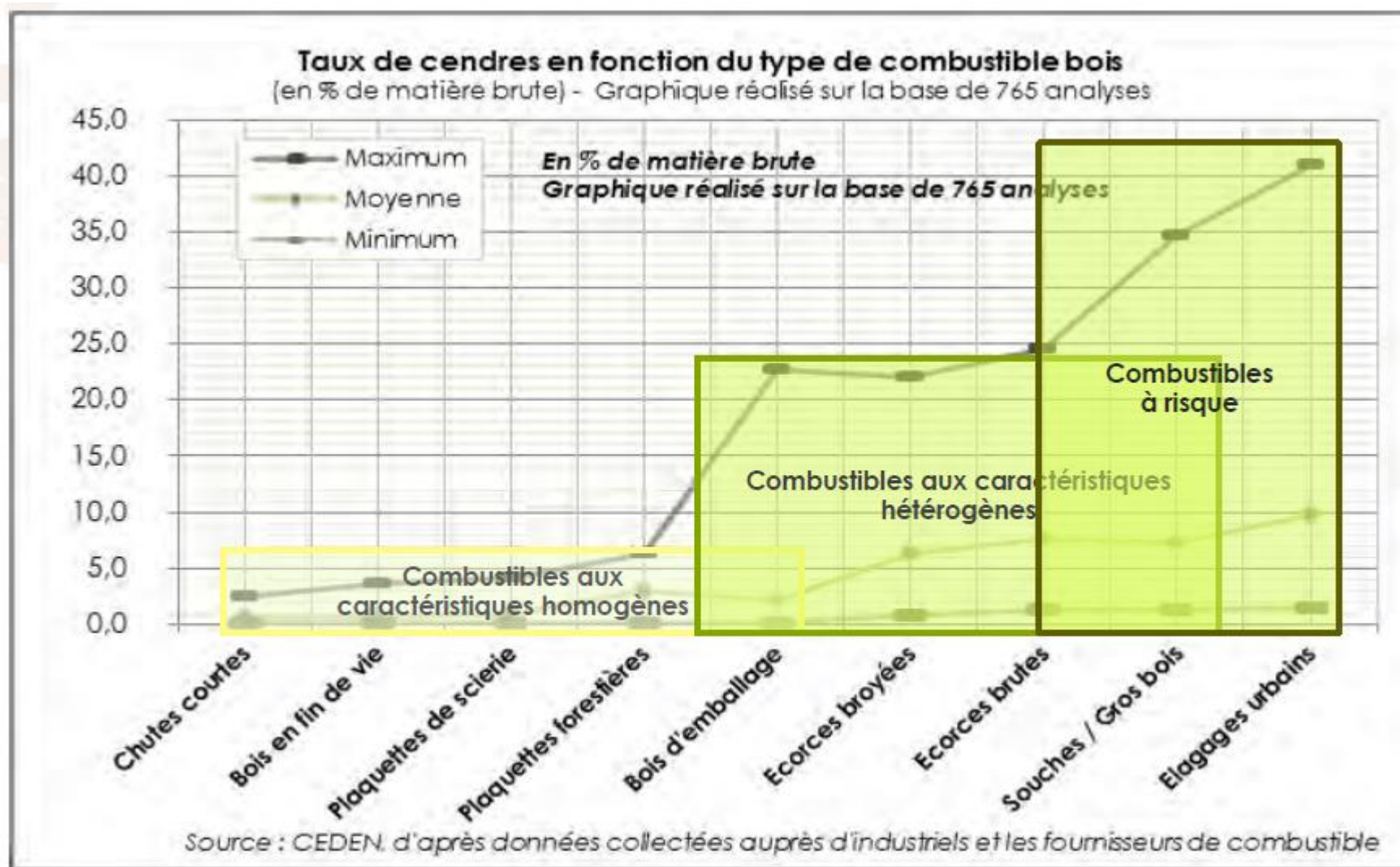
Énergétique : garantir un rendement optimal

- ✓ **Humidité** du combustible corrélée au **pouvoir calorifique**
- ✓ **Humidité et adéquation** aux spécifications de la chaudière



Caractérisation du combustible plaquette



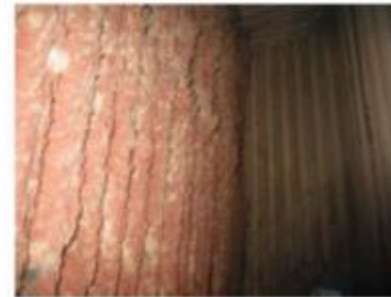


Quels enjeux ?

Économique : limiter les frais d'entretien

- ✓ Encrassement, corrosion
- ✓ Usure anormale

Encrassement



Corrosion



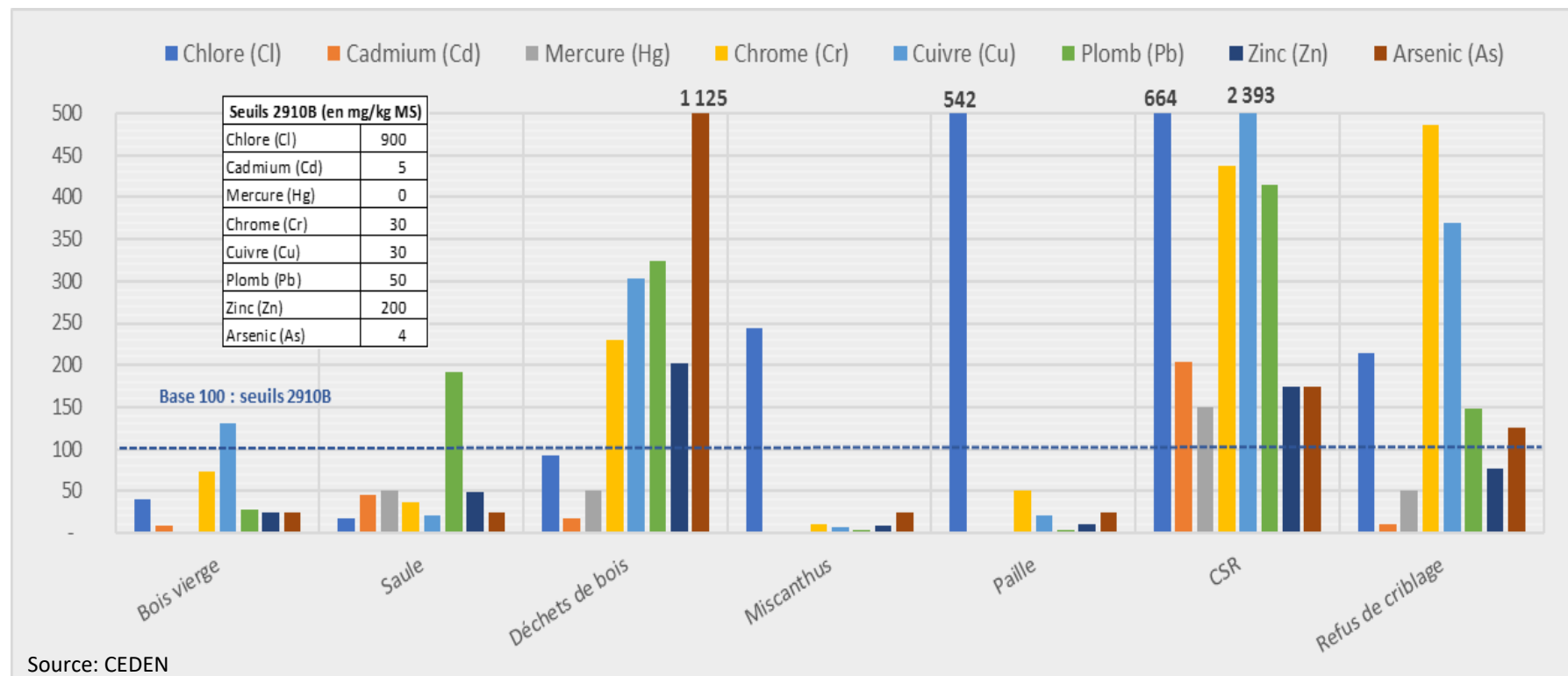
La qualité du combustible, caractérisation, contrôles et recommandations

Quels enjeux ?

Environnemental : limiter les émissions

- ✓ Combustion imparfaite et taux de cendres élevé → Emission de poussières fines
- ✓ Fraction trop importante de fines → Emission de poussières fines
- ✓ Fraction trop importante d'aubier, écorce voire feuilles et aiguilles → NO_x
- ✓ Fraction trop importante d'écorces → SO₂

En plus du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène, le bois contient des matières minérales susceptibles d'altérer la qualité des émissions



Source: CEDEN

La qualité du combustible, caractérisation, contrôles et recommandations

Cahier des charges d'approvisionnement en combustible

Un combustible de qualité adapté aux spécifications de l'installation



La chaufferie réalisée pour recevoir exclusivement du **bois propre et sain**.

... en **aucun cas** un lieu d'**incinération de déchets ou de produits non conformes** à ce CSC.

Le fournisseur devra donc fournir exclusivement du **bois propre** conditionné sous forme de **plaquettes forestières**.

Il ne sera **pas accepté de déchets bois** tels que des panneaux de particules, palettes, caisseries usagées....

Les livraisons devront être **exemptes de tout corps étranger** (ferrailles, pierres, terre, plastiques).

En aucun cas, le combustible autorisé ne pourra dépasser, sous peine de refus systématique de la livraison, les **limites min et max des prescriptions de la chaudière et des équipements en place**, correspondant aux valeurs suivantes :

Granulométrie : ... mm < G ou P < ... mm

Humidité : ... % < W ou M < ... %



Un combustible de qualité adapté aux spécifications de l'installation

Granulométrie

Le fournisseur s'engage à fournir un combustible dont la granulométrie moyenne est : « **G** ou **P** » correspondant à la norme sur les biocombustibles EN ISO 17 225 (ÖNorm M7133 ou CEN/TC 335 ou EN 14961-4...)

Le fournisseur s'engage à fournir un combustible dont la granulométrie «**G** ou **P**» sera respectée pour au moins 90 % des livraisons sur une année.

EN 14961-4

Fractions	Principale > 80% du poids	Fines < 5% du poids	Surmesures < 1% du poids
Classes			
P16	$3.15 \text{ mm} \leq P \leq 16 \text{ mm}$	< 1 mm	> 45 mm, l'ensemble < 85 mm
P45	$3.15 \text{ mm} \leq P \leq 45 \text{ mm}$	< 1 mm	> 63 mm
P63	$3.15 \text{ mm} \leq P \leq 63 \text{ mm}$	< 1 mm	> 100 mm
P100	$3.15 \text{ mm} \leq P \leq 100 \text{ mm}$	< 1 mm	> 200 mm
P300	$3.15 \text{ mm} \leq P \leq 300 \text{ mm}$	< 1 mm	> 400 mm

La qualité du combustible, caractérisation, contrôles et recommandations



Un combustible de qualité adapté aux spécifications de l'installation

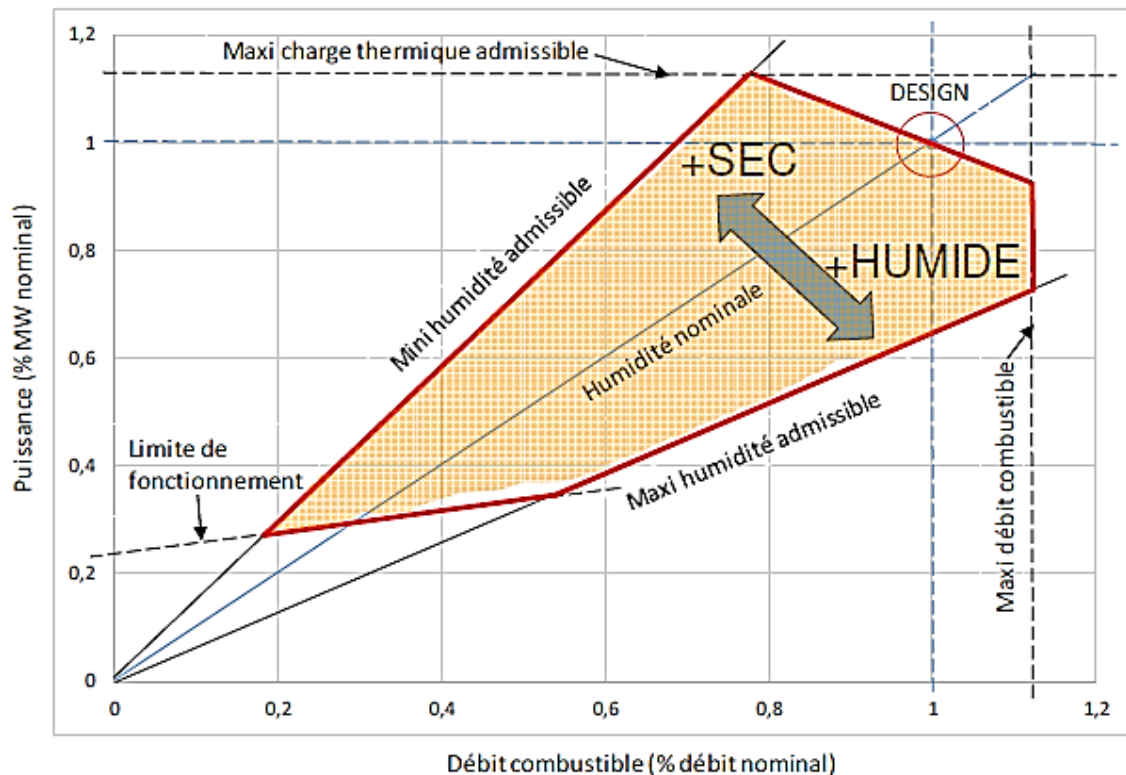
Humidité relative ou humidité sur brut (poids eau / poids brut) des plaquettes.

Le fournisseur s'engage à fournir un combustible dont l'humidité moyenne est « **W** ou **M** % » +/- 5 % d'humidité pour au moins 90 % des livraisons sur une année ».

Selon la norme EN 14961 - 4

Classes	HB
M10-M20	$10\% < HB \leq 20\%$
M15-M30	$15\% < HB \leq 30\%$
M30-M40	$30\% < HB \leq 40\%$
M35-M45	$35\% < HB \leq 45\%$
M40-M55	$40\% < HB \leq 55\%$

La norme EN ISO 17 225 pas de modifications particulières concernant l'humidité.
M20 ⇔ humidité maximum à 20%.
La définition de plages d'humidité = nécessité pratique pour la plaquette forestière ordinaire.



Plages d'humidité en fonction de la puissance (source : CIBE, J.-P. Tachet)

Une chaudière surdimensionnée nécessitera une plaquette plus sèche que ce que la chaudière est théoriquement capable de brûler en régime de puissance moyenne et élevée.

■ GRANULOMÉTRIE

■ TAUX D'HUMIDITÉ

	Fraction principale, (min 60% en masse) mm	Fraction de fines, % en masse (≤ 3,15 mm)	Fraction grossière, % en masse (long de particule) mm	Long. max des particules, mm	Aire max de la section transversale de la fraction grossière, cm ²	Correspondance ancienne norme ÖNORM 7133		Humidité
P 16S	3,15 < P ≤ 16 mm	≤ 15 %	≤ 6 % (>31,5 mm)	≤ 45 mm	≤ 2 cm ²		M 10	≤ 10 %
P 16	3,15 < P ≤ 16 mm	0 à 30 % (à spécifier)	≤ 6 % (>31,5 mm)	≤ 150 mm	nd	G 30	M 15	≤ 15 %
P 31S	3,15 < P ≤ 31,5 mm	≤ 10 %	≤ 6 % (>45 mm)	≤ 150 mm	≤ 4 cm ²		M 20	≤ 20 %
P 31	3,15 < P ≤ 31,5 mm	0 à 30 % (à spécifier)	≤ 6 % (>45 mm)	≤ 200 mm	nd	G 50	M 25	≤ 25 %
P 45S	3,15 < P ≤ 45 mm	≤ 10 %	≤ 10 % (>63 mm)	≤ 200 mm	≤ 6 cm ²		M 30	≤ 30 %
P 45	3,15 < P ≤ 45 mm	0 à 30 % (à spécifier)	≤ 10 % (>63 mm)	≤ 350 mm	nd	G 80	M 35	≤ 35 %
P 63	3,15 < P ≤ 63 mm	0 à 30 % (à spécifier)	≤ 10 % (>100 mm)	≤ 350 mm	nd	G 100	M 40	≤ 40 %
P 100	3,15 < P ≤ 100 mm	0 à 30 % (à spécifier)	≤ 10 % (>150 mm)	≤ 350 mm	nd		M 45	≤ 45 %
P 200	3,15 < P ≤ 200 mm	0 à 30 % (à spécifier)	≤ 10 % (>250 mm)	≤ 400 mm	nd		M 50	≤ 50 %

nd = non défini

ISO 17225

La qualité du combustible, caractérisation, contrôles et recommandations

Le fournisseur devra fournir à chaque livraison un bon de livraison, comprenant :

- ✓ le **volume** (en m³): les camions seront remplis et il ne sera toléré qu'une perte de volume de 5 % acceptable liée au tassement ;
- ✓ le **tonnage** de la livraison ;
- ✓ la **provenance** de la matière première;
- ✓ la caractérisation du combustible
 - **granulométrie**
 - **humidité**
 - **essence (...% feuillus et/ou ...% résineux)**
- ✓ le nombre total de **MWh livrés**

Document: BE

Nom du client: _____

Nom du chauffeur: _____

Numéro de camion: _____

Nom du fournisseur: _____

Volume: _____ m³

Tonnage: _____ t

Provenance: _____

Granulométrie: _____

Humidité: _____

Essence: _____

MWh livrés: _____

Document: BE

Nom du client: _____

Nom du chauffeur: _____

Numéro de camion: _____

Nom du fournisseur: _____

Volume: _____ m³

Tonnage: _____ t

Provenance: _____

Granulométrie: _____

Humidité: _____

Essence: _____

MWh livrés: _____

Caractérisation du combustible plaquette

Contrôle visuel - Granulométrie et présence de corps étrangers



Caractérisation du combustible plaquette

Contrôle par criblage - Granulométrie



Humidité – Techniques d'évaluation

Méthodes par séchage	Précision	Avantages Désavantages
Laboratoire (ISO 18134-1)	bonne	durée, coût
Etuve et balance (ISO 18134-1)	bonne	durée (min 13 h), coût
Micro-ondes et balance (estimation, méthode artisanale)	moyenne	rapidité mais attention inflammation
Méthodes indirectes	Précision	Avantages Désavantages
Seau de mesure à variation de fréquences (type Pandis)	moyenne pour HB < 30%	rapidité, expérience nécessaire
Humimètre (mesure de la constante diélectrique)	Moyenne pour 5% < HB < 70%	étalonnage indispensable, homogénéité de l'échantillon
Sonde	moyenne pour HB < 35%	échantillonnage difficile, expérimental

➤ **Laboratoire aménagé**
(Biocombustibles SAS, COFELY Services / Maromme-Le Havre...)



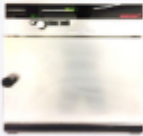









Etuve (séchage
durant 24 h à 105 °C)

Balance de précision

Balance

PROTOCOLE ANALYTIQUE DE MESURE DE L'HUMIDITÉ À L'ÉTUVE ISO 18134-1

MATÉRIELS	
	Plat en verre
	Balance à 0,1g
	Étuve

MODE OPÉRATOIRE										
1	Peser le plat vide (m_1)									
2	Remplir avec au moins 300 g (2 à 5 cm d'épaisseur selon le plat)									
3	Peser avant le séchage (m_2)									
4	Positionner le plat + la matière dans l'étuve et attendre environ 12h									
5	Peser le plat avec l'échantillon après le séchage (m_3)									
6	Remettre dans l'étuve et attendre 1 heure de plus									
7	Peser le plat avec l'échantillon après le séchage (m_3') si (m_3) et (m_3') ont moins de 0.1g près de différence, noter la masse (m_3).									
8	<p>Mad est la teneur en humidité exprimée en pourcentage massique, qui doit être calculée selon la formule : $Mad = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$</p> <table border="1" data-bbox="579 1049 801 1106"> <thead> <tr> <th>m_1</th> <th>m_2</th> <th>m_3</th> <th>Mad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>g</td> <td>g</td> <td>g</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>	m_1	m_2	m_3	Mad	g	g	g	%	
m_1	m_2	m_3	Mad							
g	g	g	%							
9	Faire une moyenne de 2 résultats consécutifs de la teneur en humidité afin d'obtenir une moyenne									

Référence : Protocole RAGT Energie MON-ANA-21 & Norme ISO 18134
Contrôles de la qualité du combustible - ADEME

PROTOCOLE ANALYTIQUE DE MESURE DE L'HUMIDITÉ AU FOUR À MICRO-ONDES

MATÉRIELS



Plat en verre



Balance à 0,1g



Four à micro-ondes

MODE OPÉRATOIRE

1

Peser le plat vide (m_1)

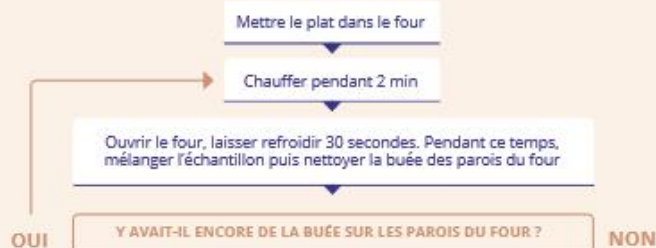
2

Remplir avec au moins 300 g (2 à 5 cm d'épaisseur selon le plat)

3

Peser avant le séchage (m_2)

Suivre le logigramme :



Dès l'apparition de tâches brunâtres sur le bois ou des fumées : arrêter immédiatement le four et retirer le plat. Le séchage est terminé

Ouvrir le four, laisser refroidir 30 secondes. Pendant ce temps, mélanger l'échantillon.

5

Peser le plat avec l'échantillon après le séchage (m_3)

6

Mad est la teneur en humidité exprimée en pourcentage massique, qui doit être calculée selon la formule : $Mad = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$

m_1	m_2	m_3	Mad
g	g	g	%

7

Faire une moyenne de 3 résultats consécutifs de la teneur en humidité afin d'obtenir une moyenne



Caractérisation du combustible plaquette

Humidité – Techniques d'évaluation par séchage

$$H = \frac{m_2 - \frac{(m_p - m_{p-1})}{2}}{m_2 - m_1} \times 100$$

m_1 : masse du plateau,

m_2 : masse du plateau et de l'échantillon humide,

m_p : masse du plateau et de l'échantillon après apparition
des taches de pyrolyse,

m_{p-1} : masse du plateau et de l'échantillon lors de la pesée
précédant juste l'apparition de taches de pyrolyse

Mesure au moyen d'un testeur d'humidité du bois



- Mesure rapide et directe mais « moins » précise
- A mettre en corrélation avec le calcul de l'humidité au four

Humidité – Techniques d'évaluation, méthode indirecte Mesure au moyen d'un humimètre



Mesure de l'humidité de manière indirecte, par détermination de la constante diélectrique.

Mesure de la capacité à l'aide d'un champ électrique haute fréquence qui traverse le matériau.

Humidité – Techniques d'évaluation, méthode indirecte Mesure au moyen d'un seau Pandis FMG 300



Le principe de mesure est basé sur la déviation de fréquence d'un oscillateur par les copeaux de bois humides.

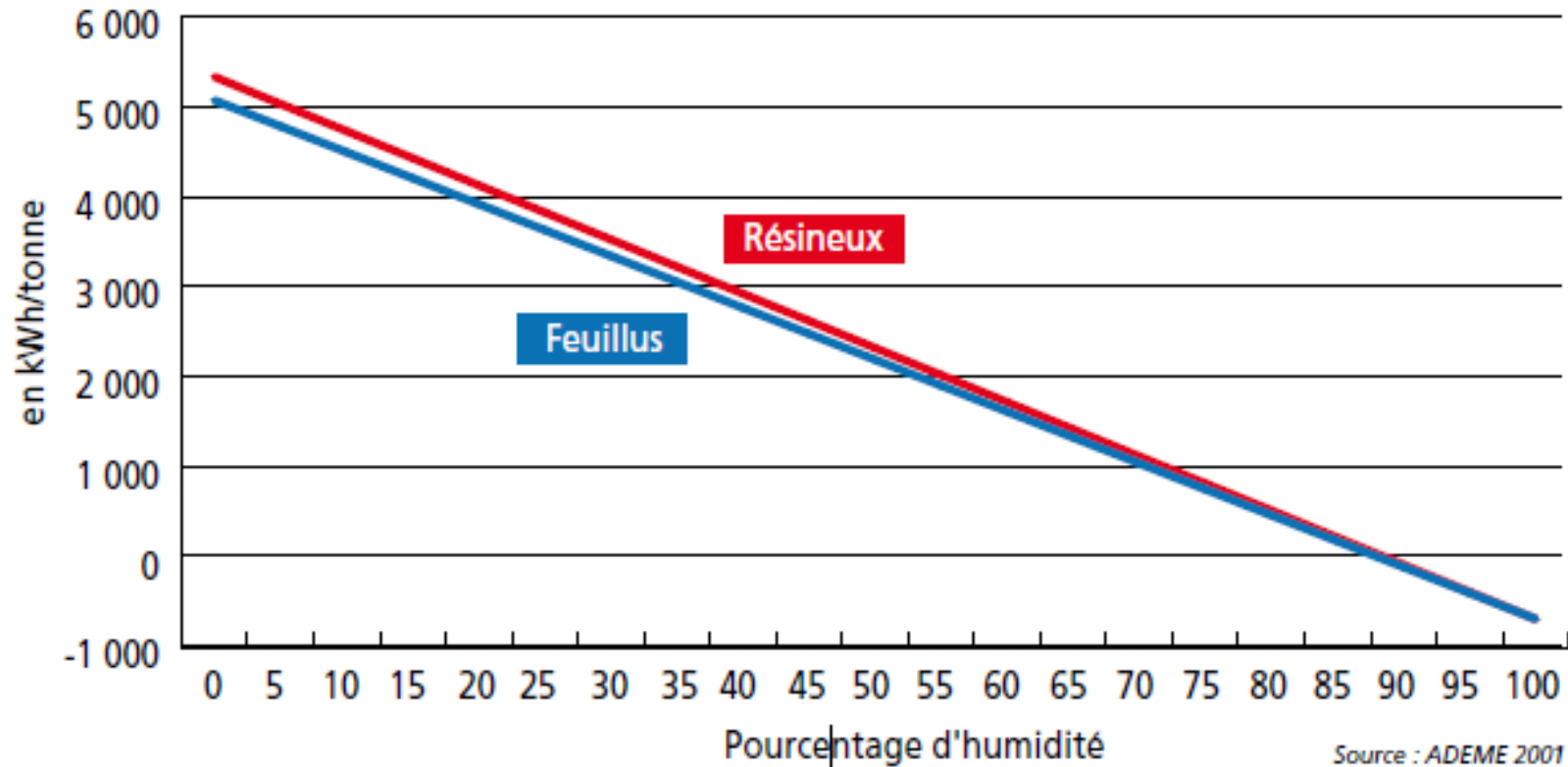
L'électrode externe est la tôle du seau d'échantillon, l'électrode interne est isolée au milieu de l'appareil.

<p>Thermobalance</p>		<p>Mesure directe par séchage infrarouge. L'appareil est une balance de laboratoire dotée d'une résistance permettant le séchage de l'échantillon. La balance pèse en continue et s'arrête lorsqu'il n'y plus de variations de masse.</p>	<p>Entre 15 et 30 minutes en fonction de l'humidité du bois</p>
<p>Umikron</p>		<p>Mesure directe par séchage</p>	<p>10 minutes</p>
<p>Berthold MT 230</p>		<p>Mesure indirecte de l'humidité par l'utilisation de la réflexion du rayonnement infrarouge. Utilisable en ligne (sur convoyeur à bande par exemple) et en hors ligne</p>	<p>Immédiat</p>

Contrôles de la qualité du combustible - ADEME

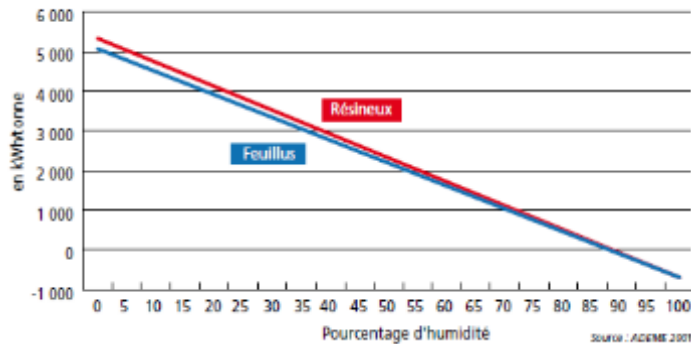
Caractérisation du combustible plaquette

PCI en fonction de l'humidité



Humidité -

PCI en fonction de l'humidité



MWh livrés

- ✓ Poids
- ✓ Humidité relative – Humidité sur brut
- ✓ Essence (à relativiser)

		PCI en fonction de l'humidité (kWh/tonne)												
		Humidité sur brut	0%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%
Type de bois	Essence													
Feuillus durs	chênes	4.930	4.377	4.101	3.824	3.548	3.271	2.995	2.718	2.442	2.165	1.889	1.612	
	charme	4.800	4.260	3.990	3.720	3.450	3.180	2.910	2.640	2.370	2.100	1.830	1.560	
	hêtre	4.870	4.323	4.050	3.776	3.503	3.229	2.956	2.682	2.409	2.135	1.862	1.588	
	frêne	4.940	4.386	4.109	3.832	3.555	3.278	3.001	2.724	2.447	2.170	1.893	1.616	
	orme	5.100	4.530	4.245	3.960	3.675	3.390	3.105	2.820	2.535	2.250	1.965	1.680	
	acacia	5.000	4.440	4.160	3.880	3.600	3.320	3.040	2.760	2.480	2.200	1.920	1.640	
	bouleau	5.000	4.440	4.160	3.880	3.600	3.320	3.040	2.760	2.480	2.200	1.920	1.640	
	châtaignier	5.200	4.620	4.330	4.040	3.750	3.460	3.170	2.880	2.590	2.300	2.010	1.720	
	fruitiers	4.900	4.350	4.075	3.800	3.525	3.250	2.975	2.700	2.425	2.150	1.875	1.600	
	érables	5.300	4.710	4.415	4.120	3.825	3.530	3.235	2.940	2.645	2.350	2.055	1.760	
Feuillus tendres	tilleul	4.900	4.350	4.075	3.800	3.525	3.250	2.975	2.700	2.425	2.150	1.875	1.600	
	aulne	4.900	4.350	4.075	3.800	3.525	3.250	2.975	2.700	2.425	2.150	1.875	1.600	
	peupliers	4.800	4.260	3.990	3.720	3.450	3.180	2.910	2.640	2.370	2.100	1.830	1.560	
	saules	4.800	4.260	3.990	3.720	3.450	3.180	2.910	2.640	2.370	2.100	1.830	1.560	
Résineux	pin sylvestre	5.300	4.710	4.415	4.120	3.825	3.530	3.235	2.940	2.645	2.350	2.055	1.760	
	pin maritime	5.200	4.620	4.330	4.040	3.750	3.460	3.170	2.880	2.590	2.300	2.010	1.720	
	sapins	5.100	4.530	4.245	3.960	3.675	3.390	3.105	2.820	2.535	2.250	1.965	1.680	
	épicéa	5.200	4.620	4.330	4.040	3.750	3.460	3.170	2.880	2.590	2.300	2.010	1.720	
	mélèze	5.300	4.710	4.415	4.120	3.825	3.530	3.235	2.940	2.645	2.350	2.055	1.760	
	douglas	5.200	4.620	4.330	4.040	3.750	3.460	3.170	2.880	2.590	2.300	2.010	1.720	

Qualité des plaquettes forestières (et broyage)

Les différents niveaux de qualité,
leurs utilisations et leurs
problématiques.

Erhard JOUSTEN Ökotech BeLux - B-4770 Halenfeld

Combustibles



- Les systèmes d'installations doivent être prévus pour le combustible utilisé.
- Le fonctionnement est garanti par la qualité du combustible prescrite par le fabricant.
- Plus l'installation de combustion est puissante, plus la qualité du combustible peut être variée si les systèmes sont prévus à cet usage.





Hackschnitzel



Schredderholz



Klassengrenzen für Holzhackschnitzel. Die wichtigsten festgelegten Messgrößen und Klassengrenzen der neuen Vornorm (prCEN/TS 14961) sind speziell für Holzhackschnitzel in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

<i>Dimensionen (4 Klassen)</i>			
	Hauptfraktion >80 % Masse:	Feinanteil <5%:	Grobanteil <1%:
P16	3,15 mm ≤ P ≤ 16 mm	< 1 mm	> 45 mm (alle <85 mm)
P45	3,15 mm ≤ P ≤ 45 mm	< 1 mm	> 63 mm
P63	3,15 mm ≤ P ≤ 63 mm	< 1 mm	> 100 mm
P100	3,15 mm ≤ P ≤ 100 mm	< 1 mm	> 200 mm
<i>Wassergehalt, bez. auf FM (5 Klassen)</i>		<i>Aschegehalt (% d.TM) (5 Klassen)</i>	
M20	≤ 20 %	A0.7	≤ 0,7%
M30	≤ 30 %	A1.5	≤ 1,5 %
M40	≤ 40 %	A3.0	≤ 3,0 %
M55	≤ 55 %	A6.0	≤ 6,0 %
M65	≤ 65 %	A10.0	≤ 10,0 %

- ❑ Lors du choix du combustible il faut prendre en considération que la valeur calorifique dépend tout d'abord de la teneur en eau du bois. Plus le bois contient d'eau plus basse sera la valeur calorifique, car lors de la combustion l'eau s'évapore et emploie ce faisant de la chaleur. Ceci provoque une réduction de rendement et mène à une plus haute consommation de bois.
- ❑ En plus lors d'une augmentation d'humidité du combustible, il faut s'attendre à une perte de puissance de la chaudière, une augmentation de cendres et une durée de stockage réduite. La teneur en eau (humidité sur brut) maximale admise pour les plaquettes est de 40% (M40). La teneur en eau des plaquettes ne doit pas être en dessous de 10% (M10) sinon une formation d'aérosols augmentera la valeur d'émission de poussière. Du point de vue technique on choisit une valeur calorifique caractéristique d'après sa teneur en eau. Pour une combustion économique et écologique, la valeur calorifique ne devrait pas être inférieure à 4kWh/kg.

Teneur en eau	Humidité	Valeur calorifique	Consommation en bois, relative
10,0 %	11,1 %	4,6 kWh/kg	87 %
20,0 %	25,0 %	4,0 kWh/kg	100 %
26,0 %	35,0 %	3,7 kWh/kg	110 %
30,0 %	42,9 %	3,4 kWh/kg	120 %

Pushing Floor Discharge SBA

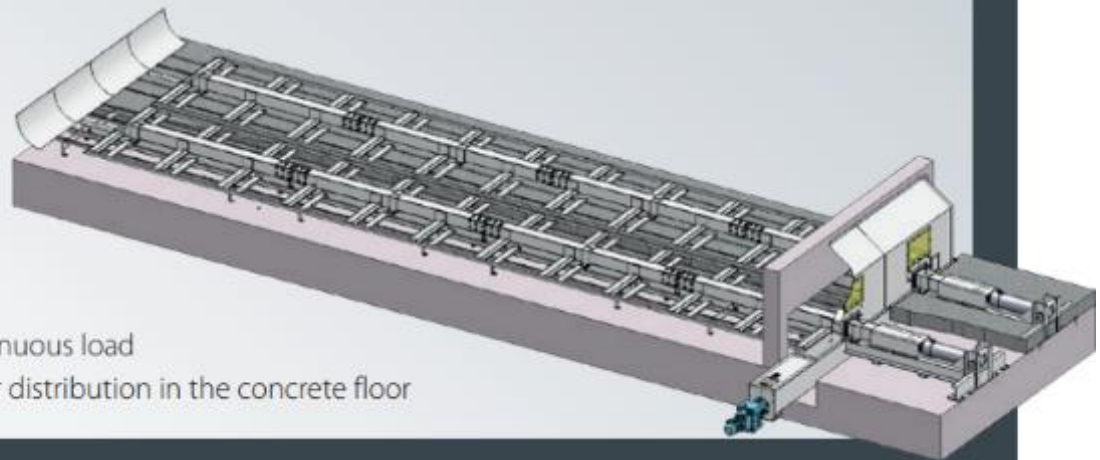
extremely stable discharge device for biomass-firing systems

Fuel

- + chips from a crusher
- + wood shavings
- + wood chips
- + pellets
- + briquettes

Advantages

- ✓ designed for highest continuous load
- ✓ hydraulic drive with power distribution in the concrete floor



Discharge NOF

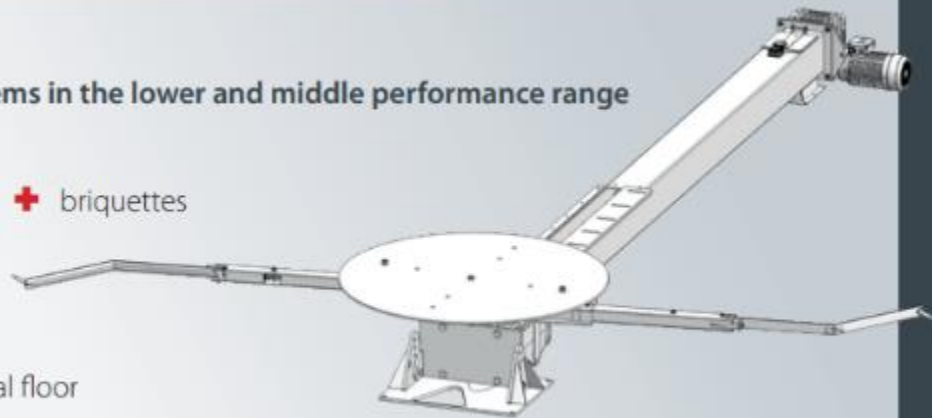
for automatic biomass-firing systems in the lower and middle performance range

Fuel

- + shavings
- + wood chips
- + briquettes

Advantages

- ✓ extremely reliable
- ✓ low-maintenance operation
- ✓ without insertion of an additional floor
- ✓ robust design
- ✓ space-saving through inclined installation or horizontal fuel transfer



Dessileur rotative d'extraction silo (G30 – G50)(P16 – P31)



Influences négatives:

- trop de matières fines.
- fonctionnement avec matériel de broyage seulement possible sous certaines conditions.

Problématique de l'alimentation avec des vis sans fin pour différents combustibles.

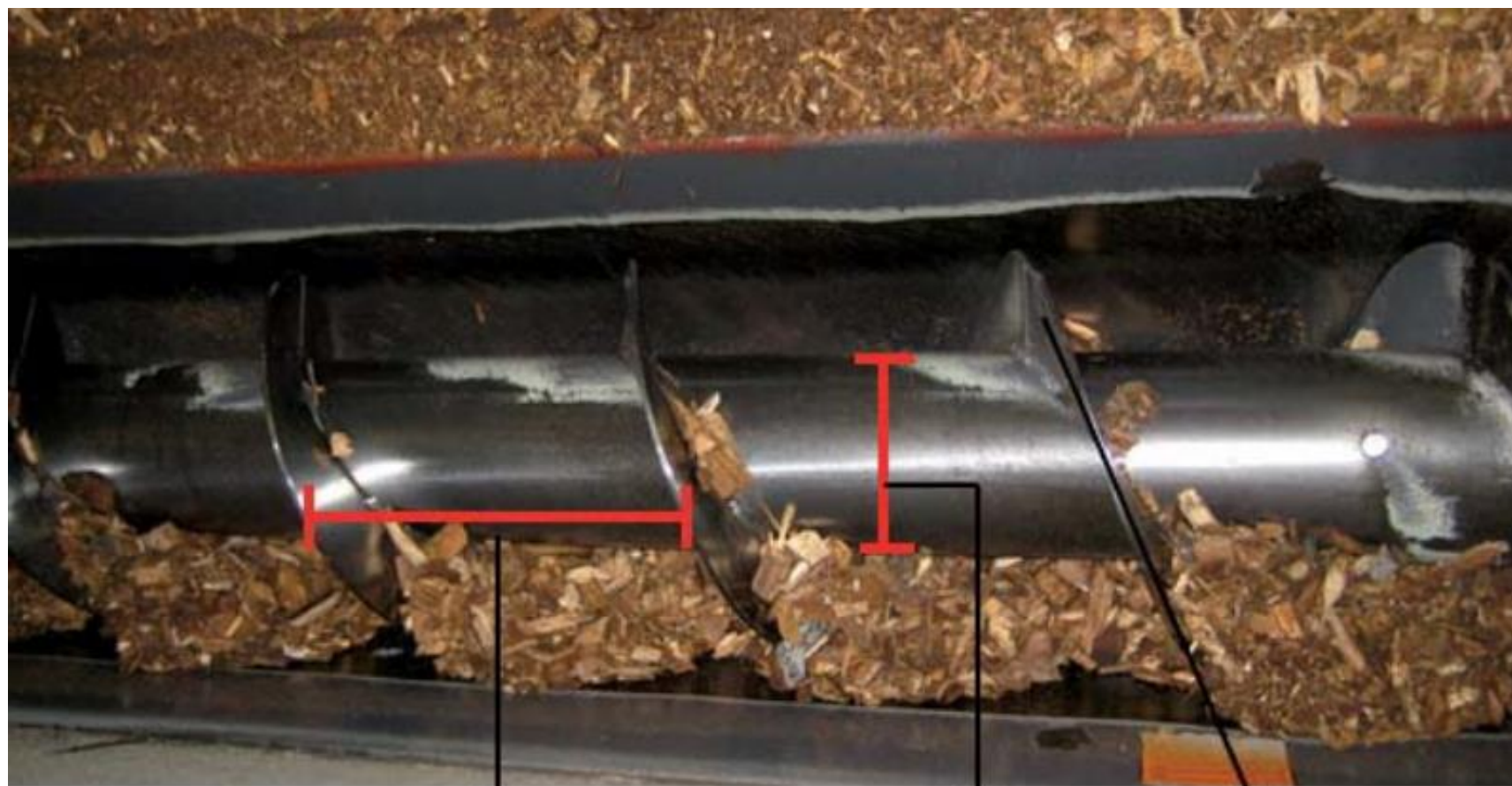
Dans le cas de systèmes d'extraction à bras articulé ou à noyau à ressort, le combustible compact stocké sans pouvoir s'écouler forme une paroi verticale fixe et ne peut être extrait par l'extrémité du bras articulé ou du noyau à ressort. Ce problème dû à une fraction de fines trop élevée s'aggrave lorsque le matériau combustible est encore humide ou a séché uniquement après ensilage.

Le rayon d'extraction maximal ne peut plus être atteint, car les bras articulés ne peuvent pas être dépliés. Seul le combustible présent sur une toute petite surface circulaire au centre peut être déchargé.

La présence d'une fraction de fines élevée provoque au centre la formation d'un cylindre creux avec des parois latérales quasi verticales. Les plaquettes de bois ne s'écoulent plus depuis la paroi extérieure vers le centre. Sur les systèmes d'extraction avec noyau à ressort, le phénomène de surcharge peut entraîner l'arrêt complet du système.

Une fraction de fines élevée, conjuguée à un taux d'humidité élevé, empêche les plaquettes de bois de s'écouler et peut conduire à la formation de ponts et de puits dans les puits de chute et les zones de transition, ainsi qu'à la formation de gel en hiver. Il en résulte une marche à vide ou une répartition inégale du taux d'occupation des systèmes de transport avec, à la clé, des perturbations d'exploitation.

Problématique de l'alimentation avec des vis sans fin pour différents combustibles.



Distance entre les spires

Diamètre du noyaux

Lame hélico















Problème lors de la combustion en relation avec des combustibles inadaptés au système de combustion.



Excédent d'air avec hot spot (flèche) et scorification

Problème lors de la combustion en relation avec des combustibles inadaptés au système de combustion.



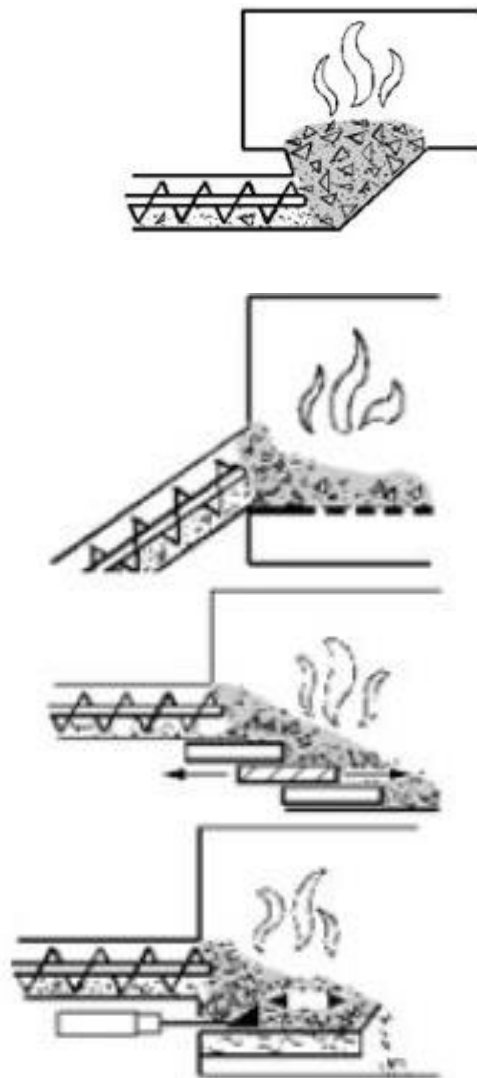
Manque d'air avec développement de fumées

Combustion optimale grâce à l'utilisation de combustible conçu pour le système de combustion et d'alimentation.



Occupation optimale des grilles sans surproduction d'oxygène

Systemes de combustion





La qualité du combustible « plaquettes » et ses conséquences sur votre chaufferie
Nassogne, le 06 octobre 2022

FRW – Facilitateur Bois-Energie - Secteur public



Nettoyage des tubes de l'échangeur de la chaudière



Nettoyage du foyer

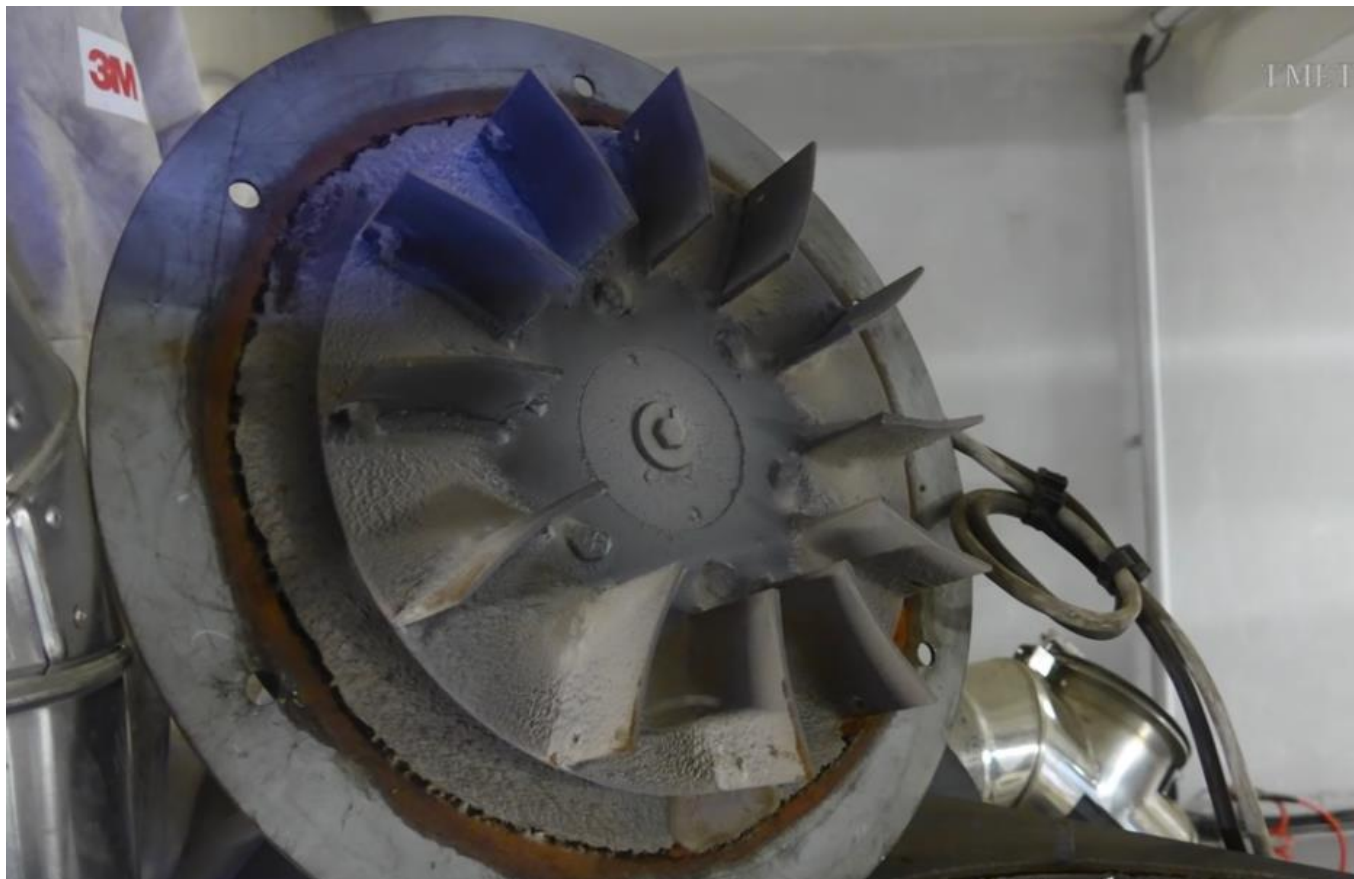


Nettoyage de la grille



Vis de décendrage (à conserver couverte de cendres pour éviter les montées en températures trop importantes)





Nettoyage de la turbine de l'extracteur de gaz de combustion



Nettoyage des tuyaux de gaz de recirculation



Nettoyage de la sonde lambda (mesure de l'oxygène)

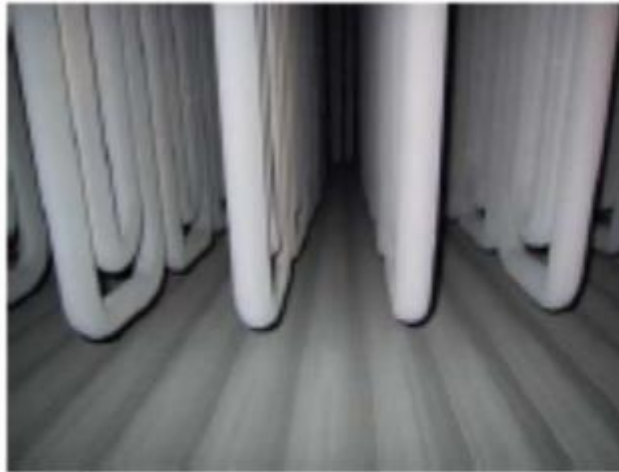


Ferraille dans les cendres



Mâchefer = vitrification des cendres
Blocage de la vis sans fin de décendrage

Encrassement



Ci-dessus : Bas

Corrosion



Ci-dessus : Bas



Ci-dessus : haut



Ci-dessus : haut



Cendres sous foyer OK



Cendres limites, à surveiller



Vitrification – Bois trop sec, trop de particules fines



Bois, le combustible naturel



Formation gestionnaires de chaufferies Contrat d'entretien-Maintenance

Agenda

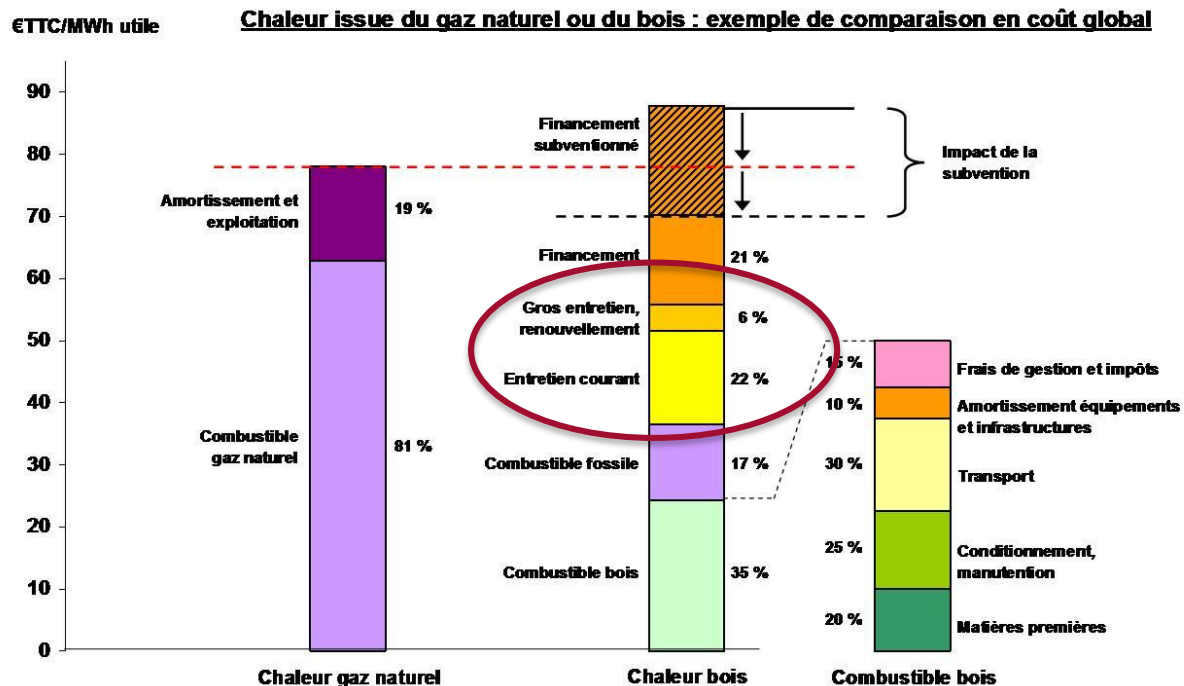
- Importance d'un contrat d'Entretien-Maintenance
- Les prérequis pour un gestionnaire de chaufferie
- Les essentiels en chaufferie
- Les essentiels d'un contrat
- Importance du gestionnaire de chaufferie
- Rôles et tâches du maintenancier
- Exemple de pannes typiques - importance du monitoring

Importance d'un contrat d'Entretien-Maintenance

- CAPEX = investissement
- OPEX = (combustible, gestion, maintenance, etc..)
- La maintenance d'une chaufferie biomasse représente +/- 25 % du prix de la chaleur (OPEX)
- Pour tout projet en énergie,

OPEX >>>> CAPEX

L'impact d'un bon contrat de maintenance est prédominant dans la rentabilité d'un projet.



<https://www.biomasse-normandie.fr/encyclopedie/rentabilite-dun-projet-bois-energie/>

Prérequis pour un gestionnaire de chaufferie

- **S'informer :**
 - Être impliqué dès la conception et certainement lors du suivi de chantier
 - Être curieux, poser des questions à l'installateur lors du chantier
 - Être présent lors des interventions de maintenance externe, et idéalement y participer
- **Se former et être formé**
 - Formation obligatoire par l'installateur / fournisseur sur les équipements AVANT la réception provisoire
 - Formation disponible auprès des fournisseurs d'équipements, du CIBE (France), etc...
- **Oser intervenir, partager et anticiper**
 - Ne pas être le seul dépositaire de la connaissance, former au moins un collègue
 - Développer une connaissance spécifique pour être capable de reconnaître un comportement anormal
 - Oser intervenir sur l'équipement

Les essentiels en chaufferie

- Un exemplaire complet du dossier As-built
- Afficher le schéma hydraulique sur un mur, s'assurer que chaque équipement dispose d'un « TAG » spécifique
- Les plans électriques à jour dans les tableaux
- Tenir un carnet de chaufferie
 - observations,
 - index des compteurs,
 - livraisons de combustible,
 - copie des bons d'intervention,
 - etc..

Les essentiels d'un contrat

- Matrice de responsabilité
 - Qui, quoi
- Plan de maintenance
 - Quoi , quand
- Conditions d'exploitation normales et contractuelles
 - Heures de fonctionnement annuel, puissance min et max, ... -> monitoring !
- Contact et délais de réaction garantis

Importance du gestionnaire de chaufferie

- Connaissance spécifique de l'installation (cfr suivi et expérience)
- Réalise les rondes techniques :
 - Permet d'anticiper les problèmes et les coûts
 - Garant du fonctionnement à court terme
- Premier intervenant en cas de problème :
 - Mise en sécurité
 - Eviter le sur-accident : ORAS (Observer, Réfléchir, Agir, Surveiller)
 - Qualité de l'information fournie au prestataire externe

Rôles et tâches du maintenancier

- Dispose de la connaissance générale de l'installation
- Doit suivre le plan de maintenance de l'équipement
- Deuxième intervenant en cas de problème : délais de « réparation » dépend de la qualité de l'information fournie par le gestionnaire de chaufferie.
- Garant du fonctionnement à long terme
- Fonctionnement hybride possible : des tâches peuvent être confiées au gestionnaire de chaufferie après une formation appropriée

Exemple

- Suivi de la qualité du combustible livré



Exemple

- Suivi de la consommation en combustible (impact de l'humidité, ...)
- Suivi de la combustion (odeur, couleur de fumée, cendres, mâchefer, ...)



Exemple

- Suivi de l'usure (bruit, défaut visuel, rouille, fuite, etc..)





Merci de votre attention

gregory.tack@spw.wallonie.be

Pour les aspects :

- d'**information et sensibilisation** sur le bois-énergie (à la demande, de manière ciblée, et aux acteurs de la filière)
- de **conseils et analyses** de solutions bois-énergie
- d'**aide au montage de projets** (étude de pertinence et suivi du projet)
- d'**appui à l'administration** (identification des obstacles au développement de la filière, analyse et proposition de solutions, impacts du développement de la filière, ...)
- d'évaluation de la **filière bois-énergie** en Wallonie
- de **documents de référence et publications** diverses

Cellule PBE de la FRW
Anne-Marie REGGERS - Francis FLAHAUX
Coordonnateur du PBE&DR
Rue des Tilleuls, 1^E
6900 MARLOIE
Tél: 084/21.98.62
pbe@frw.be




BOIS-ÉNERGIE

UNE SOLUTION QUI VOUS CONCERNE



**PBE
& DR**

PLAN
BOIS-ÉNERGIE
& DÉVELOPPEMENT
RURAL POUR
LA WALLONIE



La qualité du combustible « plaquettes » et ses conséquences
sur votre chaufferie

Nassogne, le 06 octobre 2022

FRW – Facilitateur Bois-Energie – Secteur public