



BOIS-ÉNERGIE

UNE SOLUTION QUI VOUS CONCERNE



**PBE
& DR**

PLAN
BOIS-ÉNERGIE
& DÉVELOPPEMENT
RURAL POUR
LA WALLONIE

***Le Bois-Énergie en pratique...
La qualité du combustible comme
porte d'entrée du monitoring***



Le programme

9h15 - Visite de la plate-forme bois-énergie

10h15 - Retour en salle et café

- Questions/réponses sur la visite

- Contexte introductif

- La place du combustible bois et les exigences dans les outils

- Les intérêts du Monitoring – Test d’humidité

- Questions/réponses

12h15 - Clôture et repas sandwiches

Visite possible de la chaufferie



Les objectifs, les messages

- ❑ Montrer l'importance d'un contrôle rigoureux de la qualité du combustible dans le contexte général du suivi des projets, avec ou sans monitoring
- ❑ Une démarche constructive... (cycle séminaires réseaux de chaleur, formations bureaux d'études, installateurs...)
- ❑ Préserver, ou plutôt renforcer l'image de marque du bois-énergie
- ❑ Développer des projets parfaitement acceptés par tous
- ❑ Agir ensemble et à tous les niveaux (Facilitateurs, SPW, FEBHEL, ...)



Les objectifs du PBE&DR

- ❑ Valoriser les sous-produits forestiers et de la 1^{ère} transformation du bois... Les autres sources de bois peu ou mal valorisées...
- ❑ Créer des plus-values et des emplois locaux
- ❑ Réduire les factures énergétiques et sylvicoles
- ❑ Contribuer au DD et à la réduction des GES...
 - ⇒ **Mise en place de projets** de valorisation énergétique du bois
 - ⇒ Dynamisation des acteurs concernés pour favoriser **l'émergence d'une filière bois-énergie en Wallonie**
 - ⇒ Approche « **technologique** » adaptée
 - ⇒ Approche « **ressources** » responsable (Environ. & Economique)



La philosophie du PBE&DR...

- ❑ Des projets thermiques à taille humaine
 - valorisation optimale du bois
 - pas de concurrence (pas de Certif Verts)
 - technologie gérable par les communes
 - démultiplication des effets directs et induits

- ❑ Des réseaux de chaleur
 - mutualisation des investissements
 - optimisation technique, économique, environnementale
 - rôle social et accès aux SRE

- ❑ Plaquettes et granulés
 - Optimisation, confort, qualité, performances
 - marché transparent profitable à l'économie wallonne
 - valorisation de sous-produits et d'entreprises locales...

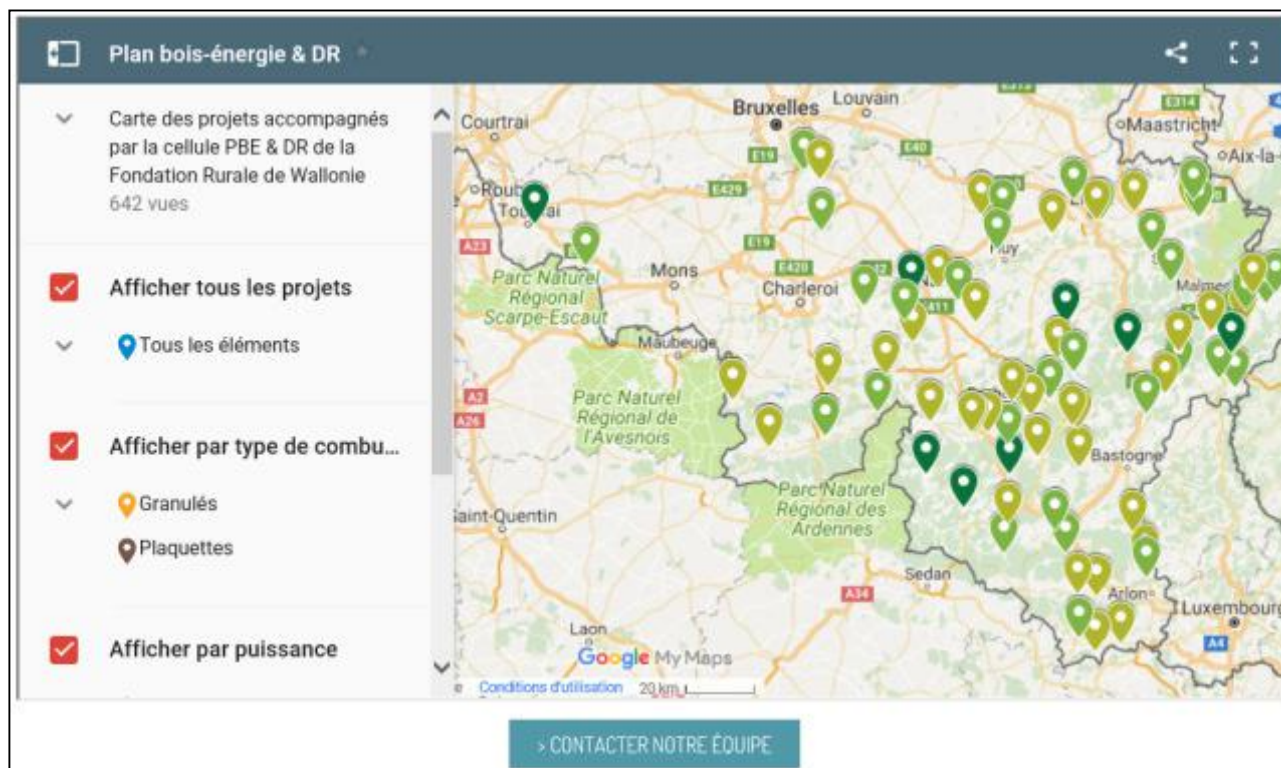


Des projets sur tout le territoire...

- ✓ Environ 150 installations dans le secteur industriel
- ✓ De très nombreuses installations dans le secteur privé domestique
- ✓ Près de 100 installations en fonctionnement dans le secteur public

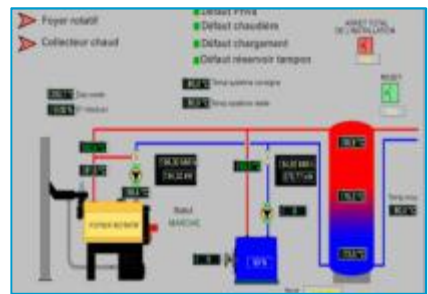
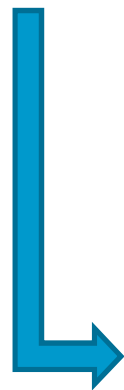
⇒ 1/3 avec réseau de chaleur
⇒ **1/3 avec des plaquettes**

Consultez le site FRW
www.frw.be/pbe.html



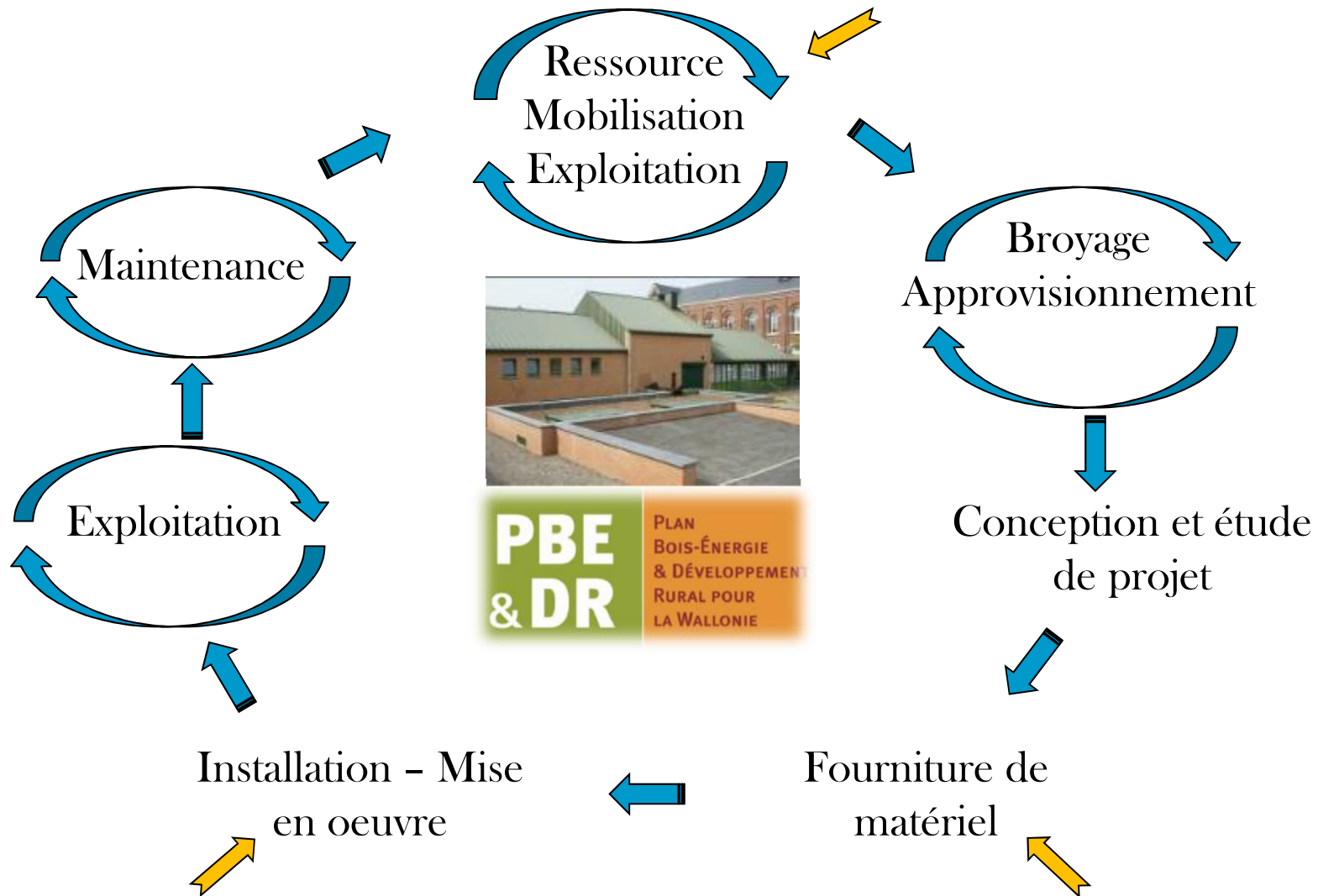


La naissance et le développement d'une filière wallonne... Des dizaines d'entreprises impliquées...



=> Diversification
Spécialisation
Expertise
=> Emplois Locaux
Pérennes
Décentralisés
Non délocalisables

Les projets communaux, pour des économies locales... Le PBE&DR, pour une filière économique en Wallonie !



- ✓ L'exemple d'une maison de repos et de logements à Nismes - Viroinval



Chaufferie centralisée
et silo semi enterrés. Trappes coulissantes

- ✓ L'exemple de l'hôpital neuro psychiatrique de Dave-Namur...



✓ L'exemple de la piscine tropicale de Bohon-Durbuy



✓ L'exemple du réseau de chaleur de Libin

Vous êtes ici
Les nouvelles vont vite !



Le Bois-Energie en pratique
Libin, le 14-12-2017

PBE
& DR

PLAN
BOIS-ÉNERGIE
& DÉVELOPPEMENT
RURAL POUR
LA WALLONIE



✓ L'exemple du réseau de chaleur de Libin





❑ **Quelques préalables sur les causes de bon ou de moins bon fonctionnement des installations**

- La qualité des informations fournies pour l'étude du projet
- La conception et la justesse de dimensionnement des équipements
- L'adéquation du matériel choisi au vu de l'usage
- La qualité de la mise en œuvre et des réglages (en continu)
- La qualité du combustible...
- La qualité de la régulation
- L'entretien-maintenance au jour le jour
- La régularité et la pérennité des entretiens professionnels

➔ **Importance d'une démarche Qualité tout au long du processus**
(CSCh Ensemblier, Bur d'études spécialisés, CSCh plaquettes, contrats, Monitoring...)



❑ **Quelques constats au sujet de la qualité des plaquettes**

- De nombreux projets fonctionnent sans problèmes apparents... mais aussi souvent sans contrôles suffisants
- Une granulométrie parfois inadaptée et hétérogène



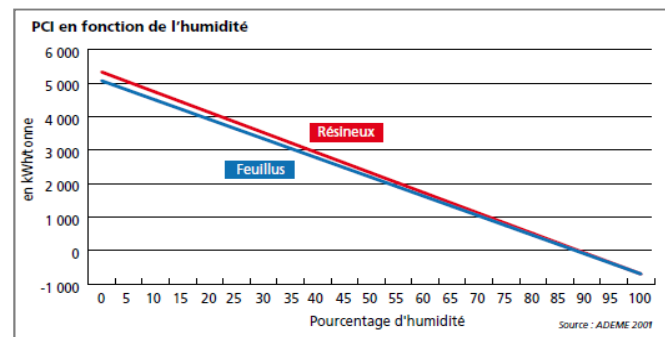


❑ Quelques constats au sujet de la qualité des plaquettes

- Des corps étrangers peu tolérables, voire inadmissibles



- Une humidité trop élevée et variable





□ **Dans quel contexte? Réglementaire**

- Des normes combustibles (ISO 17225-4...), des certifications (D, Ir, I, E, UK), des labels (CBQ+ en Fr)
- Des normes d'équipementiers (EN 303-5 chaudières < 500 kW; AR 10/2010...) et des exigences des installations (chaudières, vis....) – Garanties
- Des normes environnementales (Air, déchets, Ecodesign), énergétiques (Ecodesign...)
- Des cahiers des charges – clauses contractuelles

➔ Des solutions techniques ou des outils existent pour y répondre



❑ ***Dans quel contexte? Sociétal***

- Transparence (traçabilité, air, origine, concurrence...)
- Durabilité (ressources PEFC..., sols (méthode de travail...))
- Image de marque

❑ ***Dans quel contexte? Filière***

- De nombreux « petits » projets avec peu de contrôles...
- Des opérateurs économiques atomisés et diversifiés... à protéger
- Des gisements variés et hétérogènes... à valoriser...

➔ Nous voulons préserver et favoriser cette diversité



❑ **Tenant compte de cela... Quelles solutions?**

- Des contrôles en fin de parcours (End user) sur quelques paramètres clés et avec des outils « basiques »: Cahiers de charges et contrôles à la livraison

➔ Les consommateurs, le Facilitateur

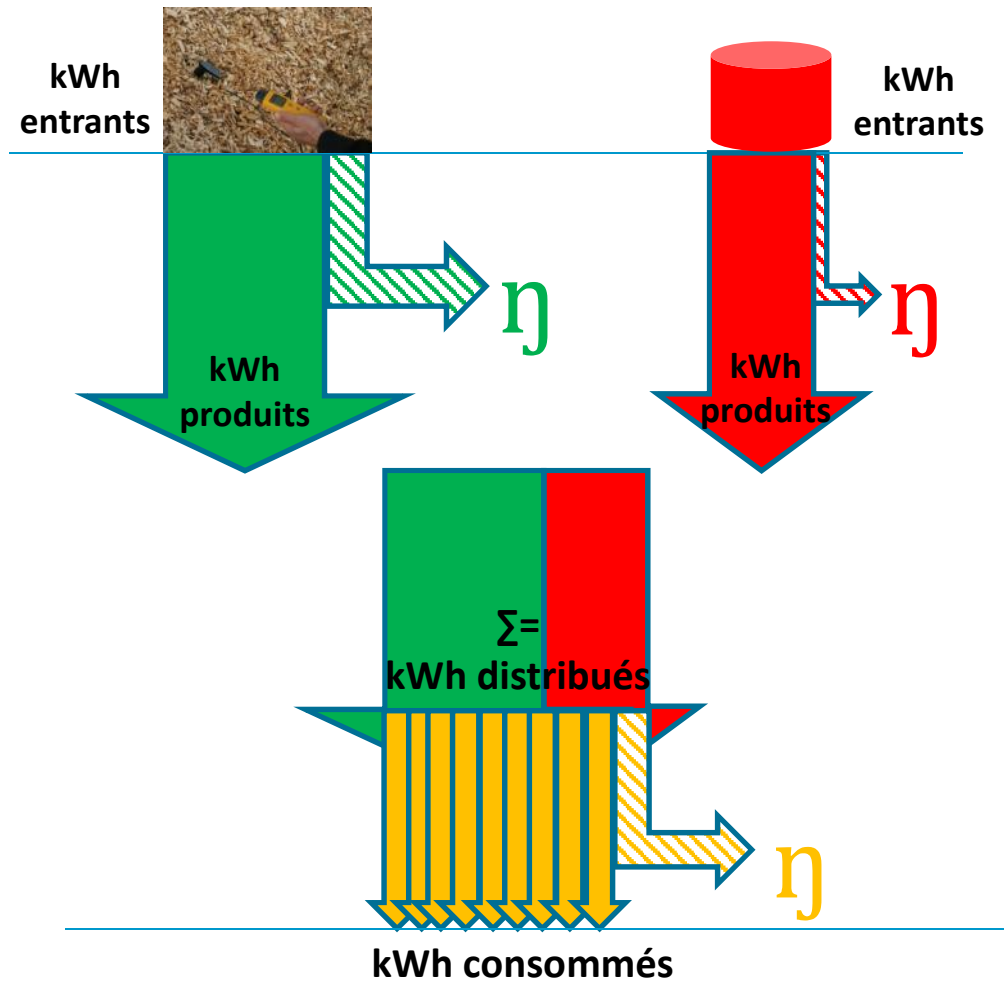
Et pourquoi pas...

- Une certification ou une labélisation des producteurs de bois-énergie (filière) adaptée à notre contexte... mais sans vouloir réinventer la roue ou faire du particularisme wallo-wallon...
cf réflexions actuelles AEBIOM au niveau européen, cf certifications ou labels existants... A méditer collégialement

➔ Les acteurs économiques (FEBHEL...), les décideurs...



La caractérisation du combustible bois et suivi monitoring





La caractérisation du combustible bois et suivi monitoring

- Cahier des charges d'approvisionnement en combustible
- Le bon de livraison
- Le contrôle effectué par le gestionnaire
- Données issues du monitoring



Cahier des charges d'approvisionnement en combustible

□ Un contrat de « longue durée » (3 ans)

- ✓ Le producteur de plaquettes peut acheter les bois ronds, préparer et stocker les plaquettes en parfaite connaissance de son carnet de commande et ainsi disposer, durant toute la période du contrat, d'un combustible en quantité et qualité (séchage notamment) adéquates
- ✓ Le consommateur réduit les démarches administratives et techniques. Il a plus de chances de disposer d'un combustible correct à tout moment.
- ✓ Pour les 2 parties, l'augmentation de visibilité et de prévisibilité joue en faveur d'un prix plus favorable,



Cahier des charges d'approvisionnement en combustible

□ Des exigences de qualités et de contrôle clairement identifiées

- ✓ Les exigences de départ inscrites au CSCh et les contrôles de suivi de cette qualité tout au long du contrat
- ✓ Toutes les méthodes proposées sont simples et aisément réalisables et font partie des standards du secteur du bois-énergie.

⇒ A défaut d'être systématisées, elles permettent néanmoins, au besoin, de préserver chacune des parties de dérives préjudiciables au bon fonctionnement technique, voire économique de votre chaufferie.



Cahier des charges d'approvisionnement en combustible

□ Un combustible payé aux kWh fournis

- ✓ Mode de rétribution le plus correct pour toutes les parties.
- ✓ Dans les limites de ce qui est acceptable au CSCh, le juste prix pour la qualité et les quantités fournies.

Cahier des charges d'approvisionnement en combustible

□ Un combustible de qualité adapté aux spécifications de l'installation

La chaufferie de CCC a été réalisée pour recevoir exclusivement du bois propre et sain. Elle ne constituera 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 :

Humidité : $\dots \% < W < \dots \%$

Granulométrie : $\dots \text{ mm} < G < \dots \text{ mm}$

Cahier des charges d'approvisionnement en combustible

□ Un combustible de qualité adapté aux exigences du gestionnaire

Humidité relative (poids eau / poids brut) des plaquettes.

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

Granulométrie

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

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

Cahier des charges d'approvisionnement et bon de livraison

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

- ✓ le **volume** (en map): 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**

Contrôle effectué par le gestionnaire

□ Granulométrie

- Contrôle visuel



- Contrôle par criblage (ex: ÖNORM M7133)

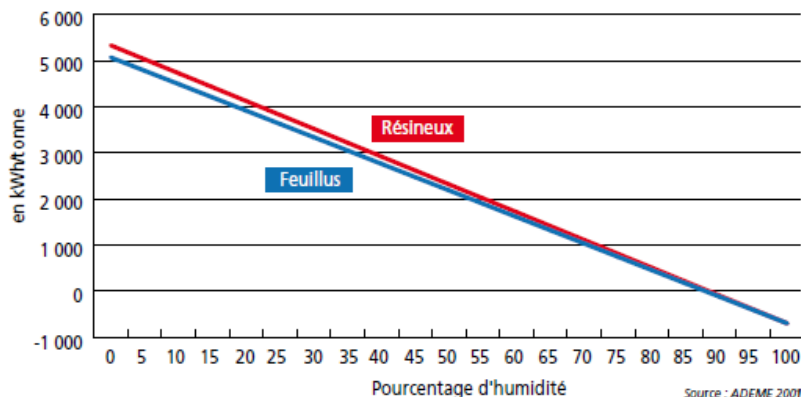


	Bois déchiqueté G30	Bois déchiqueté G50	Bois déchiqueté G100
Part de poussières	20 % maxi Section < 2,8 mm Fines 4 % maxi Section < 1 mm	20 % maxi Section < 5,6 mm Fines 4 % maxi Section < 1 mm	
Part principale	60 à 100 % section de 2,8 à 16 mm longueur maxi 30 mm	60 à 100 % Section de 5,6 à 31,5 mm Longueur maxi 50 mm	Ce combustible est en général utilisé dans les installations de grande taille ou pour « l'alimentation manuelle » de chaudières.
Part grossière	20 % maxi section maxi 3 cm ² longueur maxi 8,5 cm	20 % maxi section maxi 5 cm ² longueur maxi 12 cm	

Contrôle effectué par le gestionnaire

❑ MWh fournis

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	

Contrôle effectué par le gestionnaire

☐ Humidité relative du combustible

ANNEXE 1 : Méthode et règles de prise d'échantillons pour tester l'humidité
(Source : ADEME – Crittbois – Fibois)

ANNEXE 2 : Méthodes d'analyses de l'humidité

1. Mesure directe au moyen d'un testeur d'humidité du bois
2. Calcul de l'humidité du combustible

Contrôle effectué par le gestionnaire

☐ Humidité relative du combustible

1. Mesure directe 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

Contrôle effectué par le questionnaire

2. Calcul de l'humidité du combustible

Principe : Détermination par pesées de la diminution de masse après dessiccation.

Matériel: Un four micro-ondes de type électroménager, une balance précise (de type pèse lettre) de 0 à 1000 gr et une platine en verre

1. Peser le plateau du four à micro-ondes
2. Prélever un échantillon de combustible bois déchiqueté et le déposer de façon uniforme sur le plateau du four à microondes. Peser l'ensemble.
3. Déshydrater, dans le four à micro-ondes par étapes de deux minutes, noter le poids à chaque étape.
4. Recommencer l'opération jusqu'à l'apparition des taches de pyrolyse, peser l'échantillon et le plateau.

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

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

Contrôle effectué par le gestionnaire

❑ Conversion entre l'humidité du bois et son PCI exprimé en kWh/t

ANNEXE 3 : Abaque et tableaux de conversion entre l'humidité du bois et son PCI exprimé en kWh/t

		PCI en fonction de l'humidité (kWh/tonne)											
		Humidité sur brut	0%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	
Type de bois Feuillus durs	Essence												
	chênes	4.930	4.369	4.089	3.808	3.528	3.247	2.967	2.687	2.406	2.126		
	charme	4.800	4.252	3.978	3.704	3.430	3.156	2.882	2.609	2.335	2.061		
	hêtre	4.870	4.315	4.038	3.760	3.483	3.205	2.928	2.651	2.373	2.096		
	frêne	4.940	4.378	4.097	3.816	3.535	3.254	2.973	2.693	2.412	2.131		
	orme	5.100	4.522	4.233	3.944	3.655	3.366	3.077	2.789	2.500	2.211		
	acacia	5.000	4.432	4.148	3.864	3.580	3.296	3.012	2.729	2.445	2.161		
	bouleau	5.000	4.432	4.148	3.864	3.580	3.296	3.012	2.729	2.445	2.161		
	châtaignier	5.200	4.612	4.318	4.024	3.730	3.436	3.142	2.849	2.555	2.261		
	fruitiers	4.900	4.342	4.063	3.784	3.505	3.226	2.947	2.669	2.390	2.111		
	érables	5.300	4.702	4.403	4.104	3.805	3.506	3.207	2.909	2.610	2.311		
	Feuillus tendres	tilleul	4.900	4.342	4.063	3.784	3.505	3.226	2.947	2.669	2.390	2.111	
		aulne	4.900	4.342	4.063	3.784	3.505	3.226	2.947	2.669	2.390	2.111	
		peupliers	4.800	4.252	3.978	3.704	3.430	3.156	2.882	2.609	2.335	2.061	
saules		4.800	4.252	3.978	3.704	3.430	3.156	2.882	2.609	2.335	2.061		
Résineux	pin sylvestre	5.300	4.702	4.403	4.104	3.805	3.506	3.207	2.909	2.610	2.311		
	pin maritime	5.200	4.612	4.318	4.024	3.730	3.436	3.142	2.849	2.555	2.261		
	sapins	5.100	4.522	4.233	3.944	3.655	3.366	3.077	2.789	2.500	2.211		
	épicéa	5.200	4.612	4.318	4.024	3.730	3.436	3.142	2.849	2.555	2.261		
	mélèze	5.300	4.702	4.403	4.104	3.805	3.506	3.207	2.909	2.610	2.311		
	douglas	5.200	4.612	4.318	4.024	3.730	3.436	3.142	2.849	2.555	2.261		

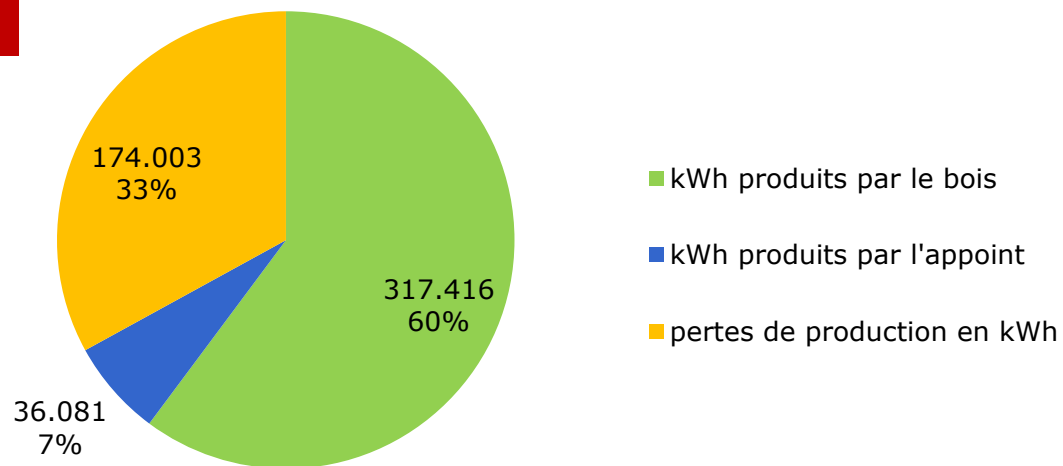


Données issues du monitoring

Monitoring

Approvisionnement

Production d'énergie répartition bois/appoint/pertes sur l'ensemble de la période de suivi monitoring



Exemple de surestimation kWh bois entrants

Monitoring

Contrat de
revente de
chaleur

R3. Coût vérité du kWh aux sous-stations

Coûts du combustible bois consommé en €	104.420,00
Coût du combustible d'appoint en €	266
Coût de l'énergie électrique en €	15.835
Coût d'exploitation et de maintenance en interne en €	0
Coût d'exploitation et de maintenance prestation par un tiers en €	15.000
Totalité de l'énergie délivrée aux sous-stations en kWh	2.769.790
Coût vérité du kWh en €ct/kWh hors investissement	4,9
Coût vérité du kWh en €ct/kWh investissement hors subvention inclus	6,0
Coût vérité du kWh en €ct/kWh investissement total inclus	6,6

Synthèse des résultats du monitoring

Chaufferie située sur la commune de	Réseau de chaleur du centre ville		
Intitulé du projet	Réseau de chaleur du centre ville		
Maître d'oeuvre du projet	0		
N° de dossier SPW	0		
	Situation antérieure	Situation projetée	Résultats du monitoring
	Avant mise en réseau	Etude de projet en	démarré le
		0	00-01-00
Consommation bois		0 kWh/an	1.603.500 kWh
Consommation "appoint"	0 kWh/an	0 kWh/an	895.850 kWh
Consommation totale	0 kWh/an	0 kWh/an	2.499.350 kWh
Puissances installées	0 kW _{total}	0 kW _{bois}	650 kW _{bois}
Taux de charge	#DIV/0! h/an	#DIV/0! h/an	2.459 h/an
Rendement global	#DIV/0!	0%	88%
Rendement de production		0%	95%
Rendement de distribution		#DIV/0!	92%
Part kWh produits par le bois	0%	0%	67%
Part kWh produits par "l'appoint"	100%	0%	33%
Densité énergétique du réseau		#DIV/0! MWh/mF.an	4 MWh/mF
kWh _{el cons} /kWh _{th prod}	ratio	0,0%	2,3%
Coût vérité du kWh (hors invest.)		0,0 €/ct/kWh	7,9 €/ct/kWh
Coût vérité du kWh (invest inclus hors subvention)			9,2 €/ct/kWh
Coût vérité du kWh (investissement total inclus)		#DIV/0! €/ct/kWh	9,9 €/ct/kWh
Investissement (total)/tonne CO ₂ évitée*		#REF! €/ T CO ₂	71 €/ T CO ₂
Investissement (total)/MWh bois produit*		#DIV/0! €/MWh _{prod}	27 €/MWh _{prod}
Émissions évitées de CO ₂		#REF! T CO ₂ /an	612,1 T CO ₂
Émissions évitées de SO ₂		#REF! kg SO ₂ /an	1.040 kg SO ₂
Energie fossile substituée		#REF! Tep/an	168,0 Tep

*Sur base d'un investissement amorti en 20 ans

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 **filiale bois-énergie** en Wallonie
- de **documents de référence et publications** diverses

Pour le secteur public

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

Le Bois-Énergie en pratique...

La qualité du combustible comme porte d'entrée du monitoring

Libin, le 14 déc. 2017

**PBE
& DR**

PLAN
BOIS-ÉNERGIE
& DÉVELOPPEMENT
RURAL POUR
LA WALLONIE

Merci de votre attention