

LES CHAUDIÈRES À LA BIOMASSE

- PUISSANCE ET TYPE
- EFFICACITÉ ET RENDEMENT

Louis-Martin Dion, ing.jr., M.Sc.
Jean Gobeil & Associés inc.



Colloque Agri-Énergie, 1^{ère} édition
Shawinigan
25 octobre 2012



POINTS ABORDÉS DANS LA PRÉSENTATION

- ⊙ Dimensionnement de la chaudière
- ⊙ La biomasse comme combustible
 - ⊙ Granulométrie
 - ⊙ Taux d'Humidité
- ⊙ Efficacité & Rendement des chaudières
- ⊙ Fabricants et distributeurs de chaudières à la biomasse au Québec

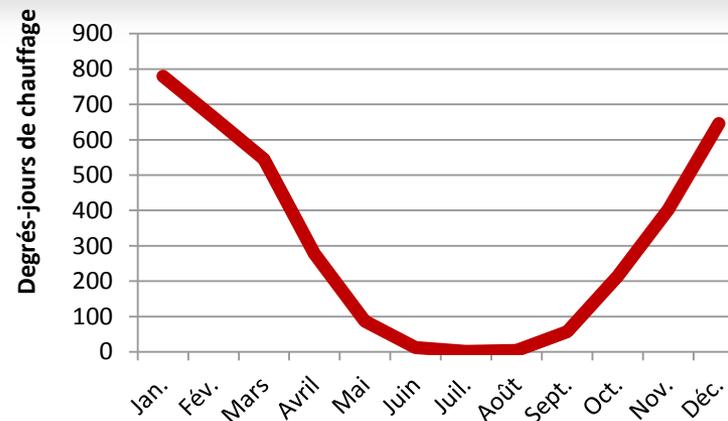
DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUDIÈRE

- ① Définir ses besoins
- ① Audit énergétique
- ① Efficacité Énergétique

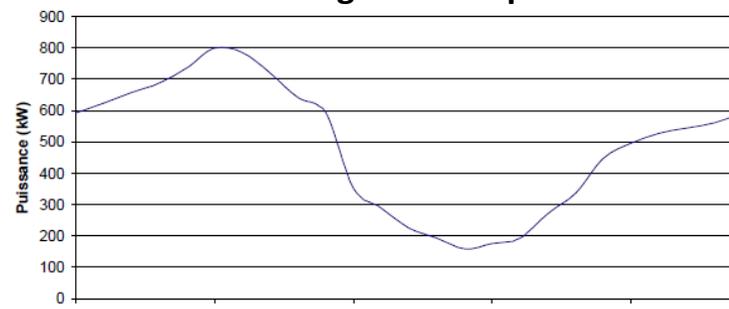
- ① Importance de ne pas Sur-dimensionner

- ① Puissance de pointe
- ① Minimum de charge:
25% ou 10%

**Demande annuelle
d'énergie thermique**



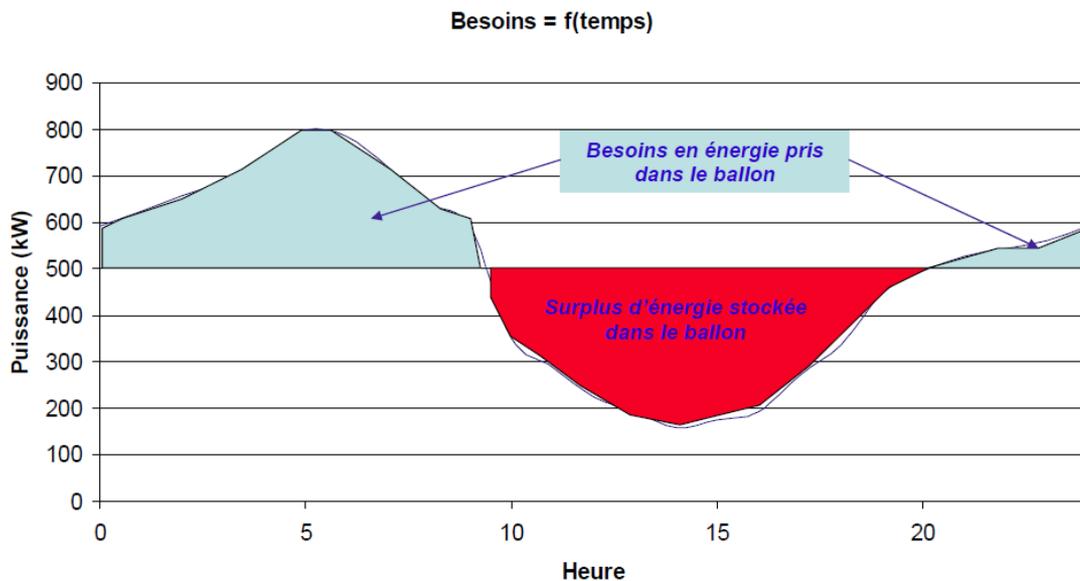
**Demande quotidienne
d'énergie thermique**



(Source : Yann Rogau, Professeur, Directeur adjoint LERMAB)

DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUDIÈRE

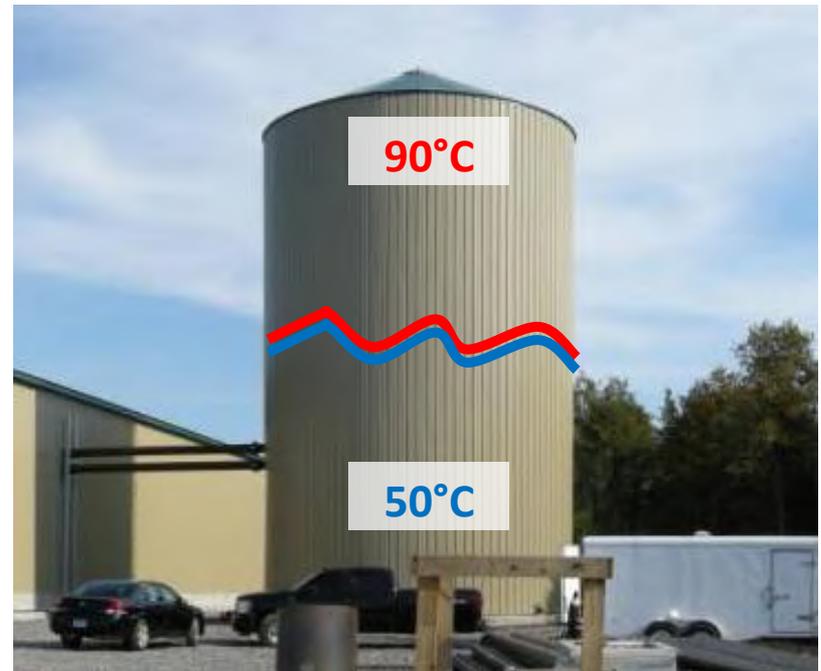
- ② le réservoir d'hydro-accumulation
- ② Lissage de la consommation



(Serres Demers 2012, St-Nicéphore, 2 000 000 Litres)

DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUDIÈRE

⊙ Impact sur le dimensionnement de la Chaudière



Source: <http://www.bioenergie-promotion.fr/17983/schmid-constructeur-de-chaudieres-a-bois-depuis-75-ans-160-kw-a-25-mw/>

(Serres Lefort 2011, Ste-Clotilde, 1 300 000 Litres)



COMBUSTIBLE BIOMASSE

IMPACT SUR LA CHAUDIÈRE

- ⊙ Impacts du type de biomasse sur la chaudière:
 - ⊙ Alimentation automatique
 - ⊙ Insertion automatique dans le foyer
 - ⊙ Applications particulières
 - ⊙ Dimension du foyer
 - ⊙ Air Primaire & Air Secondaire

COMBUSTIBLE BIOMASSE

IMPACT DE LA GRANULOMÉTRIE

⊙ Impacts du type de biomasse sur la chaudière:

⊙ Alimentation automatique

Granulométrie plus grosse



Extracteur à poussoir hydraulique



Convoyeurs

Granulométrie plus petite



Vis sans fin

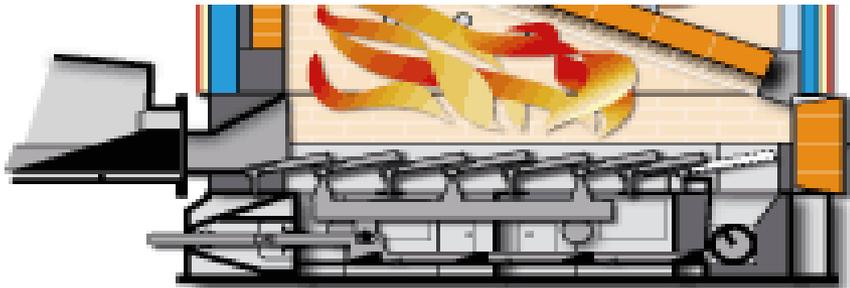


COMBUSTIBLE BIOMASSE

IMPACT DE LA GRANULOMÉTRIE

- ⊙ Impacts du type de biomasse sur la chaudière:
 - ⊙ Insertion automatique dans le Foyer

Granulométrie plus grosse

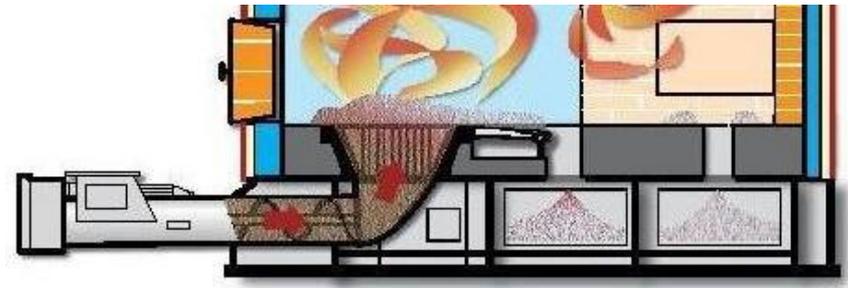


Poussoir hydraulique

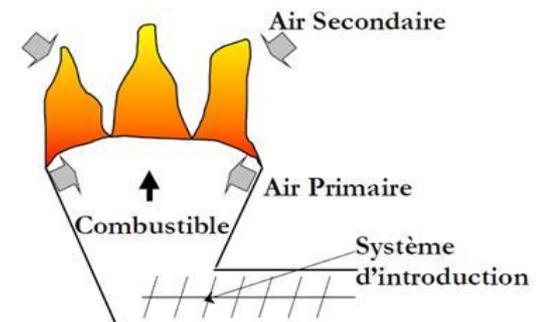


Grilles Mobiles ou Fixes

Granulométrie plus petite



Vis sans fin



Type « Volcan »

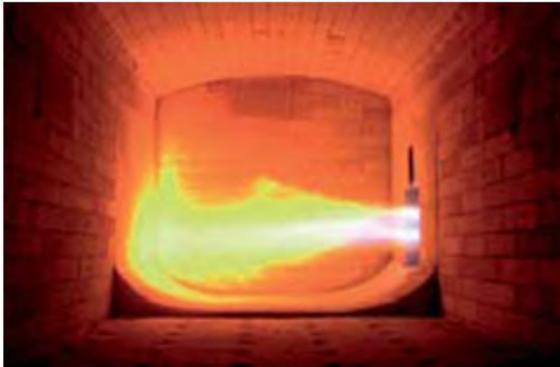
COMBUSTIBLE BIOMASSE

IMPACT DE LA GRANULOMÉTRIE

⊙ Impacts du type de biomasse sur la chaudière:

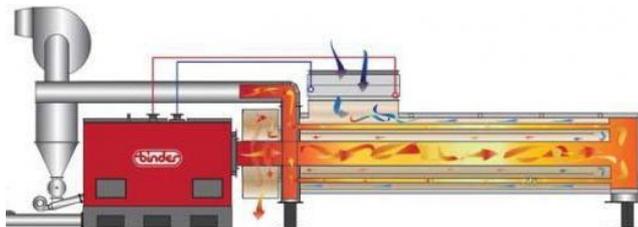
⊙ Applications particulières

Poussière de bois

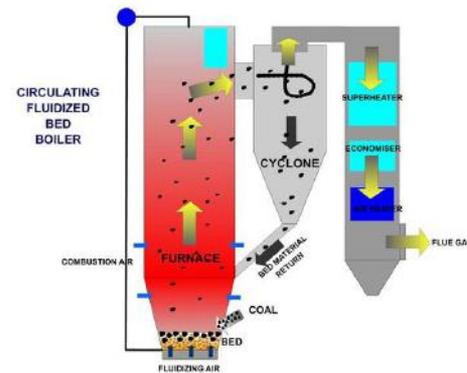


Foyer insufflé & Vis sans fin

Systèmes à Air Chaud



Biomasse Humide
Granulométrie plus grosse
Beaucoup de Cendres



Lit Fluidisé

Évaporateurs acéricoles





COMBUSTIBLE BIOMASSE

AUTRES IMPACTS

- ⊙ Impacts potentiels de la **biomasse agricole**:
 - ⊙ Taux de cendres plus élevé
 - ⊙ Plus basse température de foyer
 - ⊙ Dimension du foyer
 - ⊙ Présence de soufre, de chlore, de potassium et autres?
- ⊙ **Fluide Caloporteur** :
 - ⊙ Eau Chaude
 - ⊙ Eau chaude surchauffée
 - ⊙ Vapeur (Basse Pression, Haute Pression)
 - ⊙ Air Chaud

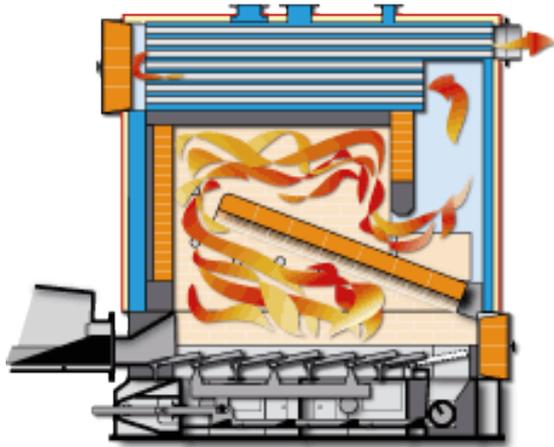
COMBUSTIBLE BIOMASSE

IMPACT DU TAUX D'HUMIDITÉ

- ⊙ Impacts du type de biomasse sur la chaudière:
 - ⊙ Dimension du foyer

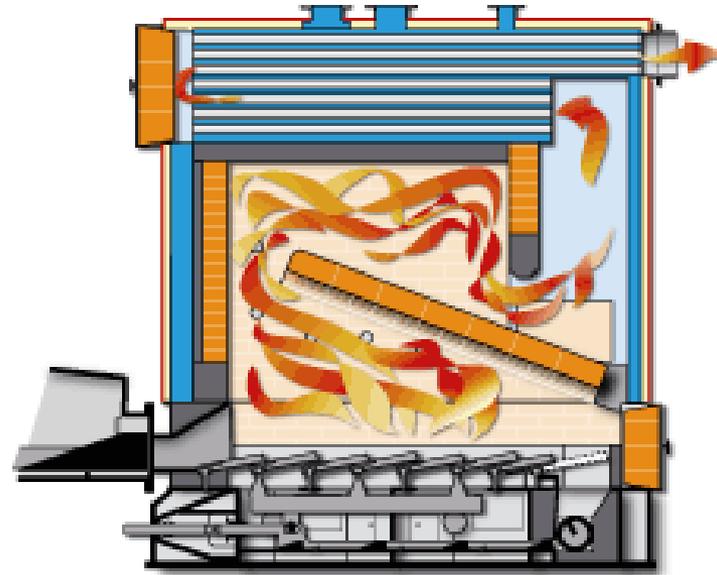
Pour une Puissance égale

Biomasse Sèche
Granulométrie plus dense



>

Biomasse Humide
Granulométrie moins dense



COMBUSTIBLE BIOMASSE

IMPACT DU TAUX D'HUMIDITÉ

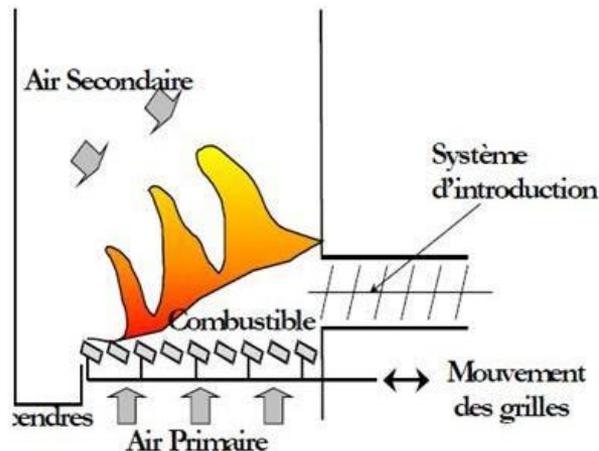
- ◎ Impacts du type de biomasse sur la chaudière:
 - ◎ Air Primaire, Air Secondaire & Système d'introduction

Pour une Puissance égale

Débit d'air, mouvement des grilles &
débit d'introduction pour:
Biomasse Sèche
Granulométrie plus dense



Débit d'air, mouvement des grilles
& débit d'introduction pour:
Biomasse Humide
Granulométrie moins dense





EFFICACITÉ & RENDEMENT

- ⊙ **Plusieurs mesures de la performance d'une chaudière:**
 - ⊙ Rendement Électrique
 - ⊙ Efficacité de l'Épurateur (dépoussiéreur)
 - ⊙ Efficacité de Combustion
 - ⊙ Rendement Thermique
 - ⊙ Rendement Saisonnier
 - ⊙ Coût de Revient



EFFICACITÉ & RENDEMENT

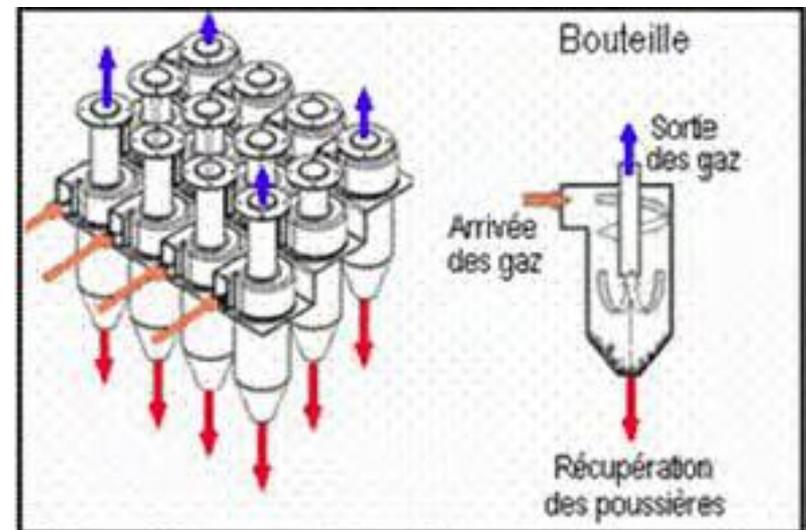
⊙ Rendement Électrique

- ⊙ Rapport entre la **Puissance électrique** et la **Puissance thermique**;
ou entre la Consommation électrique (kWh électrique) et
la Chaleur fournie (kWh thermique);
- ⊙ Généralement: entre **2 et 3% de la Puissance thermique**

EFFICACITÉ & RENDEMENT

⊙ Efficacité de l'Épurateur (dépoussiéreur)

- ⊙ Efficacité à collecter les particules fines
- ⊙ Normalement Garantie par le manufacturier
- ⊙ Norme 150 mg/m³ à 7% O₂
- ⊙ Certificat d'autorisation pour les systèmes de 3000 kW et +



Sources : Compte R. et CRIQ.

EFFICACITÉ & RENDEMENT

◎ Efficacité de Combustion

- Mesure si la Combustion est *Complète* et *sans Imbrûlés*
- Lié au Ratio d'Air Primaire & Secondaire, à l'Excès d'Air et aux Gaz Résiduels
- Méthode de Calcul:
 - Selon les **quantités résiduelles** de Monoxyde de Carbone et de Dioxyde de Carbone dans la **cheminée**

Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (MDDEP)

$$\epsilon_{\text{comb}} = 100 - f \times (T_{\text{fumées}} - T_{\text{amb}}) / \%CO_2$$

Règlement de la Communauté métropolitaine de Montréal

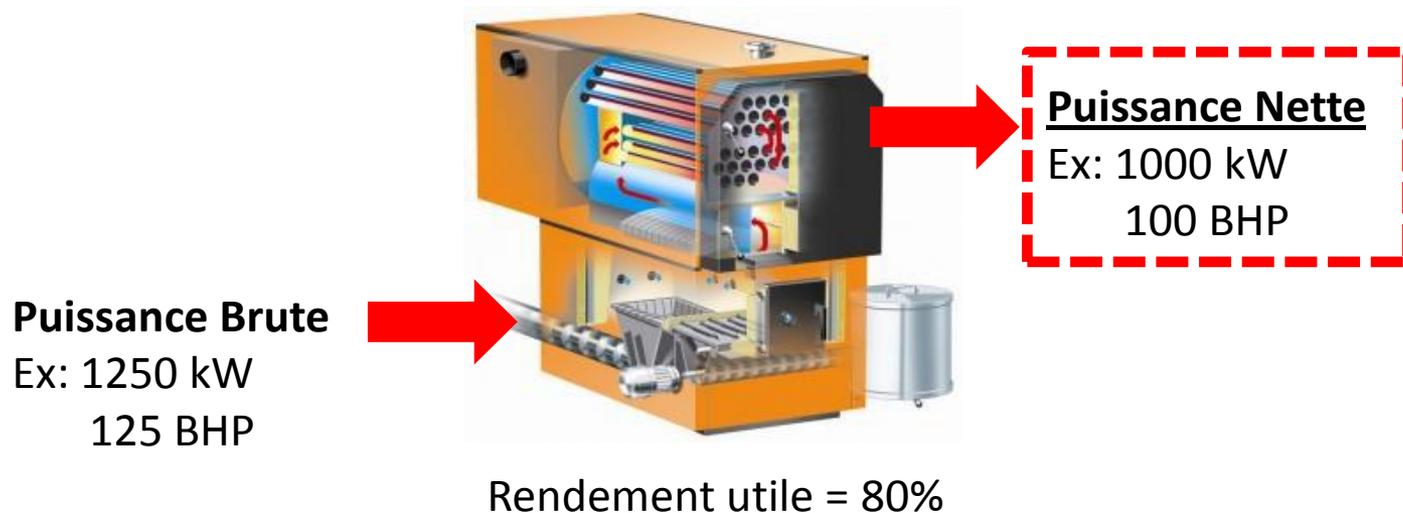
$$E_c = \frac{C_{CO_2}}{(C_{CO_2} + C_{CO})} \times 100$$

- Peut atteindre près de 99,99%, mais n'est pas un indicateur direct du transfert de chaleur vers le fluide thermique (eau, vapeur)

EFFICACITÉ & RENDEMENT

◎ Rendement thermique ou Rendement Utile

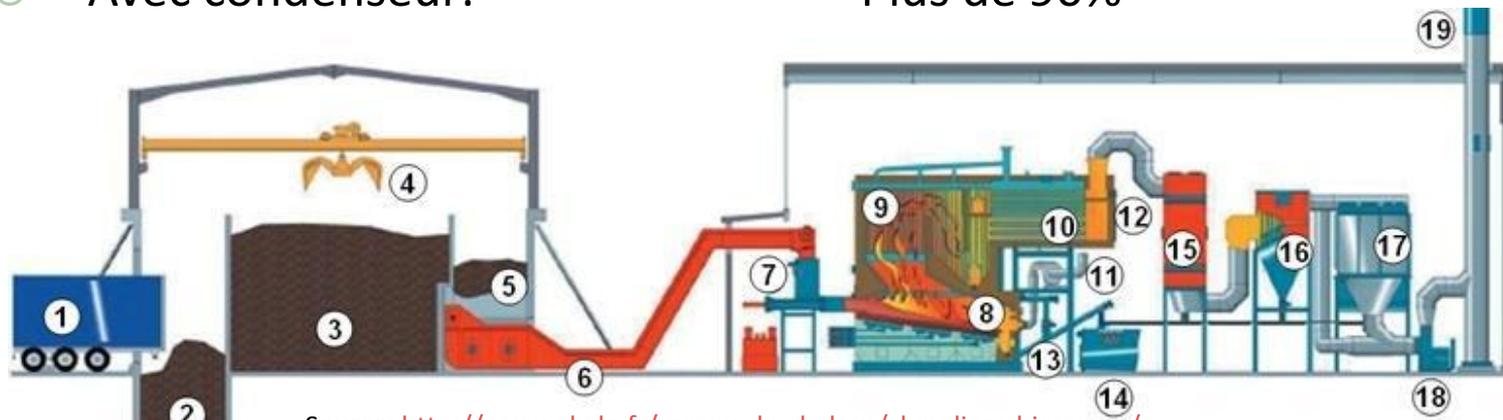
- ◎ Autres appellations: Nominal, Global ou Instantané
- ◎ Efficacité de conversion thermique



EFFICACITÉ & RENDEMENT

⊙ Rendement thermique

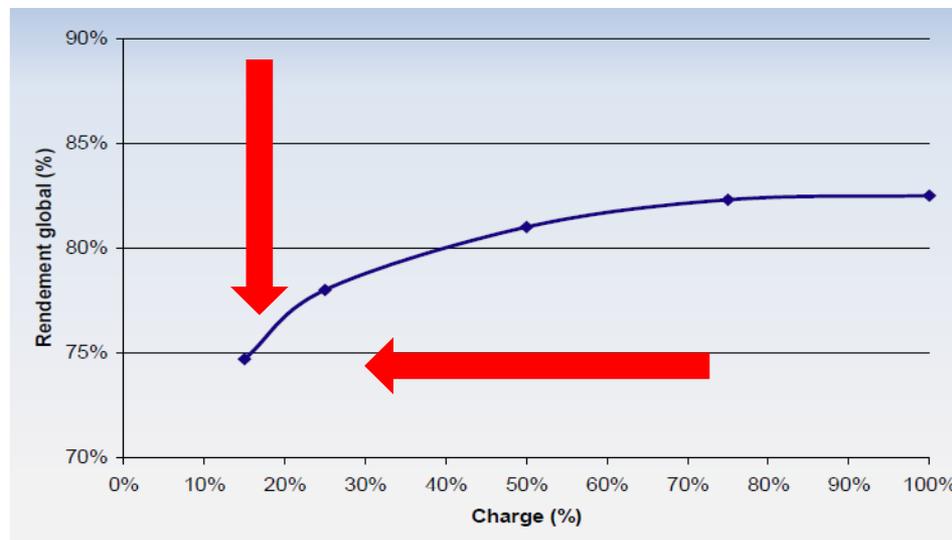
- ⊙ Moyenne: entre 70 et 80%
- ⊙ Systèmes performants: entre 80 et 85%
- ⊙ Avec économiseur de cheminée: entre 85 et 90%
- ⊙ Avec condenseur: Plus de 90%



Source: <http://www.elyde.fr/reseau-de-chaaleur/chaudiere-biomasse/>

EFFICACITÉ & RENDEMENT

- ⊙ **Rendement thermique diminue lorsque Taux de charge diminue**
 - ⊙ Minimum de charge **10%** (granules) à **25%** (copeaux)
 - ⊙ Importance d'obtenir une Courbe de Rendement et Courbe de Puissance de la chaudière selon:
 - **Taux de charge**
 - **Taux d'humidité** de la biomasse



(Rogaume, 2010)



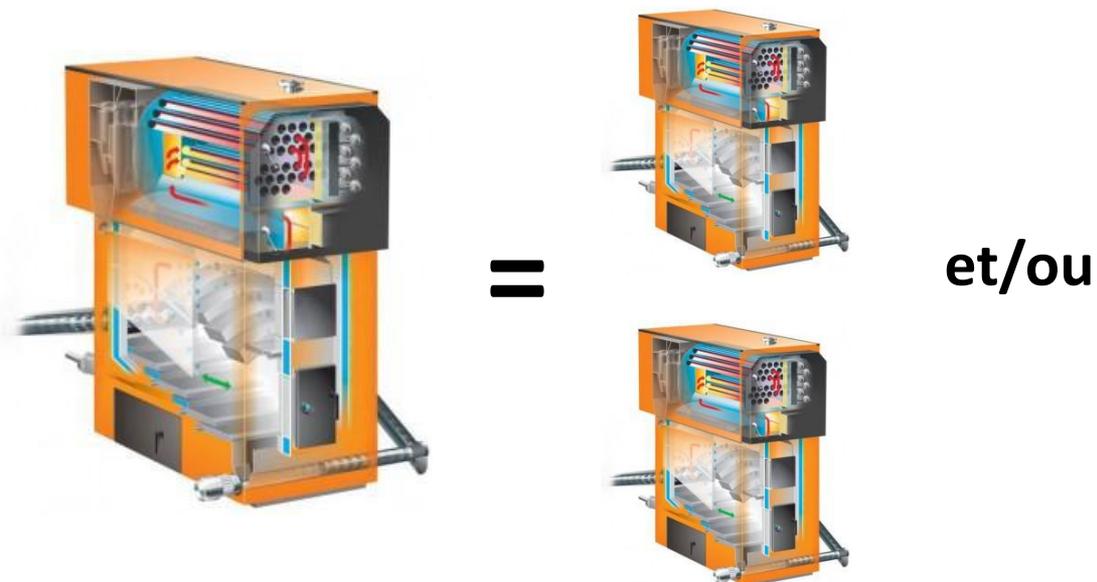
EFFICACITÉ & RENDEMENT

- ◎ **Rendement Saisonnier** tient compte de:
 - ◎ Modulation du taux de charge
 - ◎ Multiples Arrêts/Départs
 - ◎ Maintenance, Encrassement
 - ◎ Température extérieure
- ◎ Diminution du Rendement de 2 à 20% ou plus selon l'utilisation et l'entretien de l'appareil

EFFICACITÉ & RENDEMENT

⊙ Rendement Saisonnier

⊙ Importance de sous-dimensionner



(Serres Lefort 2011, Ste-Clotilde, 1 300 000 Litres)

EFFICACITÉ & RENDEMENT

⊙ Mesure du Rendement

- ⊙ Plan de mesurage
- ⊙ **Instrumentation:**
 - ⊙ Compteur énergétique (kWh)
- ⊙ Tenir un Registre
- ⊙ Moyen efficace de:
 - ⊙ Mesurer la puissance et la chaleur fournies par la chaudière
 - ⊙ La performance de la chaudière à court terme et long terme
 - ⊙ Calculer les GES évités

P
⊙ Manomètre

T
⊙ Sonde de température

Q
⊙ Débitmètre



(Serres Demers 2012, St-Nicéphore, Compteur énergétique)

EFFICACITÉ & RENDEMENT

◎ Coût de revient:

- ◎ \$ / kWh thermique
- ◎ **Coûts d'opérations annuels** de la chaufferie biomasse par rapport à l'énergie annuelle produite
 - Inclus:
 - ◎ Coûts de la biomasse
 - ◎ Coûts électriques
 - ◎ Maintenance et entretien
 - ◎ Main d'œuvre
 - ◎ Assurances
 - ◎ Remboursement de prêts, intérêts, etc.

FABRICANTS ET DISTRIBUTEURS DE CHAUDIÈRES À LA BIOMASSE AU QUÉBEC

⊙ **Manufacturiers**

- ⊙ Agrisource
- ⊙ BFI Boilers
- ⊙ Biofour
- ⊙ BMA Tech
- ⊙ Chauffage Éconoserre
- ⊙ Combustion Experts
- ⊙ Compte-Fournier
- ⊙ Ducova
- ⊙ Ecosens Énergie
- ⊙ Groupe Simoneau
- ⊙ Idéal Combustion
- ⊙ L.S. Bilodeau
- ⊙ SBI International
- ⊙ Transfab Énergie
- ⊙ Wellons Canada

⊙ **Distributeurs**

- ⊙ BeloTEQ (Uniconfort)
- ⊙ DisTech (Viessman)
- ⊙ Distribution LG (Pelco)
- ⊙ Énergies Sonic (Blue Flame Stocker)
- ⊙ Groupe Malenfant (Maxim Central Boiler)
- ⊙ Hargassner Canada
- ⊙ Resomass (Ökofen)
- ⊙ Soudure Bernard Bisson (Heatmor)

⊙ **Importance du Service Après-vente**

FABRICANTS ET DISTRIBUTEURS DE CHAUDIÈRES À LA BIOMASSE AU QUÉBEC

Services Offerts:

Chaudière seulement



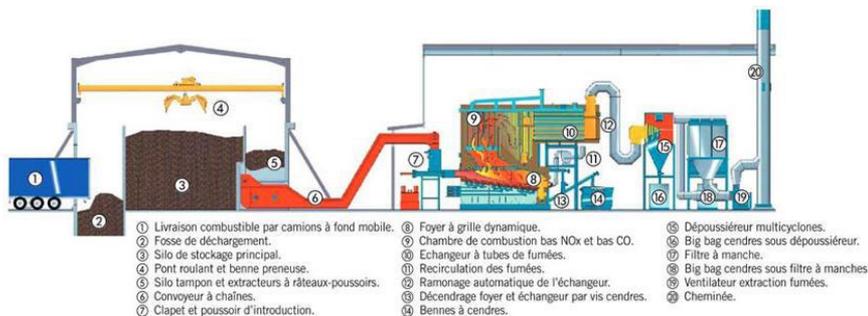
Source: <http://www.bioenergie-promotion.fr/17983/schmid-constructeur-de-chaudieres-a-bois-depuis-75-ans-160-kw-a-25-mw/>

Réserve jusqu'à la chaudière



Source: <http://www.bsria.co.uk/news/biofuels/>

Clé en main



Source: <http://www.lemoniteur.fr/197-eau-energie/article/actualite/830942-biomasse-baisse-des-tarifs-d-achat>

Boîte énergétique



Source: <http://www.renewableenergymagazine.com/article/conference-highlights-latest-biomass-heating-innovations-ahead>



FABRICANTS ET DISTRIBUTEURS DE CHAUDIÈRES À LA BIOMASSE AU QUÉBEC

- ⊙ **Services Offerts:**
 - ⊙ Chaudière seulement
 - ⊙ Réserve jusqu'à la chaudière
 - ⊙ Clé en main
 - ⊙ Boîte énergétique
 - ⊙ Services spécialisés
- ⊙ **Options varient beaucoup**

**Qu'est-ce qui est
inclus ou exclu?**



COÛT D'UNE CHAUDIÈRE

⊙ **Combien ça coûte?**

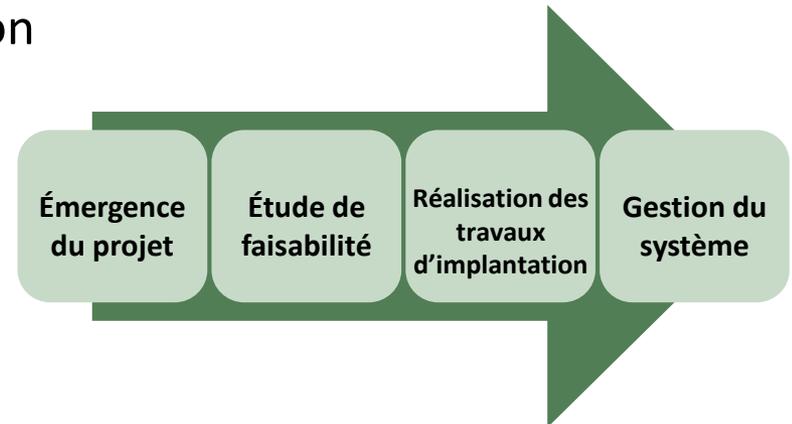
- ⊙ Difficile d'**associer un prix** à une puissance de chaudière
- ⊙ **Quelles Options sont incluses** dans le prix?
- ⊙ Difficile de **comparer** ou **éliminer** des choix **seulement sur la base d'un prix**
- ⊙ Investissement important pour une durée de vie souhaiter de 20 ans et plus

⊙ Pour s'y retrouver:

- ⊙ Se préparer d'avance
- ⊙ Faire appel à des conseillers professionnels
- ⊙ Parler à d'autres utilisateurs
- ⊙ Visites et séances d'information

CONCLUSION

- ◎ Parmi toutes les Options, il y a une Solution plus adaptée à vos besoins
- ◎ Le choix d'une chaudière:
 - ◎ Application & Utilisation
 - ◎ Type de biomasse
 - ◎ Dimensionnement
 - ◎ Performance désirée
 - ◎ Modèle de chaudière



QUESTIONS?



Projet de conversion à la biomasse aux Serres Lefort , 2011 (2x 6000 kW)

Réalisation : Jean Gobeil & Associés Inc.