

# 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<sup>ière</sup> 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

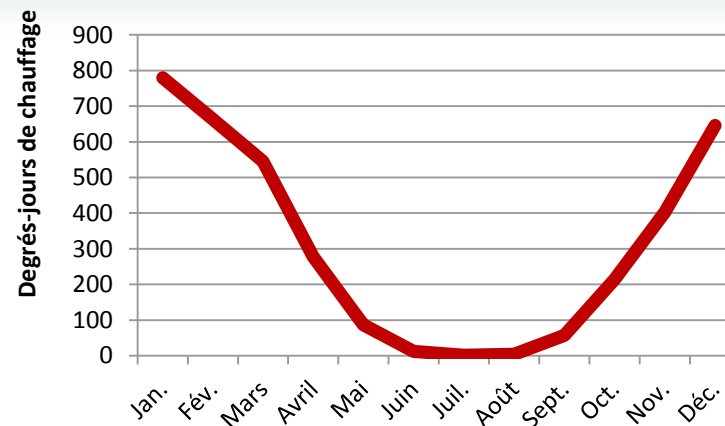
# DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUDIÈRE

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

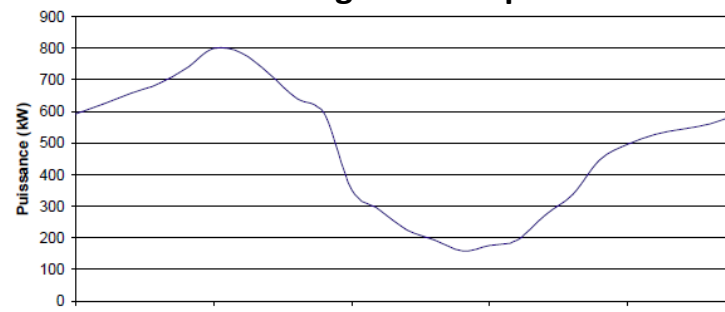
- ① Importance de ne pas Sur-dimensionner

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

**Demande annuelle  
d'énergie thermique**



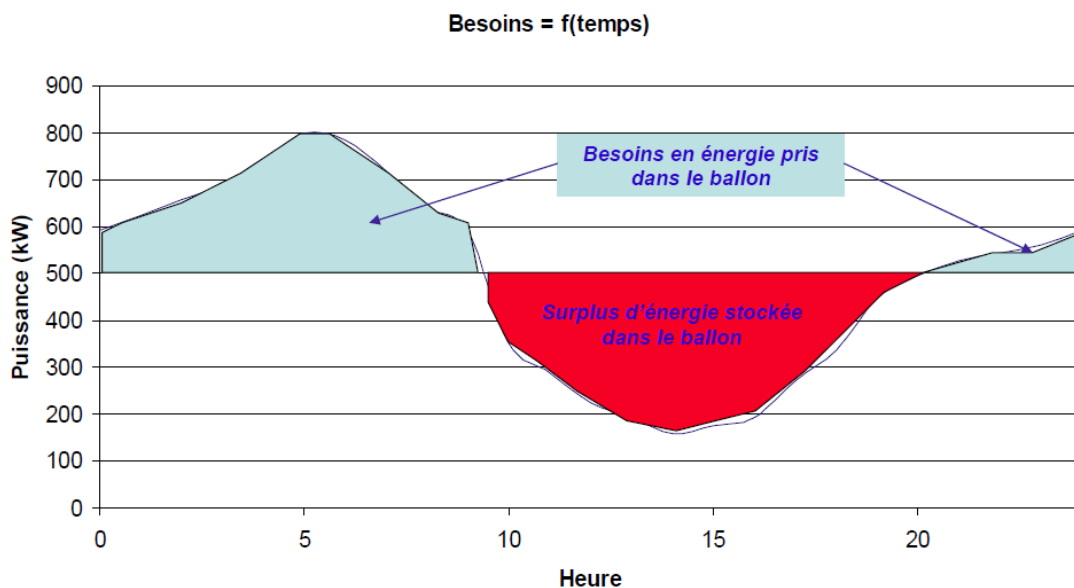
**Demande quotidienne  
d'énergie thermique**



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

# DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUDIÈRE

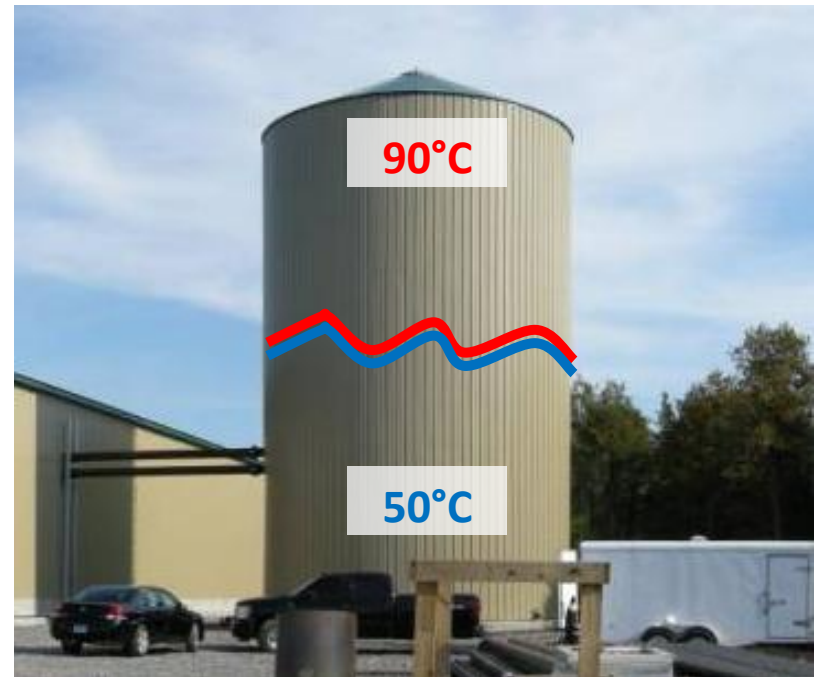
- ⊙ le réservoir d'hydro-accumulation
- ⊙ Lissage de la consommation



(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

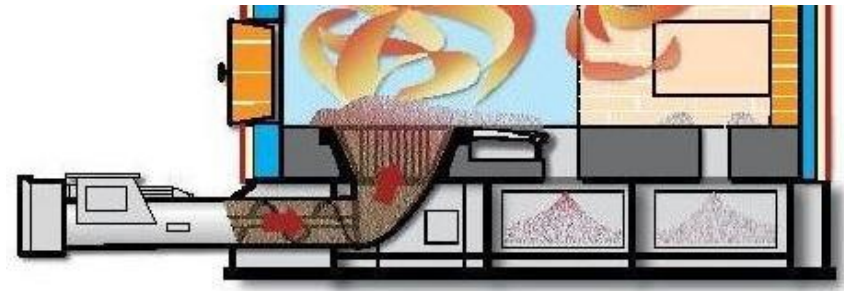


Poussoir hydraulique

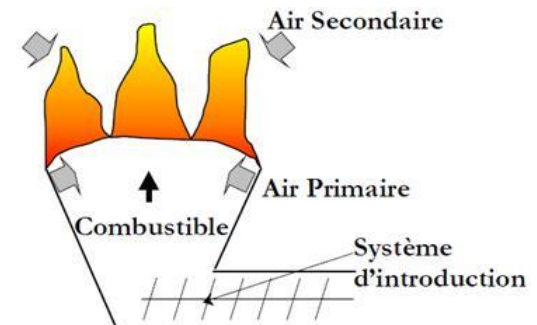


Grilles Mobiles ou Fixes

Granulométrie plus petite



Vis sans fin



Type « Volcan »



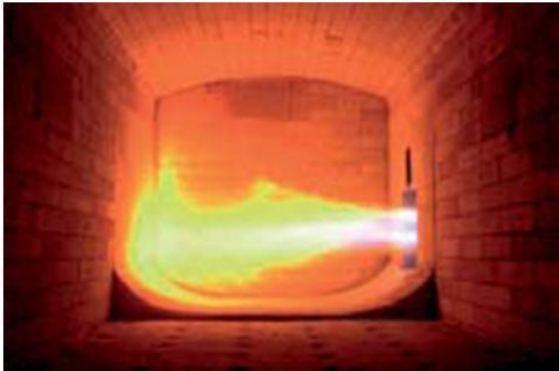
# COMBUSTIBLE BIOMASSE

## IMPACT DE LA GRANULOMÉTRIE

◎ Impacts du type de biomasse sur la chaudière:

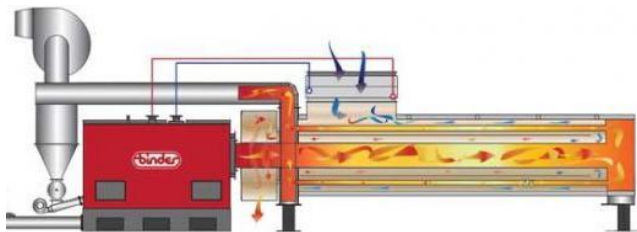
◎ Applications particulières

**Poussière de bois**

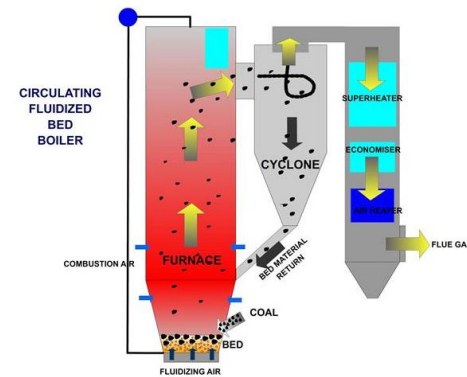


Foyer insufflé & Vis sans fin

**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
- ⊙ Soufre?

- ⊙ **Fluide Caloporteur** :

- ⊙ Eau Chaude
- ⊙ Eau chaude surchauffée
- ⊙ Vapeur (Basse Pression, Haute Pression)
- ⊙ Air Chaud

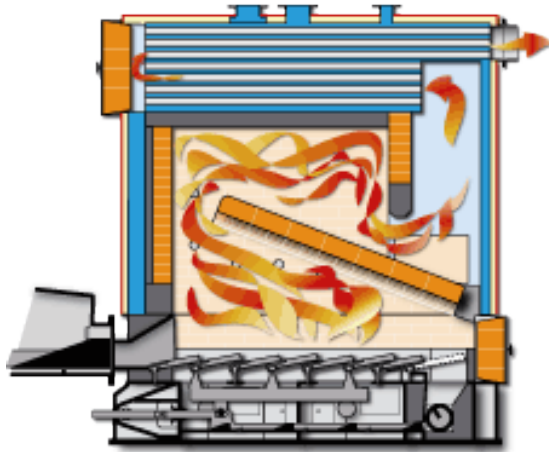
# COMBUSTIBLE BIOMASSE

## IMPACT DU TAUX D'HUMIDITÉ

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

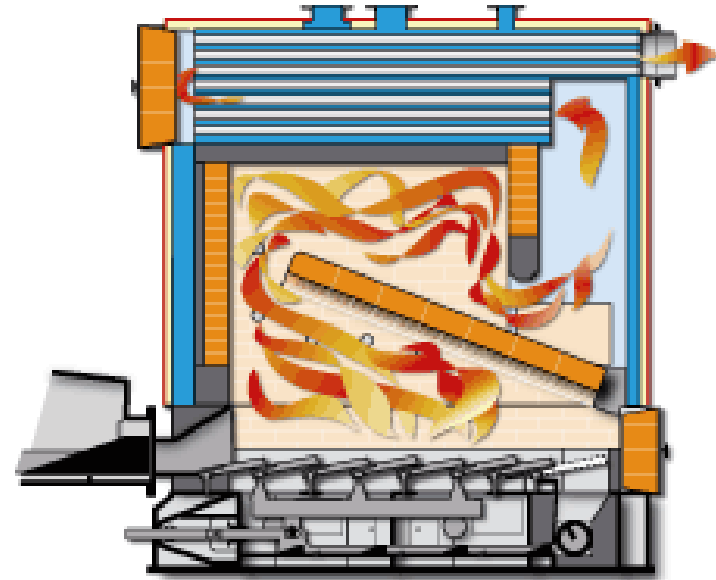
Pour une Puissance égale

**Biomasse Sèche**  
**Granulométrie plus dense**



>

**Biomasse Humide**  
**Granulométrie moins dense**



# COMBUSTIBLE BIOMASSE

## IMPACT DU TAUX D'HUMIDITÉ

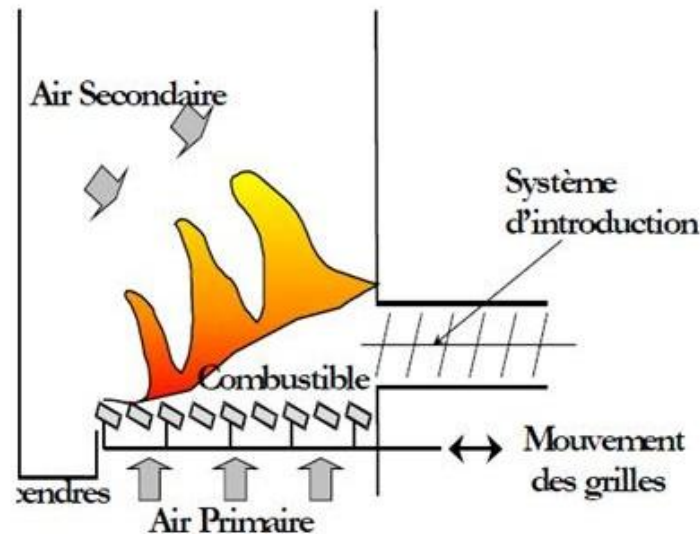
- ⊙ Impacts du type de biomasse sur la chaudière:
  - ⊙ Air Primaire & Air Secondaire

**Pour une Puissance égale**

**Débit d'air pour:**  
Biomasse Sèche  
Granulométrie plus dense

≠

**Débit d'air 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

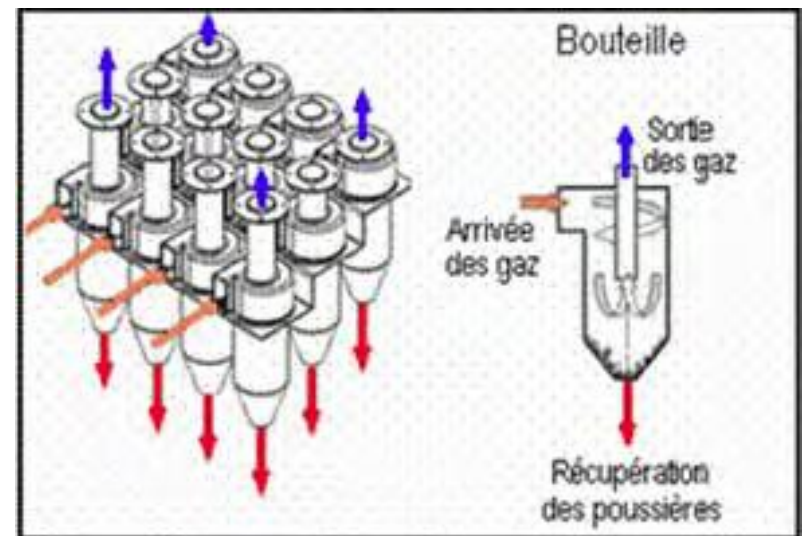
## ◎ Rendement électrique

- ◎ 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/m<sup>3</sup> à 7% O<sub>2</sub>
- ⊙ 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)

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

- Peut atteindre près de 99,99%

### Règlement de la Communauté métropolitaine de Montréal

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

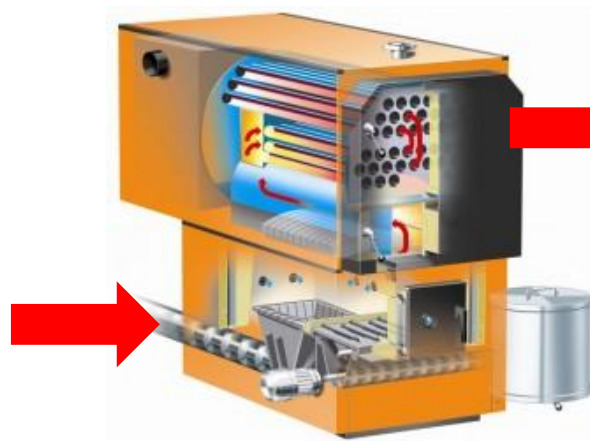


# EFFICACITÉ & RENDEMENT

## ◎ Rendement thermique

- ◎ (Utile, Nominal, Global ou Instantané)
- ◎ Efficacité de conversion

**Puissance Brute**  
Ex: 1250 kW  
125 BHP



**Puissance Nette**

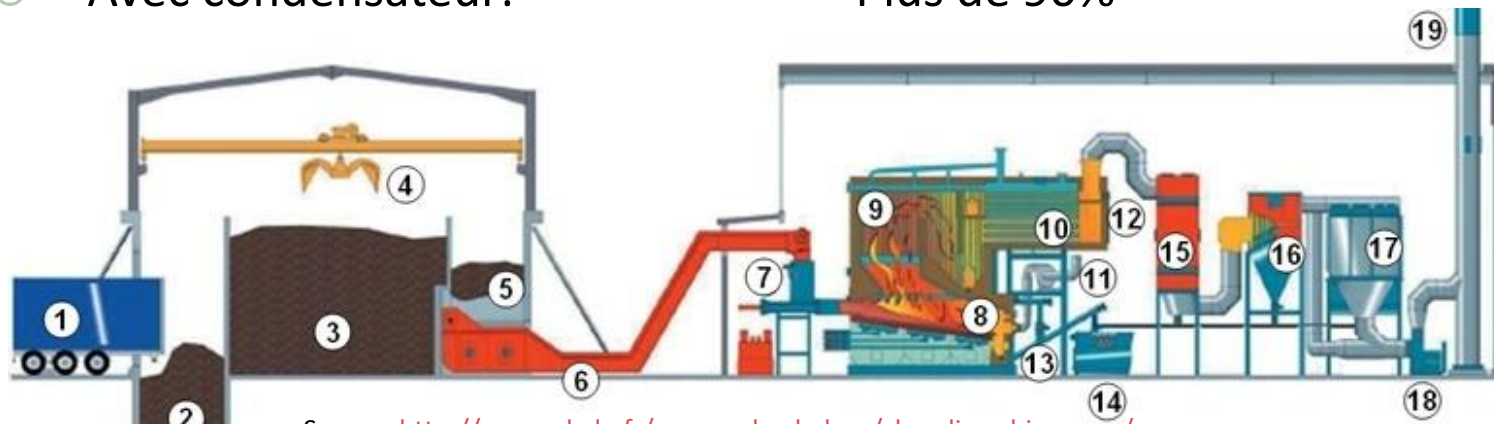
Ex: 1000 kW  
100 BHP

Rendement utile = 80%

# EFFICACITÉ & RENDEMENT

## ⊙ Rendement thermique

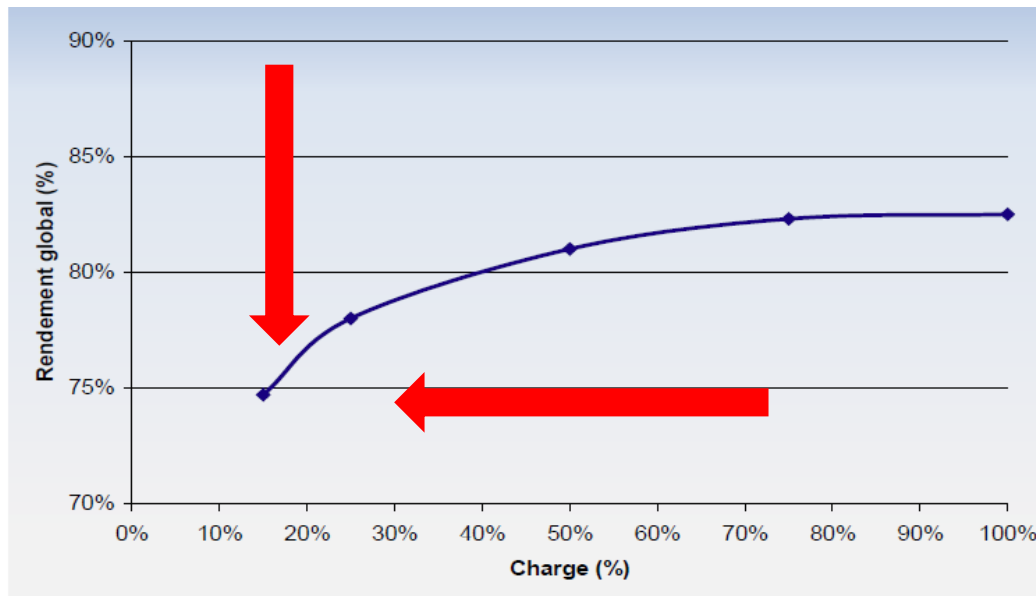
- ⊙ Moyenne: entre 70 et 80%
- ⊙ Systèmes performants: entre 80 et 85%
- ⊙ Avec économiseur de cheminée: entre 85 et 90%
- ⊙ Avec condensateur: Plus de 90%



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

# EFFICACITÉ & RENDEMENT

- ⊙ **Rendement diminue lorsque Taux de charge diminue**
- ⊙ Minimum **10 à 25%**
- ⊙ Courbe de Rendement et Courbe de Puissance selon:
  - **Taux de charge**
  - **Taux d'humidité** de la biomasse



(Rogaume, 2010)



# EFFICACITÉ & RENDEMENT

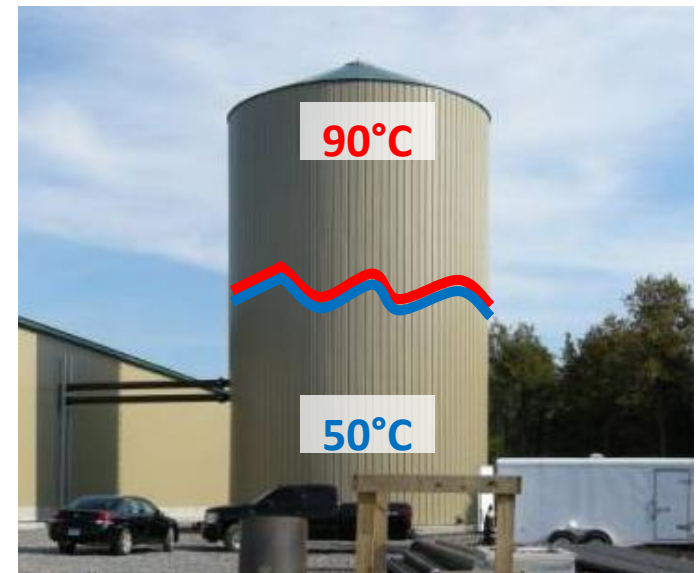
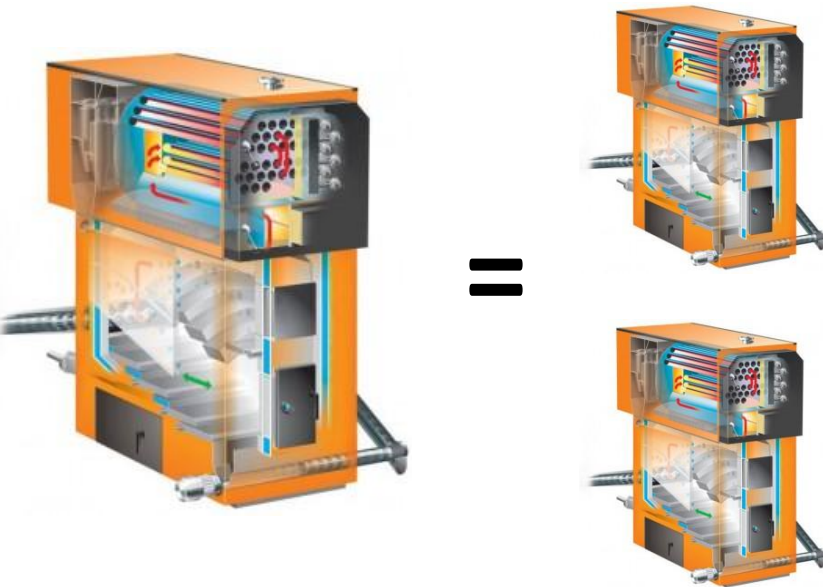
## ⊙ Rendement Saisonnier

- ⊙ Modulation du taux de charge
- ⊙ Multiples Arrêts/Départs
- ⊙ Maintenance, Encrassement
- ⊙ Température extérieure
- ⊙ Diminution du Rendement de 2 à 20% ou plus

# 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)
- ◎ Calcul des GES
- ◎ Tenir un Registre

$P$   
○ 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

# FABRICANTS ET DISTRIBUTEURS DE CHAUDIÈRES À LA BIOMASSE AU QUÉBEC

## ⊙ **Manufacturiers**

- ⊙ Agrisource
- ⊙ BFI Boilers
- ⊙ Biofour
- ⊙ Blue Flame
- ⊙ BMA Tech
- ⊙ Chauffage éconoserres
- ⊙ Combustion Experts
- ⊙ Compte-Fournier

- ⊙ Ducova
- ⊙ Groupe Simoneau
- ⊙ Idéal Combustion
- ⊙ L.S. Bilodeau
- ⊙ SBI International
- ⊙ Transfab Énergie
- ⊙ Wellons Canada

## ⊙ **Distributeurs**

- ⊙ BeloTEQ (Uniconfort)
- ⊙ DisTech (Viessman)
- ⊙ Distribution LG (Pelco)
- ⊙ 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

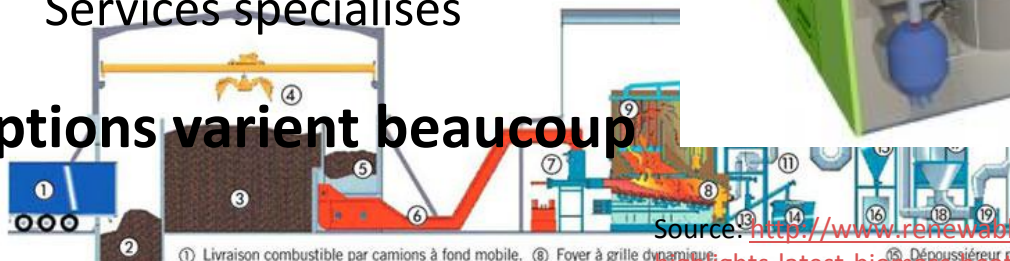
## Services Offerts:

- Chaudière seulement
- Réserve jusqu'à la chaudière
- Clé en main
- Boîte énergétique
- Services spécialisés



Qu'est-ce qui est inclus ou exclu?

## Options varient beaucoup



- |  |  |  |
|--|--|--|
| ① Livraison combustible par camions à fond mobile. | ⑧ Foyer à grille dynamique.                      | ⑮ Dépoussiéreur multicyclones.           |
| ② Fosse de déchargement.                           | ⑨ Chambre de combustion.                         | ⑯ Big bag cendres sous filtre à manches. |
| ③ Silo de stockage principal.                      | ⑩ Echangeur à tubes de fumées.                   | ⑰ Filtre à manche.                       |
| ④ Pont roulant et benne preneuse.                  | ⑪ Recirculation des fumées.                      | ⑱ Big bag cendres sous filtre à manches. |
| ⑤ Silo tampon et extracteurs à râtaeux-poussoirs.  | ⑫ Ramonage automatique de l'échangeur.           | ⑲ Ventilateur extraction fumées.         |
| ⑥ Conveyeur à chaînes.                             | ⑬ Décendrage foyer et échangeur par vis cendres. | ⑳ Cheminée.                              |
| ⑦ Clapet et poussoir d'introduction.               | ⑭ Bennes à cendres.                              |  |

Source: [http://www.renewableenergymagazine.com/article/conference-](http://www.renewableenergymagazine.com/article/conference-highlights-latest-biomass-heating-innovations-ahead)

[sua-energie/actualites/2015/03/25/17983/schmid-biomasse-baisse-des-tarifs-d-achat](#)

[omotion.fr/17983/schmid-depuis-75-ans-160-kw-a-25-mw/](#)



# COÛT D'UNE CHAUDIÈRE

## ⊙ **Combien ça coûte?**

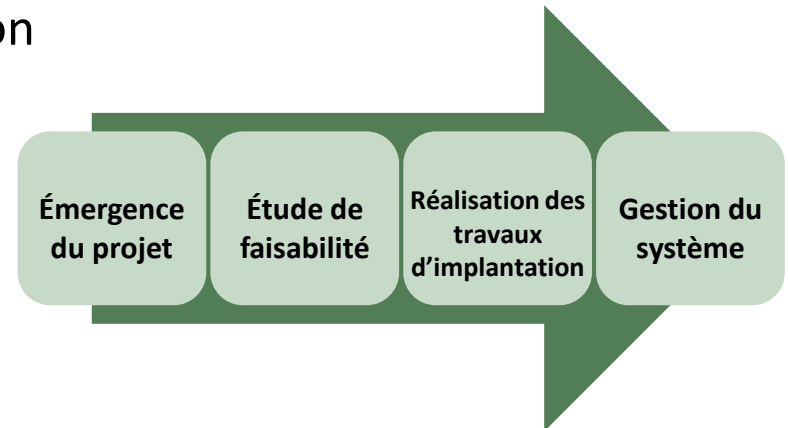
- ⊙ Difficile d'**associer un prix** à une puissance de chaudière
- ⊙ **Quelles Options sont incluses** dans le prix?
- ⊙ Difficile de **comparer** ou **éliminer** des choix **seulement sur la base d'un prix**
- ⊙ Investissement important pour une durée de vie souhaiter de 20 ans et plus

## ⊙ 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.**