

# FORMATION BÂTIMENT DURABLE

## CHAUFFAGE ET EAU CHAUDE SANITAIRE : CONCEPTION

AUTOMNE 2019

Récapitulatif des principaux producteurs de chaleur



Sur base de la présentation conçue par CENERGIE

Pierre GUSTIN  
éCORCE  
LOGEMENTS CONSULTANT

# Objectifs de la présentation

- Obtenir une vue d'ensemble des systèmes de production de chauffage et d'ECS dans le logement et le tertiaire
- Mettre en avant les avantages et inconvénients de chaque système



# *Plan de l'exposé*

1. Systèmes à combustion
2. Systèmes thermodynamiques
3. Systèmes mixtes et renouvelables



# 1. Systèmes à combustion

- Chaudières à condensation

- > Fioul ou gaz

- > Logement ou tertiaire, individuelle ou collective

- > Chauffage seul ou ECS combinée

- + Technologie connue, fiable et concurrentielle
- + Rendement et prix intéressants
- + Coût d'entretien modéré
- + Mise en oeuvre aisée
- + Large gamme de puissance : 5 à 5000kW
- Durée de vie : 15 à 20 ans
- Coût du combustible : Dépendant du marché
- Impact environnemental



# 1. Systèmes à combustion

- Chaudières à condensation
  - Systèmes « tout terrain » :
  - Convient à la production de chauffage BT ou HT et à la production d'ECS accumulation ou instantanée
  - Chauffage centralisé ou non

Très bon rendement :

Si la condensation est assurée

Modulation de puissance aisée

De 30 à 100% de la puissance nominale



# 1. Systèmes à combustion

## Points d'attention lors du choix d'une chaudière gaz/fioul

- Puissance nominale selon un régime d'eau défini
- Plage de fonctionnement : de x% à 100% de puissance
- T° retour minimale acceptable dans le foyer
- Raccordement de la cheminée
- Rendement, rendement saisonnier
- Chaudière à grand ou faible volume d'eau
  - Faible volume : peu d'inertie = réactivité accrue

## Régulation

- Loi de chauffe : brûleur modulant
  - T° départ variable selon T° ext
- Priorité ECS



Régulateur numérique et régulateur analogique.



# 1. Systèmes à combustion

- Boiler indépendant

- > Gaz, fuel

- > Logement ou tertiaire, individuel ou collectif

- > ECS indépendante du chauffage

- + Production d'ECS indépendante du chauffage
- + Peu de frais et d'entretien
- + Favorise la condensation de la chaudière
- + Mise en oeuvre simple pour la version électrique
- + Proximité des points de puisages : pertes réduites
- Consommation en énergie primaire (boiler électrique)
- Détartrage de la résistance électrique
- Impact environnemental
- Jusqu'à 100kW



# 1. Systèmes à combustion

- Chaudières biomasse

- > Pellets, bûches, plaquettes

- > Logement ou tertiaire, individuelle ou collective

- > Chauffage seul ou ECS combinée

- + Technologie connue et concurrentielle

- + Rendement

- + Combustible renouvelable

- + Revalorisation des déchets de bois

- Durée de vie : 15 à 20 ans

- Encombrement : Stockage eau et combustible

- Coût d'entretien plus élevé que le gaz

- Mise en oeuvre plus complexe que le gaz

- Gamme de puissance : 5 à 1700kW

- **Emissions PM10/2,5 : zone urbaine**





# 1. Systèmes à combustion

- Chaudières biomasse

→ Systèmes « tout terrain » :

Convient à la production de chauffage BT ou HT et à la production d'ECS accumulation ou instantanée

→ Encombrement élevé :

Hydro-accumulation et stockage du combustible

→ Modulation de puissance aisée

De 30 à 100% de la puissance nominale

**→ Emissions de particules fines**



# 1. Systèmes à combustion

## Points d'attention lors du choix d'une chaudière biomasse

- Puissance nominale selon un régime d'eau défini
- Volume de stockage d'eau : Hydro-accumulation indispensable
- Autonomie en combustible (si charges manuelles)
- Limite basse de  $T^{\circ}$  retour foyer :  $60^{\circ}\text{C}$
- Qualité du combustible (hygrométrie, provenance)
- Plage de fonctionnement : de x% à 100% de puissance

## Régulation

- Loi de chauffe : Avec une limite basse  
——→  $T^{\circ}$  départ variable limitée selon  $T^{\circ}\text{ext}$
- Priorité ECS



# 1. Systèmes à combustion

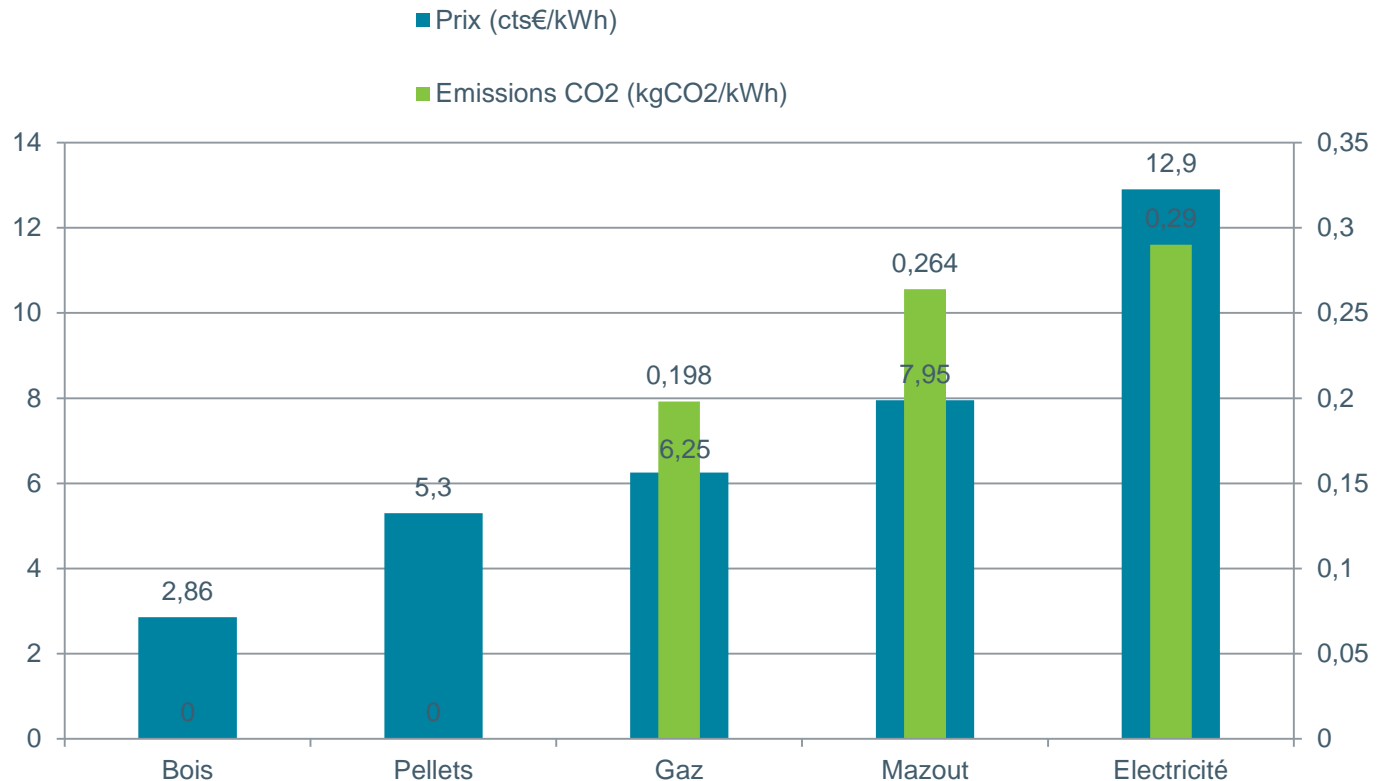
- Poêles à bois
  - Pellets, bûches, plaquettes
  - Logement individuel
  - Chauffage seul ou ECS combinée : Air ou hydro

- + Objet décoratif en salon
- + Combustible renouvelable
- + Revalorisation des déchets de bois
- + Chauffage par air : Poêle gainable
- + Chauffage par eau : Poêle hydro
- Appoint électrique pour l'ECS en été
- Risque de surchauffe
- Puissance limitée : 5 à 20kW
- Emissions PM10/2,5 : zone urbaine
- Autonomie : Charges en bois manuelles



# 1. Systèmes à combustion

## Comparaison des prix et émissions en CO2 en fonction du combustible



# 1. Systèmes à combustion

- Cogénération : TAV ou TAG

————> Gaz, fioul, biomasse

————> Logement ou tertiaire, individuelle ou collective

————> Chauffage + ECS + Electricité

- + Production simultanée de chaleur et d'électricité
- + Bien adaptée à la production d'ECS
- + Empreinte carbone faible dans le cas de la biomasse
- Coût élevé
- Moins intéressant pour les faibles puissances
- Maintenance élevée
- A partir de 30kW



## 2. Systèmes thermodynamiques

- Pompe à chaleur à compression mécanique Eau/Eau ou Sol/Eau

—————> Nappe phréatique, rivière, sol

—————> Logement ou tertiaire, individuelle ou collective

—————> Chauffage seul ou ECS combinée

- + Technologie connue et fiable
- + COP constant durant toute l'année
- + Réversible
- + Température d'eau limitée : 55°C (sauf PAC HT)
- Consommation en énergie primaire
- Appoint électrique pour l'ECS (sauf PAC HT)
- Investissement important (forage et puits géothermiques)
- Utilisation de fluides frigorigènes polluants
- Gamme de puissance : 10 à 2000kW



## 2. Systèmes thermodynamiques

- Pompe à chaleur à compression mécanique Air/Eau
  - > PAC Haute température (HT)
  - > Logement individuel ou tertiaire
  - > Chauffage seul ou ECS combinée

- + Technologie en pleine expansion (PAC HT)
- + Réversible
- + Rendement intéressant (COP)
- + ECS 100% thermodynamique (PAC HT)
- + Production d'eau jusqu'à 80°C
- Consommation en énergie primaire
- Investissement plus élevé qu'une chaudière
- Utilisation de fluides frigorigènes polluants
- COP en baisse avec la T°ext.
- Gamme de puissance : 10 à 45kW



## 2. Systèmes thermodynamiques

### Les pompes à chaleur à compression mécanique

- Source froide : Air, eau, sol
  - Convient à la production de chauffage BT essentiellement.
  - Peut également produire de l'ECS à l'aide d'un appoint
  - Existe également en version HT : ECS + chauffage
- Le coût peut être élevé :
  - Forage, sondes géothermiques
- Réversible
  - Chauffage et rafraîchissement
- Restriction de la  $T^{\circ}$  source froide
  - Diminution du COP





## 2. Systèmes thermodynamiques

### Points d'attention lors du choix d'une PAC

- Puissance nominale dans des conditions bien définies
- Evolution du COP selon le régime d'eau et la  $T^{\circ}\text{ext}$
- Modulation de puissance
- Caractéristiques de la source froide :  $T^{\circ}$ , humidité  
——→ Intensité d'exploitation de la source froide
- Réversibilité : Pas de primes énergies
- Type de fluides : Maintenance  
——→ Fluide zéotrope, GWP
- Permis d'environnement, règles urbanistiques
- Respect Energy Related Products (ERP) EcoDesign



## 2. Systèmes thermodynamiques

- Pompe à chaleur gaz

- > Pas de compression mécanique

- > Logement ou tertiaire, individuelle ou collective

- > Chauffage seul ou ECS combinée

- + Consommation en énergie primaire réduite
- + Rendement intéressant (COP)
- + Réversible
- + Consommation en électricité réduite
- + Production d'eau jusqu'à 80°C
- Investissement plus élevé qu'une chaudière
- Utilisation de fluides frigorigènes polluants
- COP en baisse avec la T°ext.
- Gamme de puissance : 10 à 1000kW



## 2. Systèmes thermodynamiques

- Pompe à chaleur Hybride
  - PAC combinée à une chaudière gaz condensation
  - Logement individuel
  - Chauffage seul ou ECS combinée

- + Technologie en pleine expansion
- + Rendement intéressant (COP)
- + Si  $T^{\circ}\text{ext.}$  trop faible : switch en chaudière
- + Idéal en rénovation
- + Production d'eau jusqu'à  $80^{\circ}\text{C}$
- Consommation en énergie primaire
- Investissement assez élevé
- Utilisation de fluides frigorigènes polluants
- Gamme de puissance : 7 à 35kW



## 2. Systèmes thermodynamiques

- Chauffe eau thermodynamique

- > PAC Air/Eau monobloc

- > Logement individuel

- > Production d'ECS

- + Source renouvelable
- + COP constant toute l'année
- + Possibilité de le connecter à la VMC
- + Production d'eau jusqu'à 60°C
- + Stockage jusqu'à 300L d'ECS
- Utilisation de fluides frigorigènes polluants
- Puissance de 1,5 à 5kW
- Nuisances sonores
- Refroidissement du local : Hors volume protégé



# 3. Systèmes mixtes et renouvelables

- Panneaux solaires thermiques
  - > Capteurs plans, tubes sous vide, sans glycol
  - > Logement ou tertiaire, individuel ou collectif
  - > En appoint de chaudière : Chauffage + ECS

- + Source renouvelable
- + Production d'eau possible > 80°C
- + Couplage avec un autre système
  
- Production dépendante de la météo
- Investissement assez élevé
- Rendement moyen
- Puissance limitée à la surface disponible



# 3. Systèmes mixtes et renouvelables

*Les systèmes de production d'eau de chauffage et d'ECS présentés peuvent être couplés entre eux, on retrouve fréquemment :*

- PAC en appoint de chaudière : PAC en mi-saison et chaudière en hiver rude
- Panneaux solaires en relève de chaudière : Priorité au solaire en fonction des conditions météo
- Chaudière Gaz + boiler ECS Gaz : Besoins chauffage et ECS différents
- Poêle à bois et boiler ECS électrique indépendant
- Chaudière bois + chaudière gaz/fioul ou panneaux solaires



# Synthèse - éléments de choix

| Type de production de chaleur            | Rénovation d'une chaufferie existante |          |   | Immeuble neuf ou rénovation lourde |          |   |
|--|---------------------------------------|----------|---|------------------------------------|----------|---|
|  | <10 lgts                              | >10 lgts | Tertiaire                                     | <10 lgts                           | >10 lgts | Tertiaire                                     |
| <u>Cogénération</u>                      |                                       |          | ?   |                                    | <br>€    | ?   |
| Microcogen domestique (1-2kWe, ~14 kWth) | <br>€                                 |          |   | <br>€                              | ?        | <br>€   |
| Chaudière condensation pellets           |                                       |          |   |                                    |          |   |
| Pompes à chaleur électrique air/eau      |                                       |          |   |                                    |          |   |
| Pompes à chaleur électrique géothermie   | ?                                     | ?        | ?   | <br>€                              | <br>€    | <br>€   |
| <u>Pompe à chaleur au gaz</u>            | ?                                     | ?        | ?   |                                    |          |   |
| Chaudière à condensation au gaz          |                                       |          |   |                                    |          |   |
| Chauffe-eau solaire                      | <br>€                                 | <br>€    | ?   | <br>€                              | <br>€    | ?   |
| Chauffe-eau instantané au gaz            |                                       |          | <br>(si douches)                              |                                    |          | <br>(si douches)                              |
| Chauffe-eau instantané électrique        |                                       |          | (si puisage faible et géographiquement isolé) |                                    |          | (si puisage faible et géographiquement isolé) |

» = investissement recommandé ; «



« € » = investissement recommandé mais dont la rentabilité est à vérifier

« ? » = investissement à considérer ; «



» = investissement non recommandé)



# Synthèse - éléments de choix

|                                    | Coût d'investissement                                     | Durée de vie du système  |
|------------------------------------|---|--|
|                                    | €   | ans  |
| <b>Cogen gaz</b>                   | Élevé   | 50 000h (environ 10 ans)   |
| Chaudière pellets à condensation   | Élevé (de l'ordre de 2 à 3 fois les systèmes gaz et fuel) | Entre 15 et 25 ans   |
| Pompe à chaleur sol-eau            | Élevé   | Ordre de 15 ans selon l'entretien et le type de régulation du compresseur. En fonction du soutirage dans le sol, la disponibilité des calories peut devenir insuffisante pour assurer les besoins de chaleur         |
| Pompe à chaleur eau-eau            | Élevé   | Ordre de 15 ans selon l'entretien et le type de régulation du compresseur. En fonction du soutirage dans le cours d'eau, la disponibilité des calories peut devenir insuffisante pour assurer les besoins de chaleur |
| Pompe à chaleur air-eau ou air-air | Moyen   | Ordre de 15 ans selon l'entretien et le type de régulation du compresseur.   |
| Chaudière gaz à condensation       | Faible  | Entre 20 et 30 ans selon le niveau d'entretien   |
| Chaudière fioul                    | Faible  | Entre 20 et 30 ans selon le niveau d'entretien   |

Source/Bron : Gids duurzame gebouwen  
Leefmilieu Brussel





# Outils, sites internet, etc... intéressants :

*Choisir la pompe à chaleur*

<http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10940>

*Dimensionnement PAC géothermie sondes verticales*

[http://www.geothermie-perspectives.fr/sites/default/files/article\\_dim\\_sgv\\_cvc-2012\\_0.pdf](http://www.geothermie-perspectives.fr/sites/default/files/article_dim_sgv_cvc-2012_0.pdf)

*Les pompes à chaleur gaz et ab/adsorption*

<http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=17100>

*Dimensionnement d'une chaudière et ses auxiliaires*

<http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=10939>

*Conception d'une installation solaire thermique*

<http://www.energieplus-lesite.be/index.php?id=16736>



# Références Guide Bâtiment Durable et autres sources :

Guide Bâtiment Durable

[www.guidebatimentdurable.brussels](http://www.guidebatimentdurable.brussels)

Thème ENERGIE

Dossier | Optimiser la production et le stockage pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire

Dossier | Garantir l'efficacité des installations de chauffage et ECS (distribution et émission)



# Contact

**Pierre GUSTIN**

Ingénieur projet

Coordonnées

 : +32 4 226 91 60

E-mail : [info@ecorce.be](mailto:info@ecorce.be)

**éCORCE**  
INGÉNIERIE CONSULTANCE

