

# Enjeux environnementaux de la chaleur et de la cogénération biomasse

Kevin Sartor, Administration des Ressources Immobilières, ULiège

Session B - Durabilité et sources de chaleur verte 2020

# Biomasse

- Solide / liquide / gaz

# Biomasse

- Solide / liquide / gaz
- Energie renouvelable
  - **SI** issue « ressource » gérée durablement
  - Non intermittente
  - Haute disponibilité (8000 h / an)

# Biomasse

- Solide / liquide / gaz
- Energie renouvelable
  - **SI** issue « ressource » gérée durablement
  - Non intermittente
  - Haute disponibilité (8000 h / an)
- Répartition des « stocks » mondiaux plus équilibrée

# Biomasse

- Solide / liquide / gaz
- Energie renouvelable
  - **SI** issue « ressource » gérée durablement
  - Non intermittente
  - Haute disponibilité (8000 h / an)
- Répartition des « stocks » mondiaux plus équilibrée
- Coûts vs performance

# Biomasse

- Solide / liquide / gaz
- Energie renouvelable
  - SI issue « ressource » gérée durablement
  - Non intermittente
  - Haute disponibilité (8000 h / an)
- Répartition des « stocks » mondiaux plus équilibrée
- Coûts vs performance
- / ! \ au stockage et aux déchets (+ manutention)

Contexte

# Contexte

- 19.7% de la chaleur/froid est renouvelable en Europe (2018)
  - 85 % provient de la biomasse
  - Répartition
    - 49 % résidentiel (petite unité (ancienne) / ! \ à l'entretien)
    - 26 % industrie
    - 17 % réseau de chaleur (secteur en expansion)



# Contexte

- 19.7% de la chaleur/froid est renouvelable en Europe (2018)
  - 85 % provient de la biomasse
  - Répartition
    - 49 % résidentiel (petite unité (ancienne) / ! \ à l'entretien)
    - 26 % industrie
    - 17 % réseau de chaleur (secteur en expansion)
- Wallonie : 8.7 TWh (2016) => 14.2 TWh (PNEC: 2030 WAM)
  - Bois + sous produits animaux/végétaux

# Contexte

- 19.7% de la chaleur/froid est renouvelable en Europe (2018)
  - 85 % provient de la biomasse
  - Répartition
    - 49 % résidentiel (petite unité (ancienne) / ! \ à l'entretien)
    - 26 % industrie
    - 17 % réseau de chaleur (secteur en expansion)
- Wallonie : 8.7 TWh (2016) => 14.2 TWh (PNEC: 2030 WAM)
  - Bois + sous produits animaux/végétaux
- Réseau de chaleur et cogénération

# Contexte

- Centrale électrique
  - Gaz : 55 %
  - Bois: 36 %
  - Généralement proche des utilisateurs => intégration
  - Potentiel de récupération d'énergie

# Contexte

- Centrale électrique
  - Gaz : 55 %
  - Bois: 36 %
  - Généralement proche des utilisateurs => intégration
  - Potentiel de récupération d'énergie
- Cogénération

# Contexte

- Centrale électrique
  - Gaz : 55 %
  - Bois: 36 %
  - Généralement proche des utilisateurs => intégration
  - Potentiel de récupération d'énergie
- Cogénération
  - Rendement > 70 - 80 %
  - Production d'électricité **et** de chaleur
  - / ! \ dimensionnement
  - Besoins chaleur 2.5 X plus élevées que ceux en électricité (Europe)

# Transport de l'énergie

# Transport de l'énergie

- Transport de l'énergie thermique
  - Au sein d'un bâtiment : 87-94 %
  - Au sein d'un réseau de chaleur: 60-90 %
  - / ! \ dimensionnement
  - / ! \ niveau de température

# Transport de l'énergie

- Transport de l'énergie thermique
  - Au sein d'un bâtiment : 87-94 %
  - Au sein d'un réseau de chaleur: 60-90 %
  - / ! \ dimensionnement
  - / ! \ niveau de température
- Transport de l'énergie électrique: 90% (niveau Européen selon IEA)



L'importance du caractère local

# L'importance du caractère local

- Réduction des pertes (thermique/électrique)
  - $\frac{1}{2}$  des unités de production électrique à courte distance des besoins en chaleur


# L'importance du caractère local

- Réduction des pertes (thermique/électrique)
  - $\frac{1}{2}$  des unités de production électrique à courte distance des besoins en chaleur
- Combustible


# L'importance du caractère local

- Réduction des pertes (thermique/électrique)
  - $\frac{1}{2}$  des unités de production électrique à courte distance des besoins en chaleur
- Combustible
  - Impact sociétal local ?


# L'importance du caractère local

- Réduction des pertes (thermique/électrique)
  - $\frac{1}{2}$  des unités de production électrique à courte distance des besoins en chaleur
- Combustible
  - Impact sociétal local ?
    - >50 % de la biomasse européenne est importée 


# L'importance du caractère local

- Réduction des pertes (thermique/électrique)
  - ½ des unités de production électrique à courte distance des besoins en chaleur
- Combustible
  - Impact sociétal local ?
    - >50 % de la biomasse européenne est importée 
  - Impact environnemental ?

# L'importance du caractère local

- Réduction des pertes (thermique/électrique)
  - $\frac{1}{2}$  des unités de production électrique à courte distance des besoins en chaleur
- Combustible
  - Impact sociétal local ?
    - >50 % de la biomasse européenne est importée 
  - Impact environnemental ?
    - Gestion durable

# L'importance du caractère local

- Réduction des pertes (thermique/électrique)
  - $\frac{1}{2}$  des unités de production électrique à courte distance des besoins en chaleur
- Combustible
  - Impact sociétal local ?
    - >50 % de la biomasse européenne est importée 
  - Impact environnemental ?
    - Gestion durable
  - Traitement des déchets (valorisation)



# Capacité de production wallonne - Besoins

- 650 000 t de pellets (2017)
    - Augmentation de capacité d'ici 1 à 2 ans
  - 600 000 t de bois bûche (2016)
    - Estimation (extrapolation)
  - 115 000 t de plaquette / buchette
- } ~ 6.5 TWh

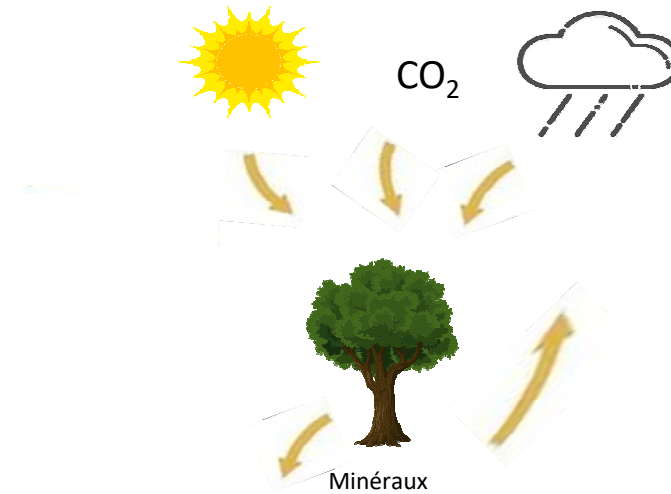
# Capacité de production wallonne - Besoins

- 650 000 t de pellets (2017)
    - Augmentation de capacité d'ici 1 à 2 ans
  - 600 000 t de bois bûche (2016)
    - Estimation (extrapolation)
  - 115 000 t de plaquette / buchette
- } ~ 6.5 TWh
- Résidentiel wallon:  $30 \text{ TWh}_{\text{th}} \rightarrow 6 \text{ TWh}_{\text{th}}$  (2050 ?)
    - 3 TWh issu bois (10%)

# Capacité de production wallonne - Besoins

- 650 000 t de pellets (2017)
    - Augmentation de capacité d'ici 1 à 2 ans
  - 600 000 t de bois bûche (2016)
    - Estimation (extrapolation)
  - 115 000 t de plaquette / buchette
- } ~ 6.5 TWh
- Résidentiel wallon:  $30 \text{ TWh}_{\text{th}} \rightarrow 6 \text{ TWh}_{\text{th}}$  (2050 ?)
    - 3 TWh issu bois (10%)
  - Biomasse est une partie de la transition/solution

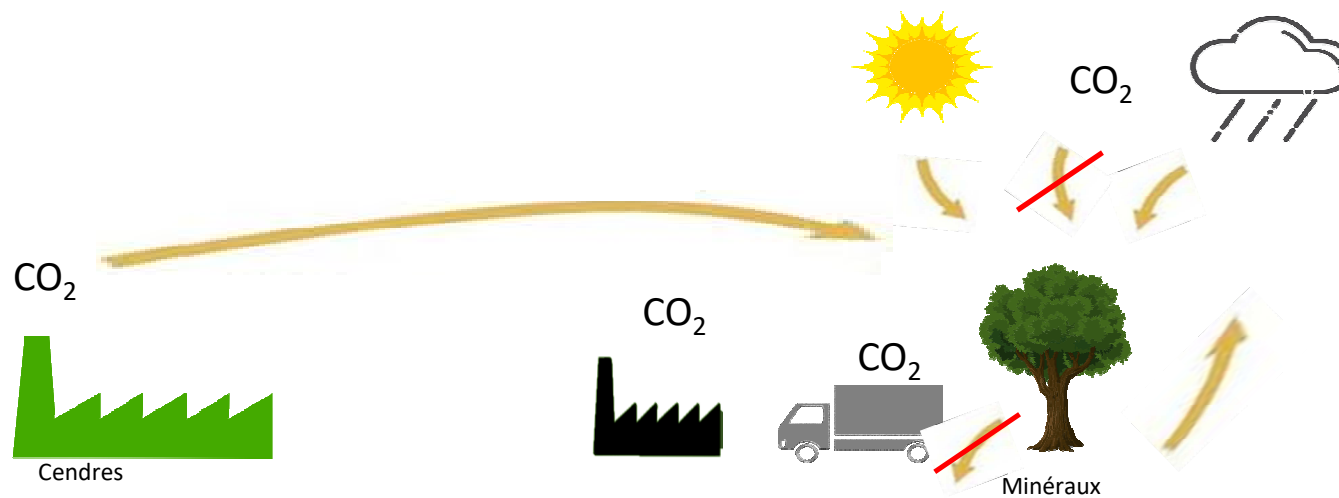
# Impact environnemental: CO<sub>2</sub>



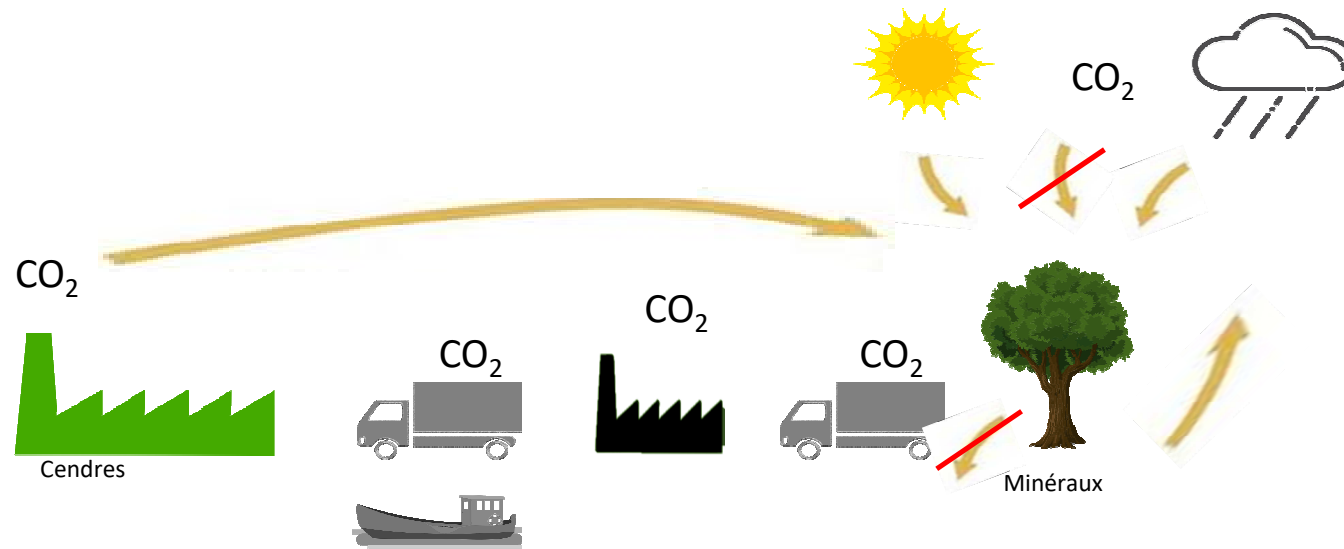
# Impact environnemental: CO<sub>2</sub>



# Impact environnemental: CO<sub>2</sub>



# Impact environnemental: CO<sub>2</sub>



## Quelques chiffres (CO<sub>2</sub>)

- Chaleur (Mazout): 300 g / kWh
- Chaleur (GN): 225 g / kWh
- Chaleur (Bois local): 400 g / kWh



## Quelques chiffres (CO<sub>2</sub>)

- Chaleur (Mazout): 300 g / kWh ⇒ 325 - 375 g / kWh
- Chaleur (GN): 225 g / kWh ⇒ 250 - 350 g / kWh
- Chaleur (Bois local): 400 g / kWh ⇒ 20 - 35 g / kWh

## Quelques chiffres (CO<sub>2</sub>)

- Chaleur (Mazout): 300 g / kWh ⇒ 325 - 375 g / kWh
- Chaleur (GN): 225 g / kWh ⇒ 250 - 350 g / kWh
- Chaleur (Bois local): 400 g / kWh ⇒ 20 - 35 g / kWh  
\* 2 si importé (bateau/USA)

## Quelques chiffres (CO<sub>2</sub>)

- Chaleur (Mazout): 300 g / kWh ⇒ 325 - 375 g / kWh
- Chaleur (GN): 225 g / kWh ⇒ 250 - 350 g / kWh
- Chaleur (Bois local): 400 g / kWh ⇒ 20 - 35 g / kWh  
\* 2 si importé (bateau/USA)
  
- Electricité (GN): 450 g / kWh
- Electricité (Bois local): 60-100 g / kWh

## Quelques chiffres (CO<sub>2</sub>)

- Chaleur (Mazout): 300 g / kWh ⇒ 325 - 375 g / kWh
- Chaleur (GN): 225 g / kWh ⇒ 250 - 350 g / kWh
- Chaleur (Bois local): 400 g / kWh ⇒ 20 - 35 g / kWh  
\* 2 si importé (bateau/USA)
  
- Electricité (GN): 450 g / kWh
- Electricité (Bois local): 60-100 g / kWh
  
- Le bois (local) est une solution pour réduire ces émissions

Optimum ?

# Optimum ?

- 1 kWh de bois (PCI)
  - 0.90 kWh de chaleur => ~ 200 g de CO<sub>2</sub> économisé
  - 0.36 kWh d'électricité => ~ 145 g de CO<sub>2</sub> économisé

# Optimum ?

- 1 kWh de bois (PCI)
  - 0.90 kWh de chaleur => ~ 200 g de CO<sub>2</sub> économisé
  - 0.36 kWh d'électricité => ~ 145 g de CO<sub>2</sub> économisé
- Cogénération 20 % électricité – 55 % chaleur
  - => 200 - 210 g de CO<sub>2</sub> économisé

# Optimum ?

- 1 kWh de bois (PCI)
  - 0.90 kWh de chaleur => ~ 200 g de CO<sub>2</sub> économisé
  - 0.36 kWh d'électricité => ~ 145 g de CO<sub>2</sub> économisé
- Cogénération 20 % électricité – 55 % chaleur
  - => 200 - 210 g de CO<sub>2</sub> économisé
- Cadre pour favoriser au mieux chaque € investi / kWh utilisé



$SO_x$  – Oxydes de soufre

# SO<sub>x</sub> – Oxydes de soufre

- 6900 tonnes / an en Belgique (2017)
  - 80 % Industrie
  - 11 % pour le résidentiel (dont 67 % issu du charbon)

# SO<sub>x</sub> – Oxydes de soufre

- 6900 tonnes / an en Belgique (2017)
  - 80 % Industrie
  - 11 % pour le résidentiel (dont 67 % issu du charbon)
- Combustibles – contenu en soufre
  - GN: négligeable – biogaz en contient
  - Mazout: 0.1 à 0,005 % (depuis 2016)
  - Bois (DIN+/A1...): 0.03 %
    - 195 tonnes pour la production de pellets (en pratique: < 3 %)

# SO<sub>x</sub> – Oxydes de soufre

- 6900 tonnes / an en Belgique (2017)
  - 80 % Industrie
  - 11 % pour le résidentiel (dont 67 % issu du charbon)
- Combustibles – contenu en soufre
  - GN: négligeable – biogaz en contient
  - Mazout: 0.1 à 0,005 % (depuis 2016)
  - Bois (DIN+/A1...): 0.03 %
    - 195 tonnes pour la production de pellets (en pratique: < 3 %)
- Un supertanker (3.5 %, 2.5 % en **pratique**)

# SO<sub>x</sub> – Oxydes de soufre

- 6900 tonnes / an en Belgique (2017)
  - 80 % Industrie
  - 11 % pour le résidentiel (dont 67 % issu du charbon)
- Combustibles – contenu en soufre
  - GN: négligeable – biogaz en contient
  - Mazout: 0.1 à 0,005 % (depuis 2016)
  - Bois (DIN+/A1...): 0.03 %
    - 195 tonnes pour la production de pellets (en pratique: < 3 %)
- Un supertanker (3.5 %, 2.5 % en **pratique**)  
=> 5.2 t / jour => 1 t /jour (2020)

$\text{NO}_x$  – Oxydes d'azote

# NO<sub>x</sub> – Oxydes d'azote

- 67 100 tonnes / an en Belgique (2017)
  - 48 % pour le transport - 27 % Industrie – 14 % Agriculture
  - 5% pour le résidentiel (4 100 t)

# NO<sub>x</sub> – Oxydes d'azote

- 67 100 tonnes / an en Belgique (2017)
  - 48 % pour le transport - 27 % Industrie – 14 % Agriculture
  - 5% pour le résidentiel (4 100 t)
- DIN+ / EN+ : max 0.3 % d'azote dans le combustible
  - 5 % pour la production de pellets (3 600 t)



# NO<sub>x</sub> – Oxydes d'azote

- 67 100 tonnes / an en Belgique (2017)
  - 48 % pour le transport - 27 % Industrie – 14 % Agriculture
  - 5% pour le résidentiel (4 100 t)
- DIN+ / EN+ : max 0.3 % d'azote dans le combustible
  - 5 % pour la production de pellets (3 600 t)
- Un supertanker
  - Pas de chiffres en pleine mer
  - > 4 t / jour

CO – Monoxyde de carbone

# CO – Monoxyde de carbone

- Image du rendement (pas de norme si > 1 MW)

# CO – Monoxyde de carbone

- Image du rendement (pas de norme si  $> 1$  MW)
- Législation (RW  $< 0.4$  MW)
  - GN: 110 mg/kWh
  - Mazout: 60 mg / kWh
  - Bois: 1500 mg/kWh mais appareils sous 50 mg/kWh existent

# CO – Monoxyde de carbone

- Image du rendement (pas de norme si  $> 1$  MW)
- Législation (RW  $< 0.4$  MW)
  - GN: 110 mg/kWh
  - Mazout: 60 mg / kWh
  - Bois: 1500 mg/kWh mais appareils sous 50 mg/kWh existent
- Entretien

# CO – Monoxyde de carbone

- Image du rendement (pas de norme si  $> 1$  MW)
- Législation (RW  $< 0.4$  MW)
  - GN: 110 mg/kWh
  - Mazout: 60 mg / kWh
  - Bois: 1500 mg/kWh mais appareils sous 50 mg/kWh existent
- Entretien
- Vétusté du parc => cadre pour le remplacement/interdiction

# Particules

# Particules

- Type de chambre de combustion (vétusté)

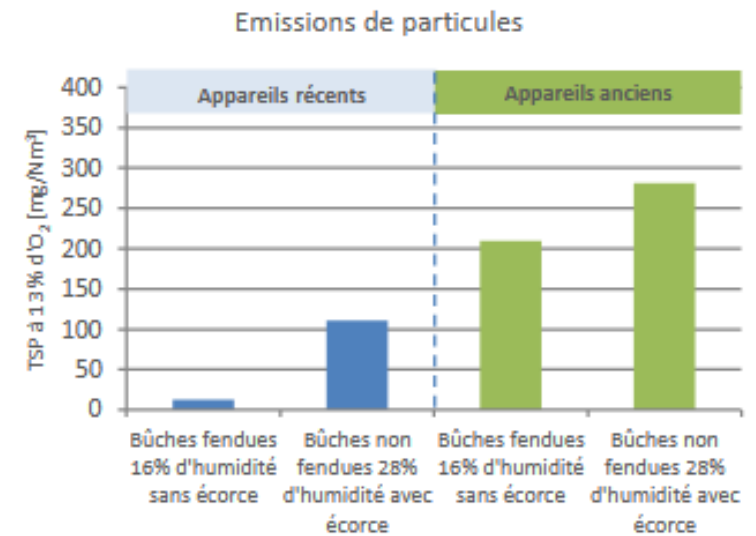


# Particules

- Type de chambre de combustion (vétusté)
- Combustible (humidité) =>  $\eta$  , P

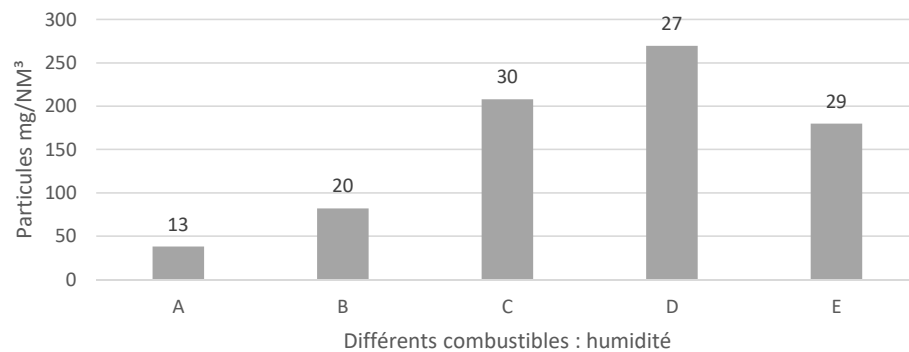
# Particules

- Type de chambre de combustion (vétusté)
- Combustible (humidité) =>  $\eta$  , P

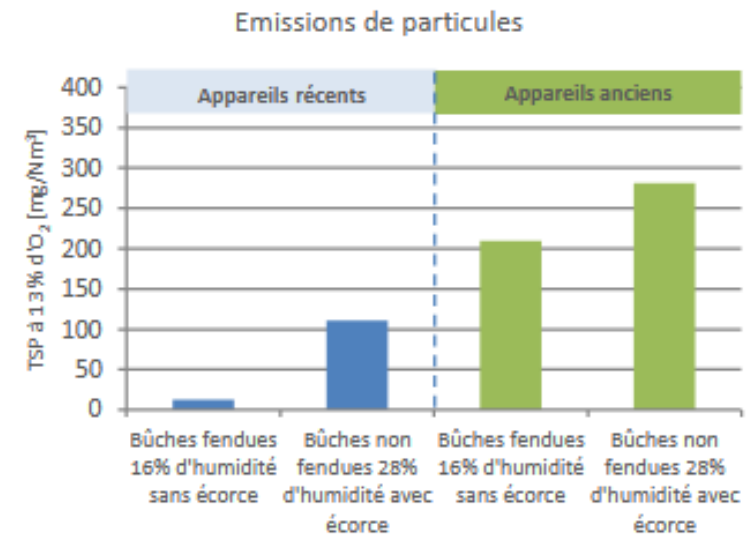


# Particules

- Type de chambre de combustion (vétusté)
- Combustible (humidité) =>  $\eta$  , P

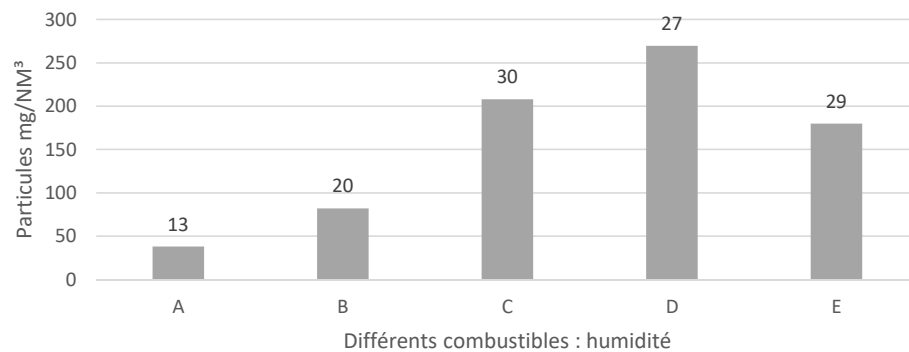


Source: CERIC 2017



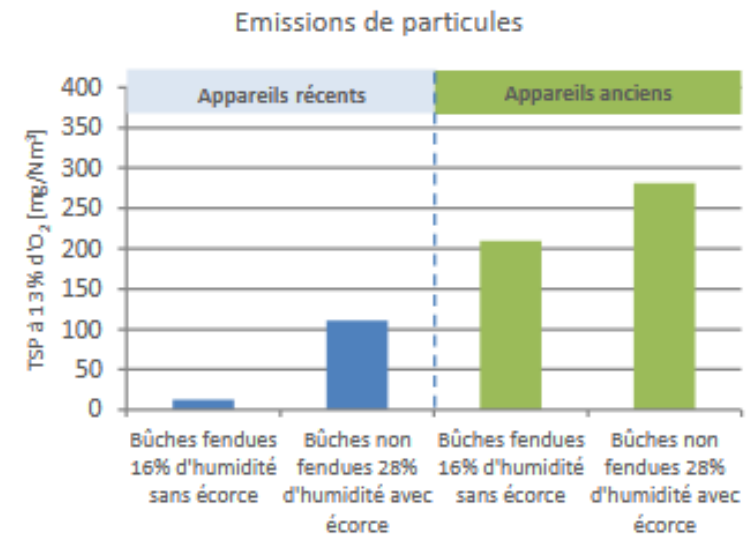
# Particules

- Type de chambre de combustion (vétusté)
- Combustible (humidité) =>  $\eta$  , P



Source: CERIC 2017

Dioxines, HAP, Formaldéhyde, benzène...



Taille installation

# Taille installation

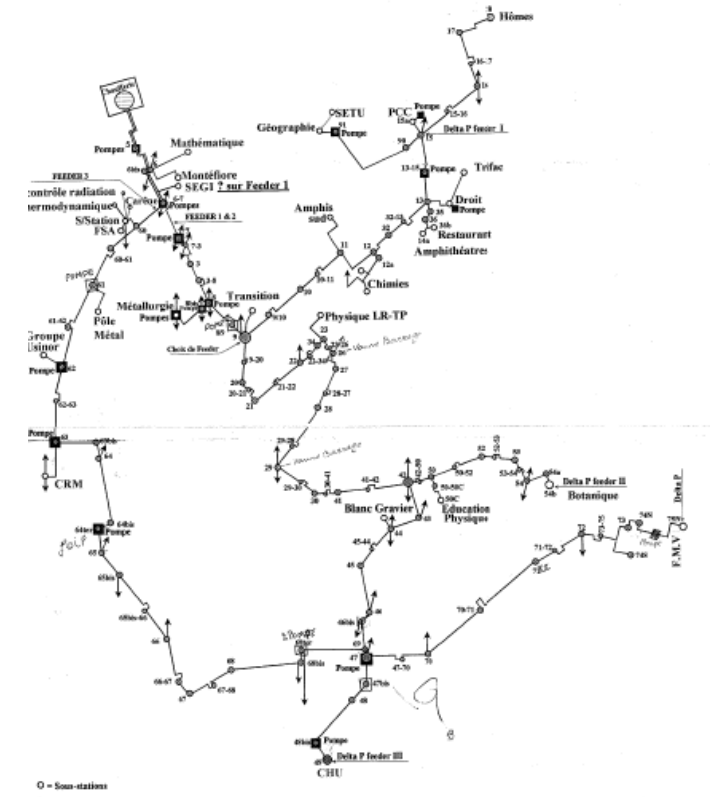
- Emissions: Cadre législatif plus restrictif
  - Suivi et réduction de polluants
  - Entretien – performance
  - Meilleure utilisation de l'énergie

# Taille installation

- Emissions: Cadre législatif plus restrictif
  - Suivi et réduction de polluants
  - Entretien – performance
  - Meilleure utilisation de l'énergie
- Réseau de chaleur
  - Risque minimisé dans les habitations
  - Stockage (cuve) déporté

# Cas d'étude : ULiège

- Réseau de chaleur
  - 20 km de canalisations
  - Surface chauffée 470 000 m<sup>2</sup>
    - 50 bâtiments dont 1 hôpital
  - Températures 120/100°C
- Consommations
  - Chaleur 61 GWh / an
    - 17 kt CO<sub>2</sub> (chaudières GN)
  - Electricité 36 GWh /an
    - 16 kt CO<sub>2</sub> (du réseau)





# Installations

- Installation en 2012 d'une cogénération biomasse (pellets)
  - Puissance thermique : 7 MW
  - Puissance électrique : 1.4 MW
  - Efficacité (pleine charge): 70 %



Bilan annuel

# Bilan annuel

- Consommation de 20 000 t de pellets ~ 2000 t CO<sub>2</sub>
  - Haute disponibilité : 7800 h /an

# Bilan annuel

- Consommation de 20 000 t de pellets ~ 2000 t CO<sub>2</sub>
  - Haute disponibilité : 7800 h /an
- Assure
  - > 25 % des besoins électriques du site du Sart-Tilman
  - > 50 % des besoins thermiques (réseau)

# Bilan annuel

- Consommation de 20 000 t de pellets ~ 2000 t CO<sub>2</sub>
  - Haute disponibilité : 7800 h /an
- Assure
  - > 25 % des besoins électriques du site du Sart-Tilman
  - > 50 % des besoins thermiques (réseau)
- Réduction annuelle de 10 - 12 000 t CO<sub>2</sub>
  - -145 g / kWh

# Perspectives et Conclusions

# Perspectives et Conclusions

- Cadre pour favoriser
  - La chaleur verte « optimale » (émissions / Utilisation  $E_p$ )
  - L'utilisation de systèmes efficaces

# Perspectives et Conclusions

- Cadre pour favoriser
  - La chaleur verte « optimale » (émissions / Utilisation  $E_p$ )
  - L'utilisation de systèmes efficaces
- Communauté d'énergie renouvelable



# Perspectives et Conclusions

- Cadre pour favoriser
  - La chaleur verte « optimale » (émissions / Utilisation  $E_p$ )
  - L'utilisation de systèmes efficaces
- Communauté d'énergie renouvelable
- Le bois local peut apporter une partie de la solution

# Perspectives et Conclusions

- Cadre pour favoriser
  - La chaleur verte « optimale » (émissions / Utilisation  $E_p$ )
  - L'utilisation de systèmes efficaces
- Communauté d'énergie renouvelable
- Le bois local peut apporter une partie de la solution
- Cogénération ou chaudières biomasse (//!\ au dimensionnement)

Merci pour votre attention

Questions / Remarques ?