

Enjeux de la gazéification de la biomasse

Le jeu en vaut-il la chandelle ?

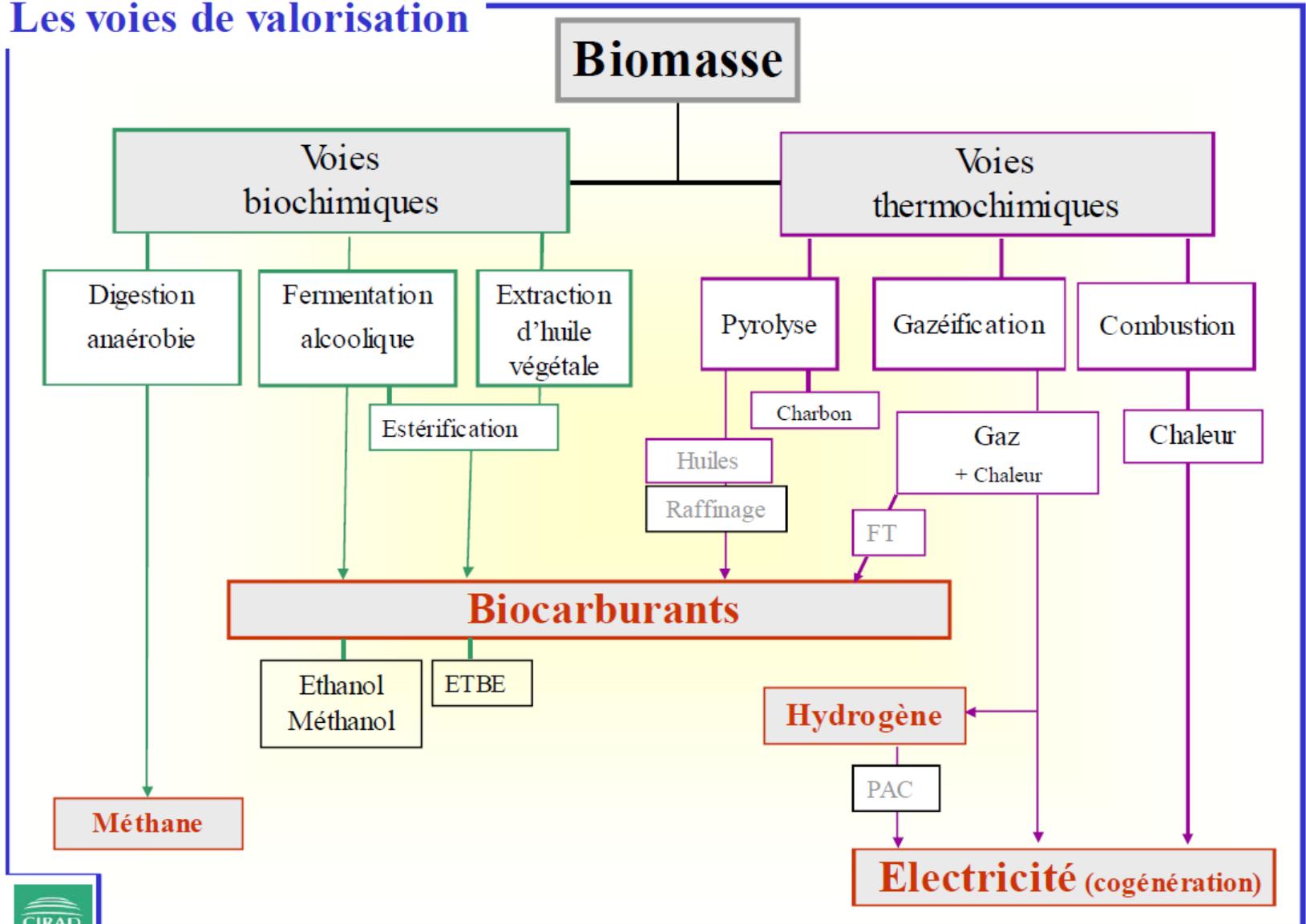
Floriane MERMOUD
2 avril 2009

Quelques rappels

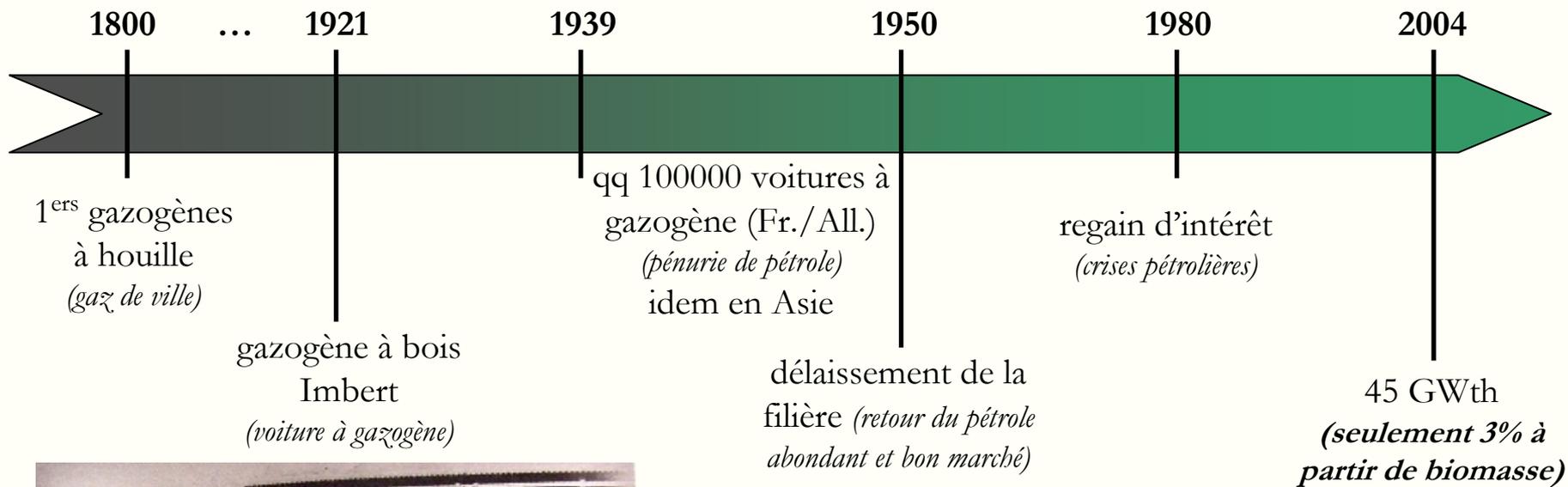
- **Biomasse = Ressource renouvelable, mais pas illimitée**
 - Nécessité de rechercher des procédés énergétiquement performants
- **Gazéification = Transformation thermochimique de la biomasse en un gaz combustible (\neq méthanisation)**
- **Les enjeux de la gazéification**
 - Applications possibles
 - Multiplicité des ressources utilisables
- **Mais :**
 - Faut-il faire de l'électricité avec de la biomasse ?
 - En quoi la gazéification se distingue des autres technologies ?
 - Sous quelles conditions ?

Biomasse : quelle valorisation énergétique ?

Les voies de valorisation



La gazéification : Un peu d'histoire



100 kg bois/100 km
1 à 3 ans



Processus de gazéification



$T < 200^{\circ}\text{C}$

SECHAGE

$300 < T < 700^{\circ}\text{C}$

PYROLYSE

char

matières volatiles

air

$T > 1100^{\circ}\text{C}$

COMBUSTION

$\text{H}_2\text{O}, \text{CO}_2$

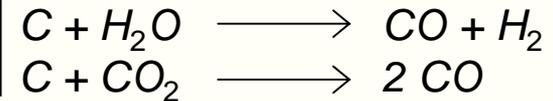
énergie

CINETIQUE LENTE

endothermique

$800 < T < 1400^{\circ}\text{C}$

GAZEIFICATION



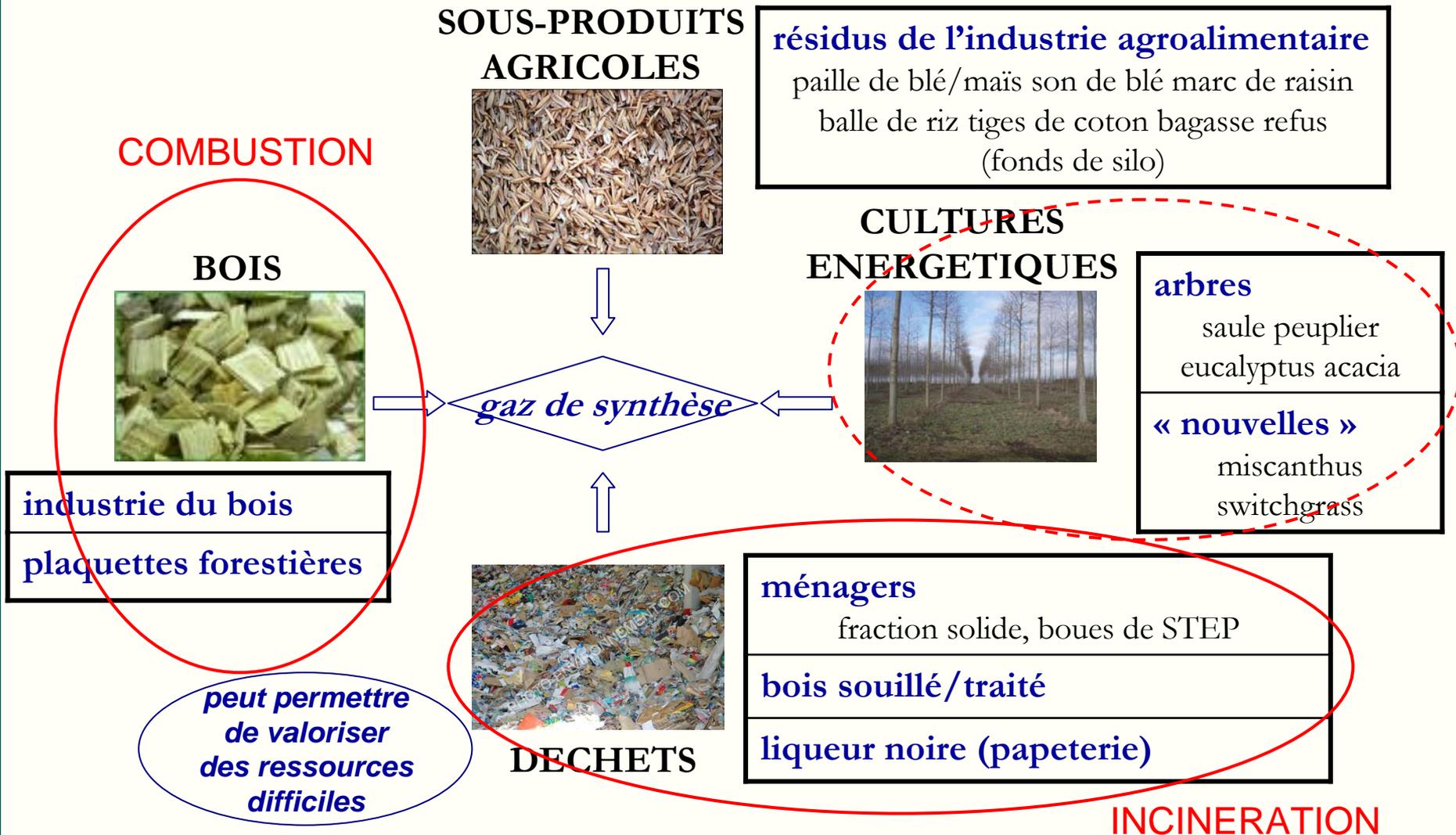
PCI = 4-6 MJ/Nm³

gaz de synthèse CO + H₂

•cendres
•goudrons

≠ CHARBON
(mat. vol. imbrûlées)

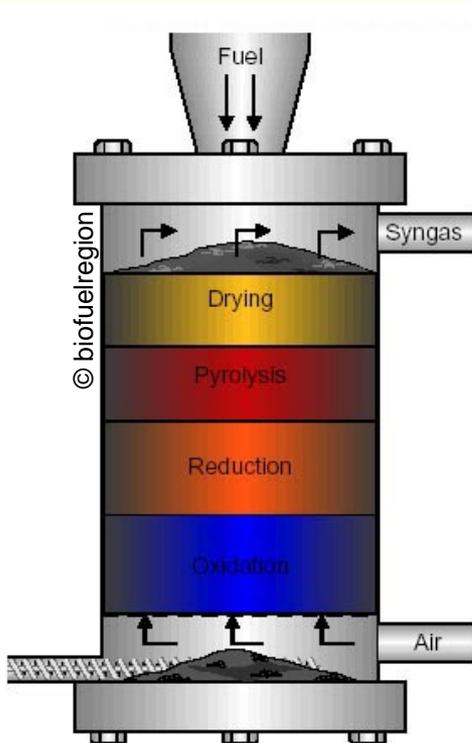
Quelle(s) ressource(s) utilisable(s) ?



Technologies et verrous

■ Lits fixes

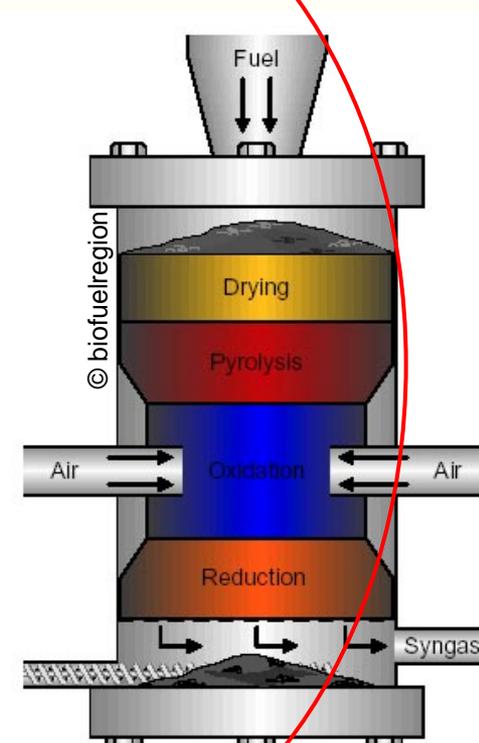
contre-courant (*Updraft*)



- ✓ technologies simples et robustes
- ✓ accepte des biomasses humides

- ✗ gaz très chargé en goudrons
- ✗ T° des gaz faible
- ➔ *inadapté à la production d'électricité*

co-courant (*Downdraft*)

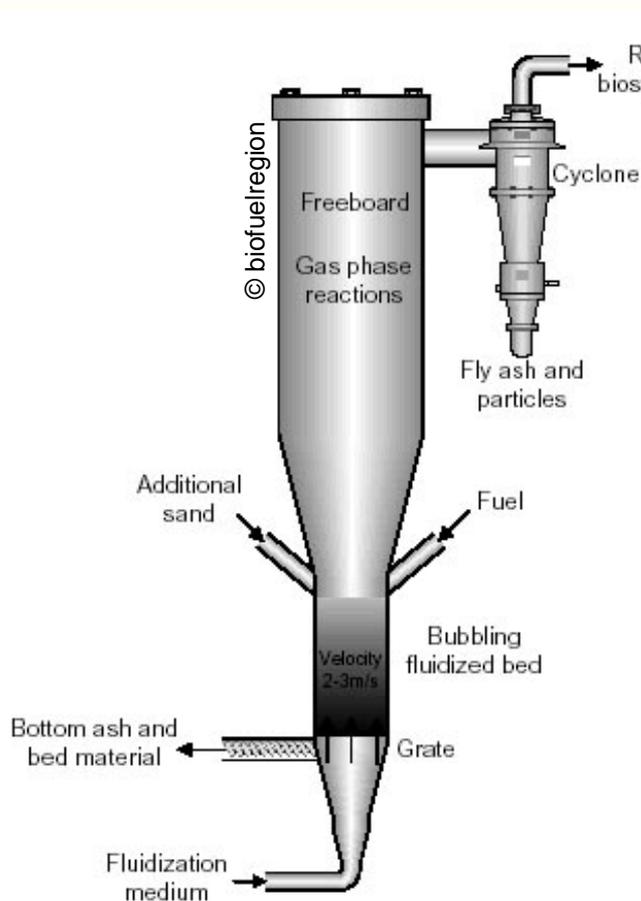


- ✓ teneur en goudrons plus faible
- ✓ taux de conversion élevé

- ✗ combustible calibré, peu humide, homogène
- ✗ PdC si P importante

Technologies et verrous (2)

■ Lits fluidisés



dense (*Bubbling Fluidised Bed*)
1-2 m/s

circulant (*Circulating FB*)
4-6 m/s

entraîné
> 6 m/s

- ✓ pas de limite de taille
- ✓ bon contact gaz/solide → réaction plus rapide
- ✗ particules dans les gaz
- ✗ particules calibrées et de petite taille (broyage préalable)
- ✗ taille minimale pour une rentabilité économique

✓ craquage catalytique des goudrons possible

✓ plus souple vis-à-vis du combustible

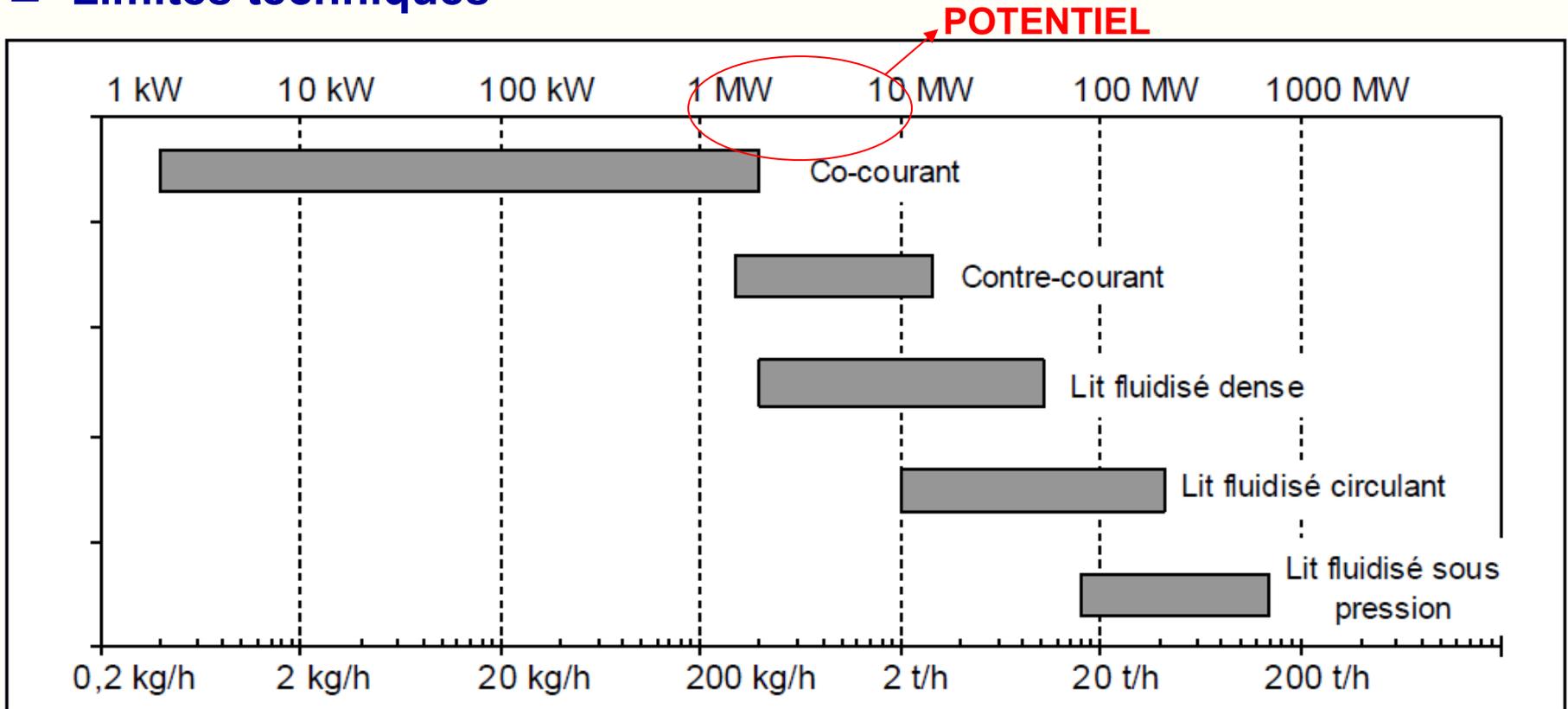
✓ haute T°
→ gaz propre

✗ manque de souplesse d'exploitation

✗ coût d'investissement
✗ combustible pulvérulent

A chaque niveau de puissance sa technologie

■ Limites techniques



d'après Rensfelt et al.

BLOPAGE - pas de technologie disponible
- goudrons

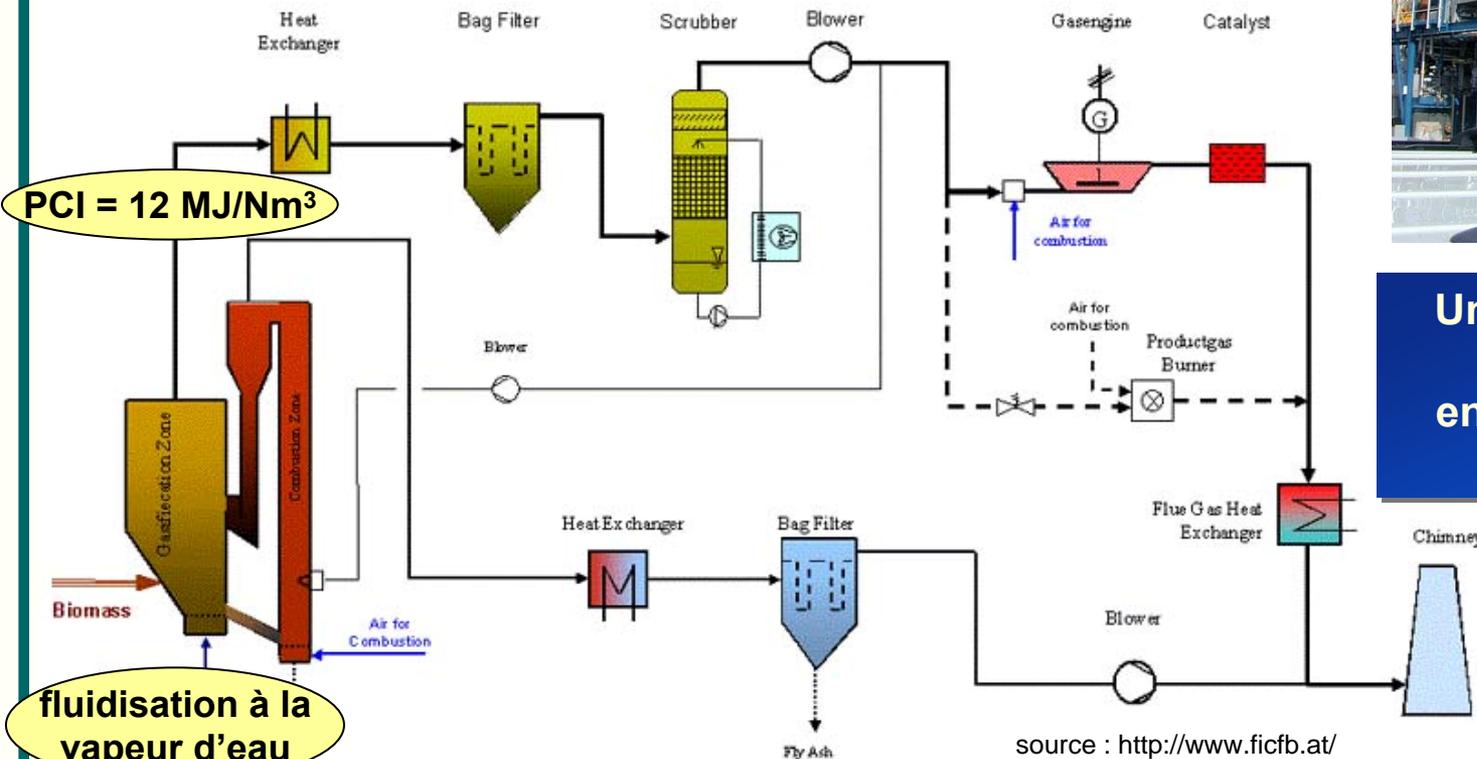
Güssing (Aut) : LA référence

■ Lit fluidisé circulant Repotec (2002), MAG

- 8 MW entrée
 - 2 MW_{él} / $\eta_{él}=25\%$
 - 4.5 MW_{th} / $\eta_{th}=56\%$
- } $\eta > 80\%$



Une unité de ce type
prochainement
en Haute Savoie (Fr)
(Gaz de France)



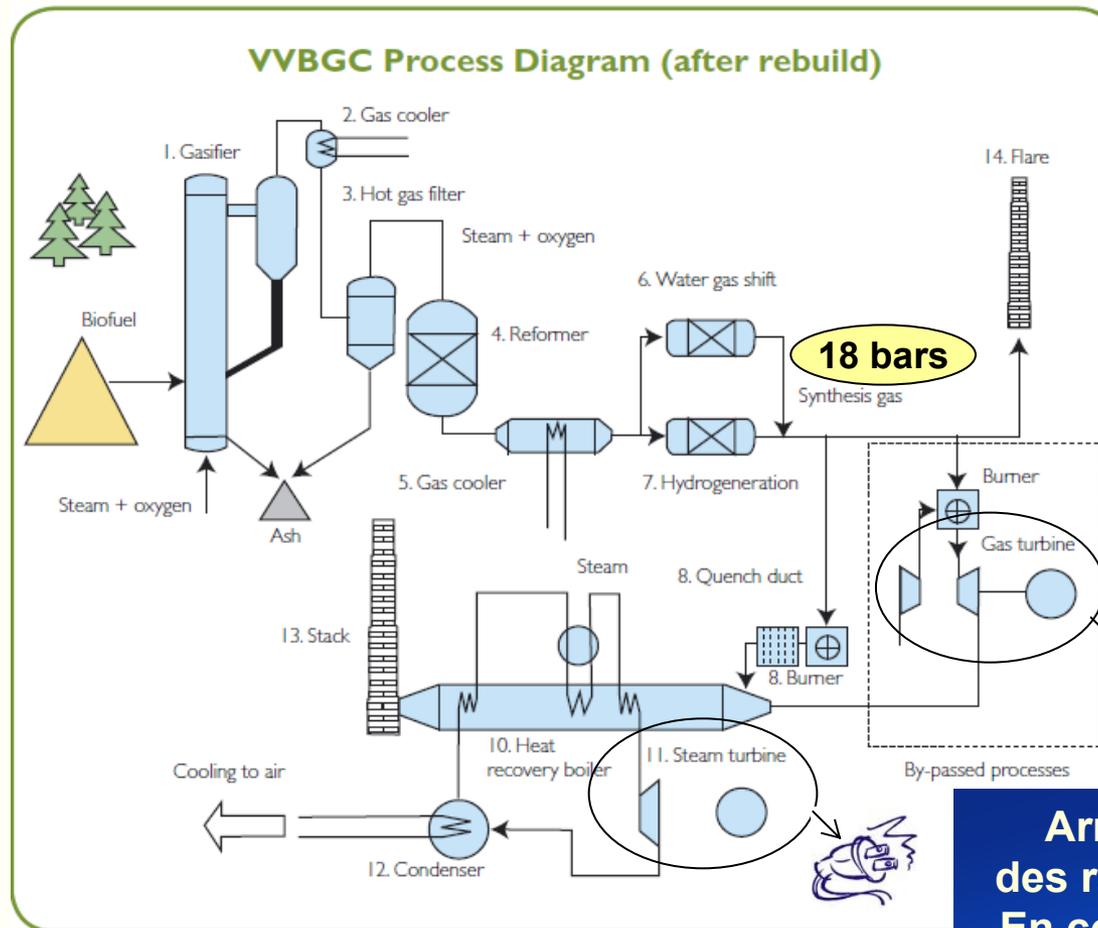
PCI = 12 MJ/Nm³

fluidisation à la vapeur d'eau

source : <http://www.ficfb.at/>

Värnamo (Swe) : une expérience réussie

■ Lit fluidisé circulant sous pression Bioflow, cycle combiné (1996)



→ 18 MW entrée
→ 6 MW_{él} / $\eta_{él}=33\%$
→ 9 MW_{th} / $\eta_{th}=50\%$ } $\eta > 80\%$



**Arrêtée en 2000 pour des raisons économiques
En cours de redémarrage**

source : <http://www.vvbgc.se/>

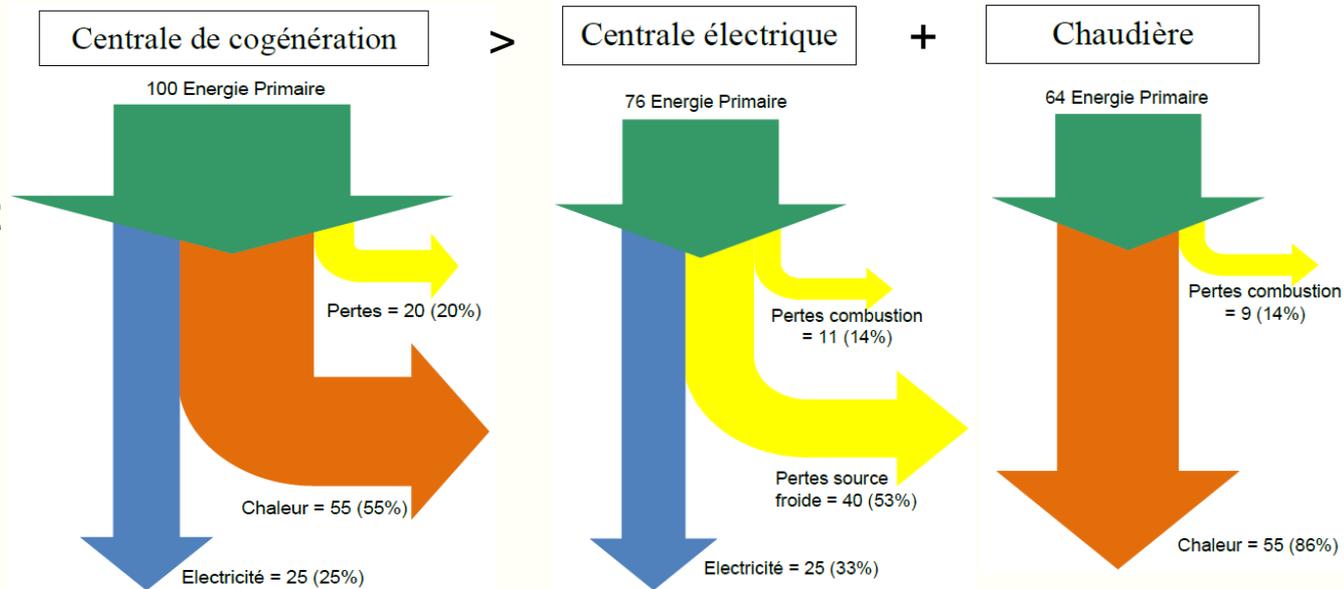
Biomasse : électricité vs chaleur

■ Pourquoi produire de l'électricité à partir de biomasse ?

- Valorisation d'autres ressources biomasse que par combustion
- Bâtiment : baisse des consommations de chaleur (Minergie)
 - réseaux de chaleur bois deviennent techniquement difficiles
 - la cogénération permet de conserver la même taille d'équipements
- Une des seules voies pour l'électrification dans les pays du Sud (avec le solaire PV)

■ En cogénération obligatoirement

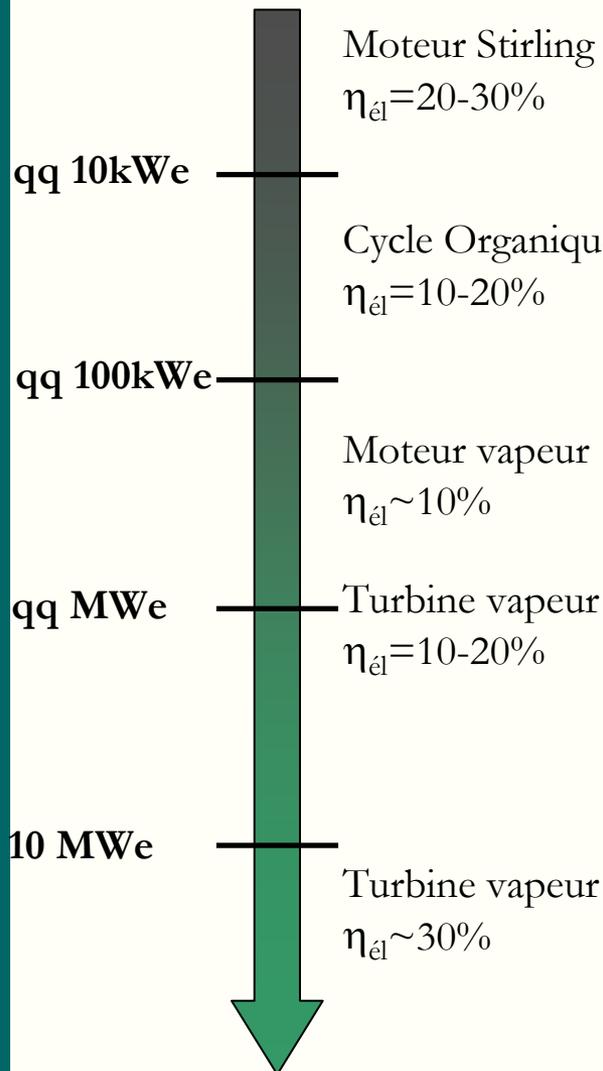
- Besoins ther et élec corrélés
- Rendement :
30% Eprimaire
économisée



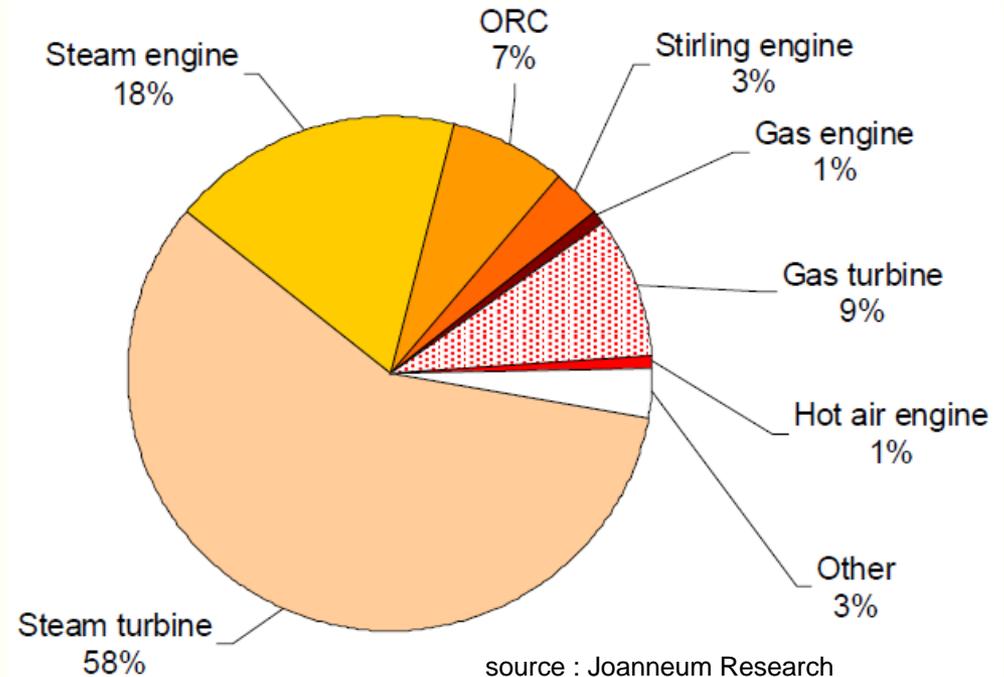
source : CIBE

Cogénération biomasse : gazéification vs autres technologies

■ Les concurrents à la gazéification : machines à combustion externe



Répartition par type d'installation
(~150 répertoriées en Europe)



<10 MWe : pas de technologie performante
>10 MWe : turbine à vapeur

Et les biocarburants 2^{ème} génération ?

■ Couplage gazéif. / procédé Fischer-Tropsch (« *Biomass To Liquid* »)

- Gazéification : procédés favorisant la production de gaz (pyrolyse flash à haute température)
- Synthèse Fischer-Tropsch : $nCO + 2nH_2 \longrightarrow (CH_2)_n + nH_2O$
- Largement utilisé dans le passé par l'Allemagne et l'Afrique du Sud avec du charbon (« *Coal To Liquid* »)

■ Fort engouement ces dernières années

- Rendement : 1.5 à 3.5 tep/ha (bioéthanol : 0.65 à 0.85 tep/ha) source : Cirad
- Diesel de haute qualité (sans soufre)
- Valorisation de toute la plante (lignocellulosique)

■ Problèmes

- Taille critique importante : mobilisation de la ressource ?
- Grandes quantités de chaleur générées : valorisation ?
- Démonstration industrielle ???

Une condition : l'excellence énergétique

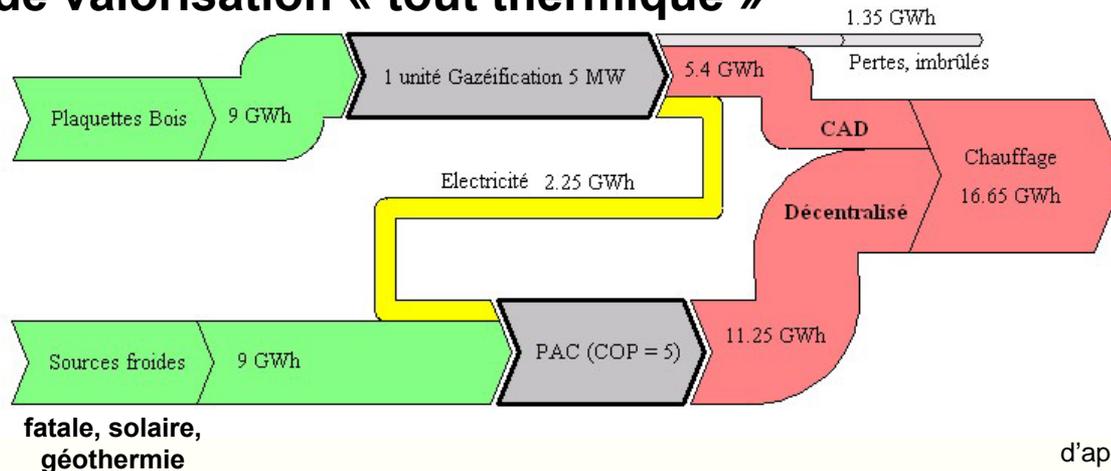
■ Biomasse : Ressource renouvelable... mais limitée

■ Valorisation de l'énergie thermique

- Problème pour les gros projets (zones rurales)
- Opportunité : industrie (6-8000 h/an à Pnominale)
- Stockage thermique
- Production de froid l'été (groupe à absorption)

■ Utilisation rationnelle de l'énergie

- Exemple de valorisation « tout thermique »



d'après Faessler

Perspectives...

- **La gazéification a sa place dans le cadre d'une utilisation rationnelle des ressources biomasse**

- **Blocages actuels**
 - **Les goudrons**
 - « non production » / craquage catalytique / épuration des gaz
 - **Cogénération moyenne puissance : technologie ?**
 - procédés étagés

- **Potentiel de développement**
 - **Réseaux de chaleur : en remplacement des chaudières bois collectives**
 - **Industriels : besoins de chaleur importants et stables, en zone rurale**
 - **Traitement déchets : avantages p/r incinération :**
 - rendement électrique potentiellement meilleur
 - traitement des fumées moins coûteux (volume moindre, pas de dioxines)
 - **Production de biocarburants 2^{ème} génération**

Pour en savoir plus

- **Handbook biomass gasification**, KNOEF HAM, 2005.
- **ThermalNet: the European Network for biomass pyrolysis, gasification and combustion:** <http://www.thermalnet.co.uk/>
- **BIOCOGEN: Biomass Cogeneration Network:** <http://www.cres.gr/biocogen/>
- **Gazobois SA:** <http://www.gazobois.ch/>
- **Technologie Xylowatt (lit fixe):** <http://www.xylowatt.com/MainHomeFR.htm>
- **Technologie Repotec (lit fluidisé, Güssing):** <http://www.ficfb.at/>
- **Installation de Värnamo (lit fluidisé, IGCC):** <http://www.vvbqgc.se/>