

Les Technologies de Gazéification de la Biomasse : De la ressource à l'application

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

cea

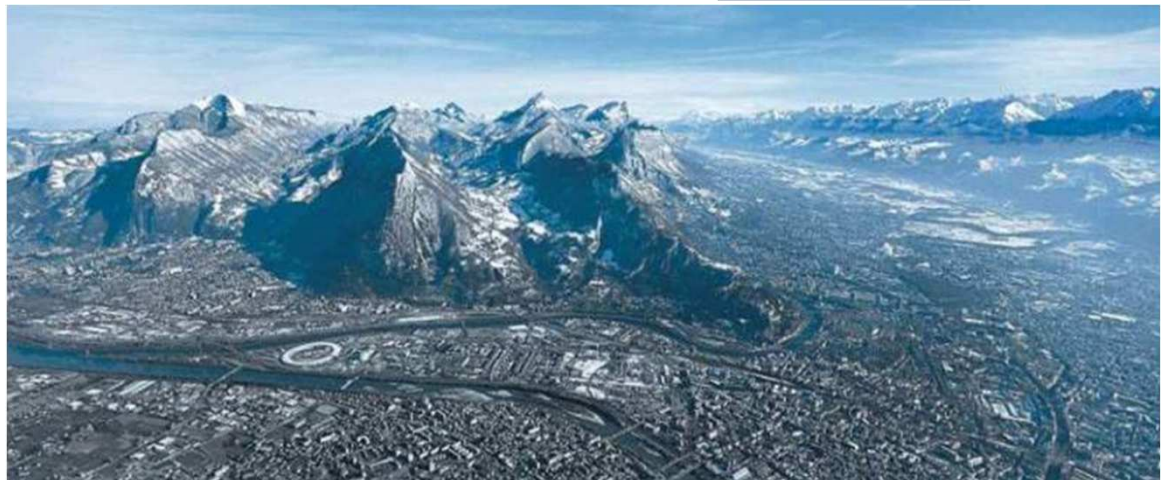
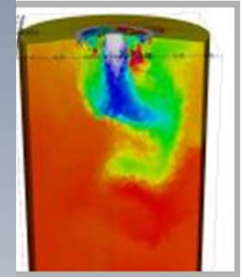
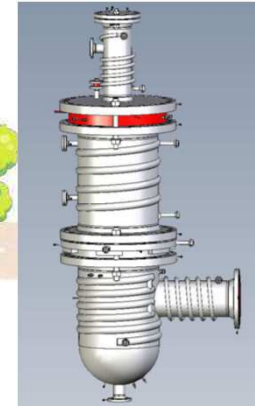
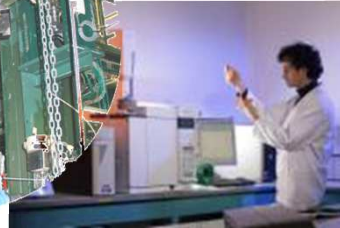
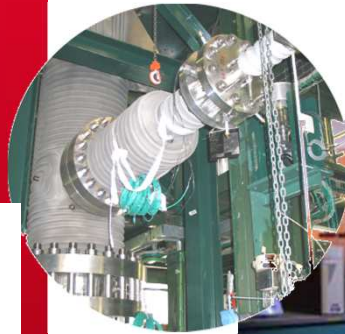
ASPROM
OPTEZ POUR L'INNOVATION

**U
I** Union des
Industries
et Métiers de la Métallurgie

CAP'TRONIC

**Séminaire biomasse
28&29mars 2013**

www.cea.fr



Serge RAVEL

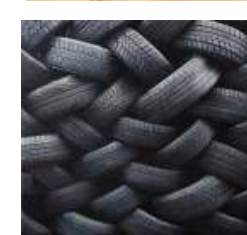
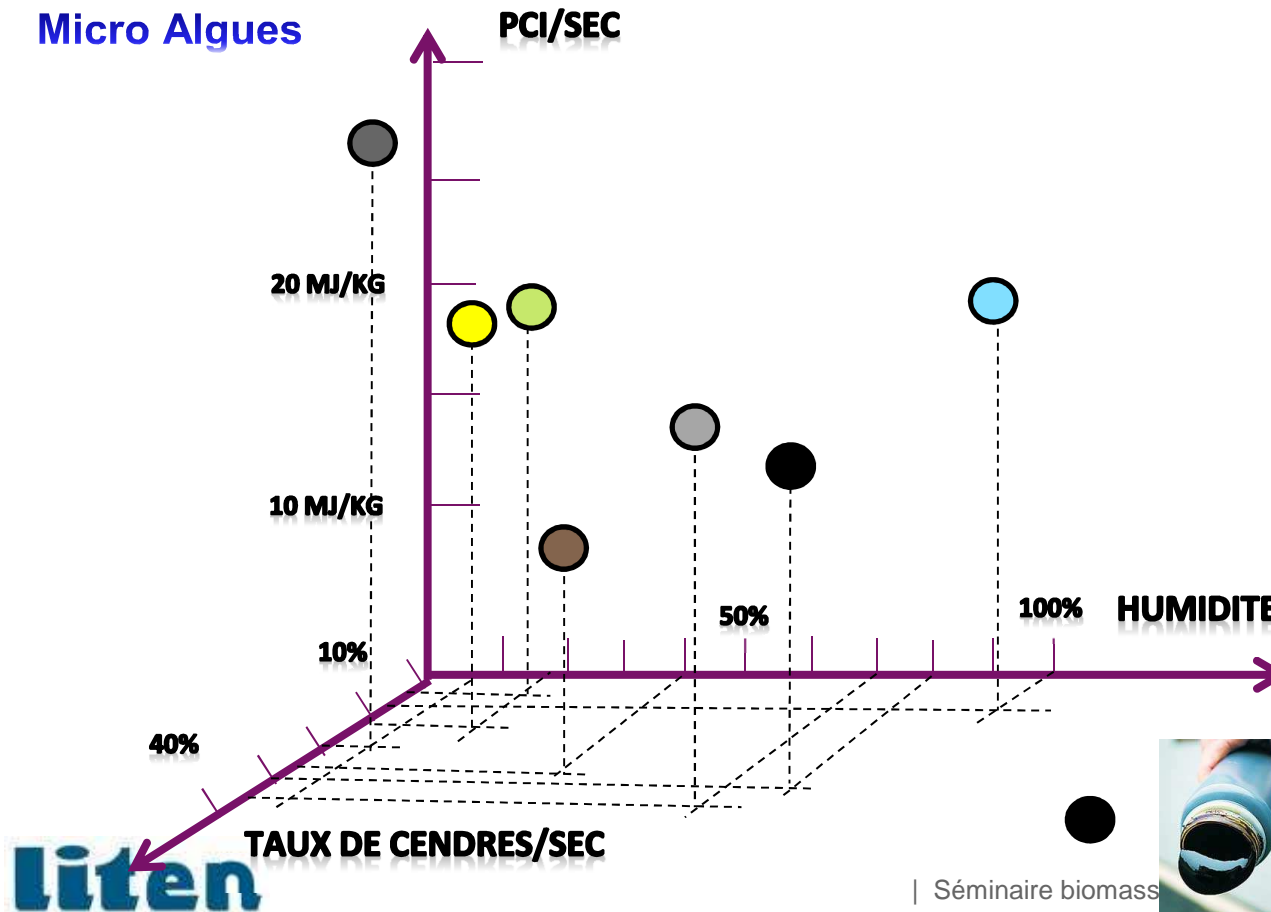
Laboratoire des Technologies de la Biomasse
CEA/LITEN/DTBH
serge.ravel@cea.fr

liten

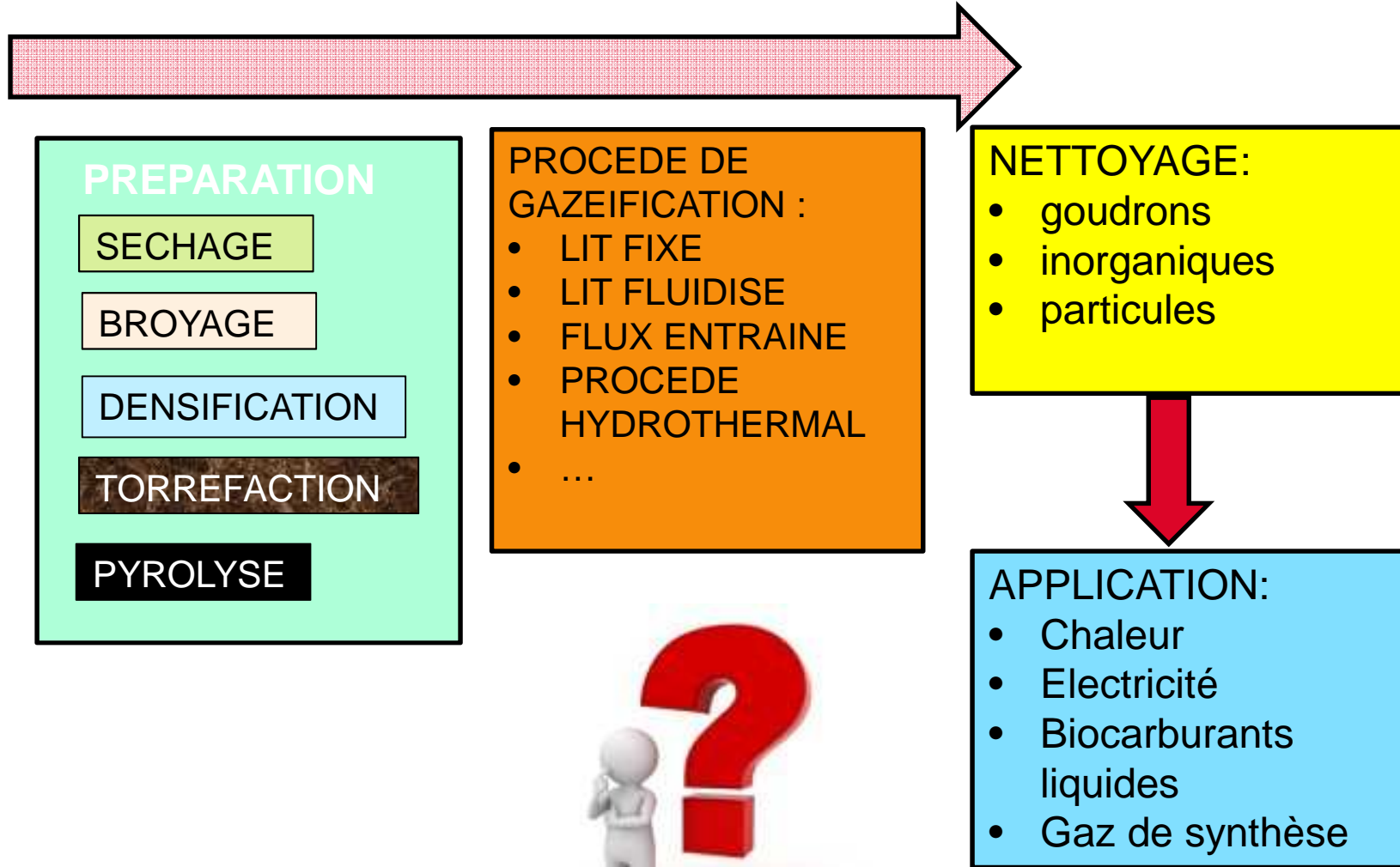
- *La variabilité de la ressource*
- *Préparation de la ressource en fonction du procédé*
- *Les technologies de gazéification*
- *Quelques exemples de procédés industriels*
- *Le nettoyage des gaz*
- *Technologies innovantes pour ressources très humides*
- *Conclusions*

LA RESSOURCE : UNE GRANDE VARIABILITÉ

- ◆ Bois : variabilité des essences, des formes,...
- ◆ Biomasses agricoles : pailles, herbacées,...
- ◆ Déchets : ménagers, boues de STEP, déchets papetiers, pneus...
- ◆ Micro Algues



QUEL EST LE MEILLEUR PROCÉDE DEPUIS BIOMASSE JUSQU'AU VECTEUR ÉNERGÉTIQUE ?



SECHAGE



Procédés matures



Procédés couteux (énergie et €) pour biomasses très humides

BROYAGE



Procédés matures pour broyages grossiers (mm)
Association avec la densification (pellets)



Procédés couteux (énergie et €) pour broyages fins (<1mm)

DENSIFICATION



Technologies matures pour pellets « blanc » de conifère
Intérêt en association avec la torrefaction (boulets, briquettes)



Coût des pellets « blancs » élevé -> pour chaudière individuelle

TORREFACTION



Densification énergétique importante en association avec la densification

Broyabilité améliorée

Hydrophobie du produit torréfié



Procédés non encore mature

Rentabilité des procédés ?

Perte d'énergie dans les gaz (limitée à 20% max)

Procédés coûteux (énergie et €) pour biomasses très humides

PYROLYSE



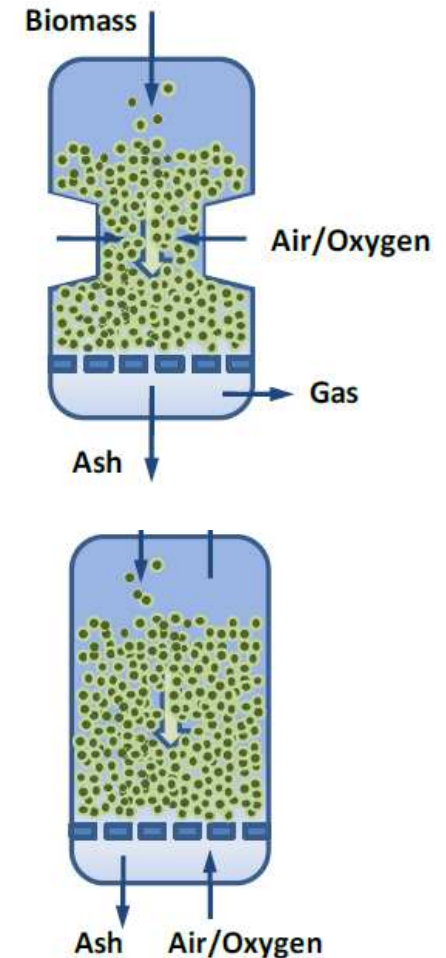
Production de char (plus énergétique) et d'huile de Pyrolyse => possibilité de faire du slurry injectable



Perte de masse (et d'énergie) importante lors de la pyrolyse par les gaz émis



Séchage -> 20% d'humidité
Broyage grossier (cm)
Tamisage si trop de fines



Technologies simples, robustes et matures
Préparation de la ressource simple
Intérêt pour petites unités (0,3- 5 MW)

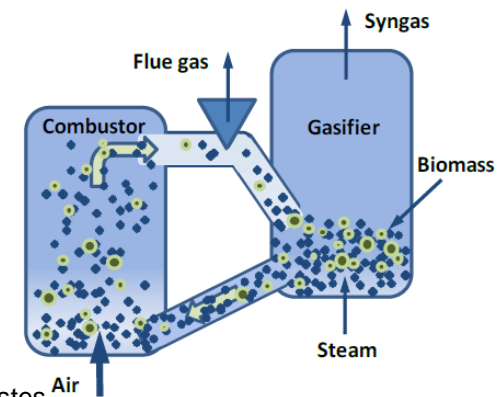
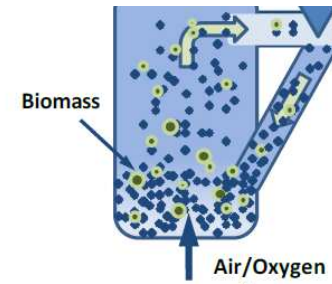
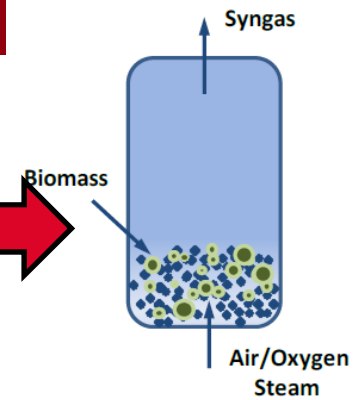


Gaz pauvre (PCI 1-1,5 KWh/Nm³)
Extrapolation grande taille difficile (< 5 MW)
Taux de goudron fort* (surtout pour contre courant)
Taux de particule élevé*
Application chaleur principalement et cogénération
Pas de fonctionnement sous pression

* : qq technologies récentes montrent des taux faibles



Séchage -> 20% d'humidité
Broyage grossier (cm)



Technologies matures mais peu d'installation en gazéification
Préparation ressource simple
Gaz plus riche qu'en lit fixe (en oxy-combustion et pour Lit fluidisé double)
Gamme d'application plus large que lit fixe (Chaleur, électricité, méthanation, biocarburants ...)

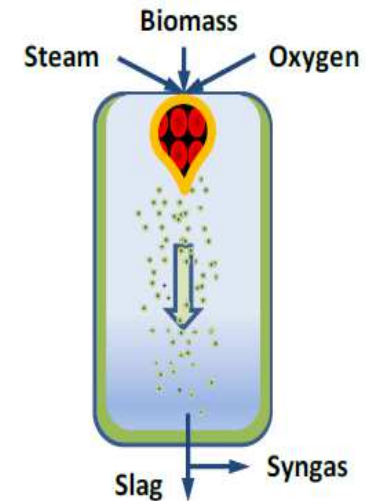


Extrapolation très grande taille difficile (< 30 MW)
Taux de goudron encore élevé (> 2g/Nm³)
Risque d'agglomération des cendres (T > 1200°C)
Fonctionnement sous pression difficile

Source des illustrations : Review of technologies for Gasification of Biomass and wastes
- NNFCC project 09/008 - June 2009



Séchage -> 20% d'humidité
Broyage fin (0,2-0,5mm)
Système d'injection de poudre
Pressurisation des poudres



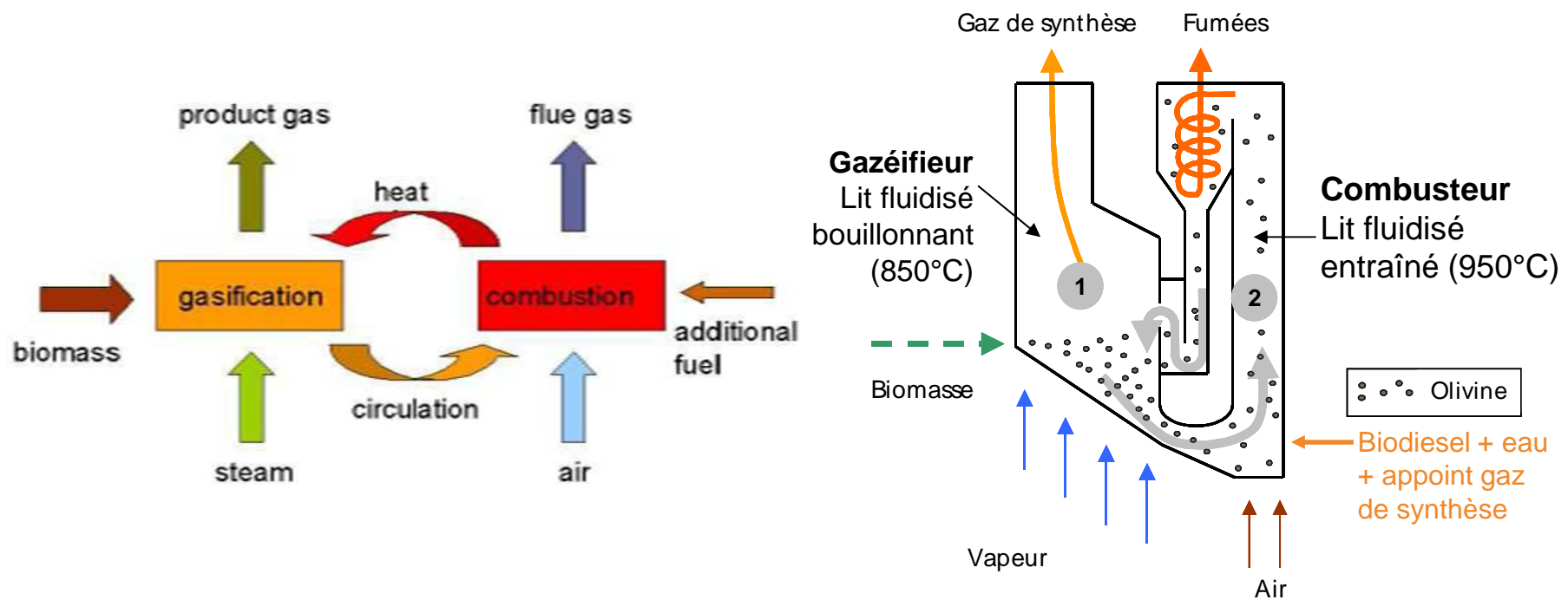
Rentabilité pour installation grande taille (>400 MWth)
Gaz riche (CO-H₂)
Application visée pour biocarburants
Possibilité de traiter des biomasses chargées en cendres (voire des déchets)
Fonctionnement sous pression (compacité des réacteurs)

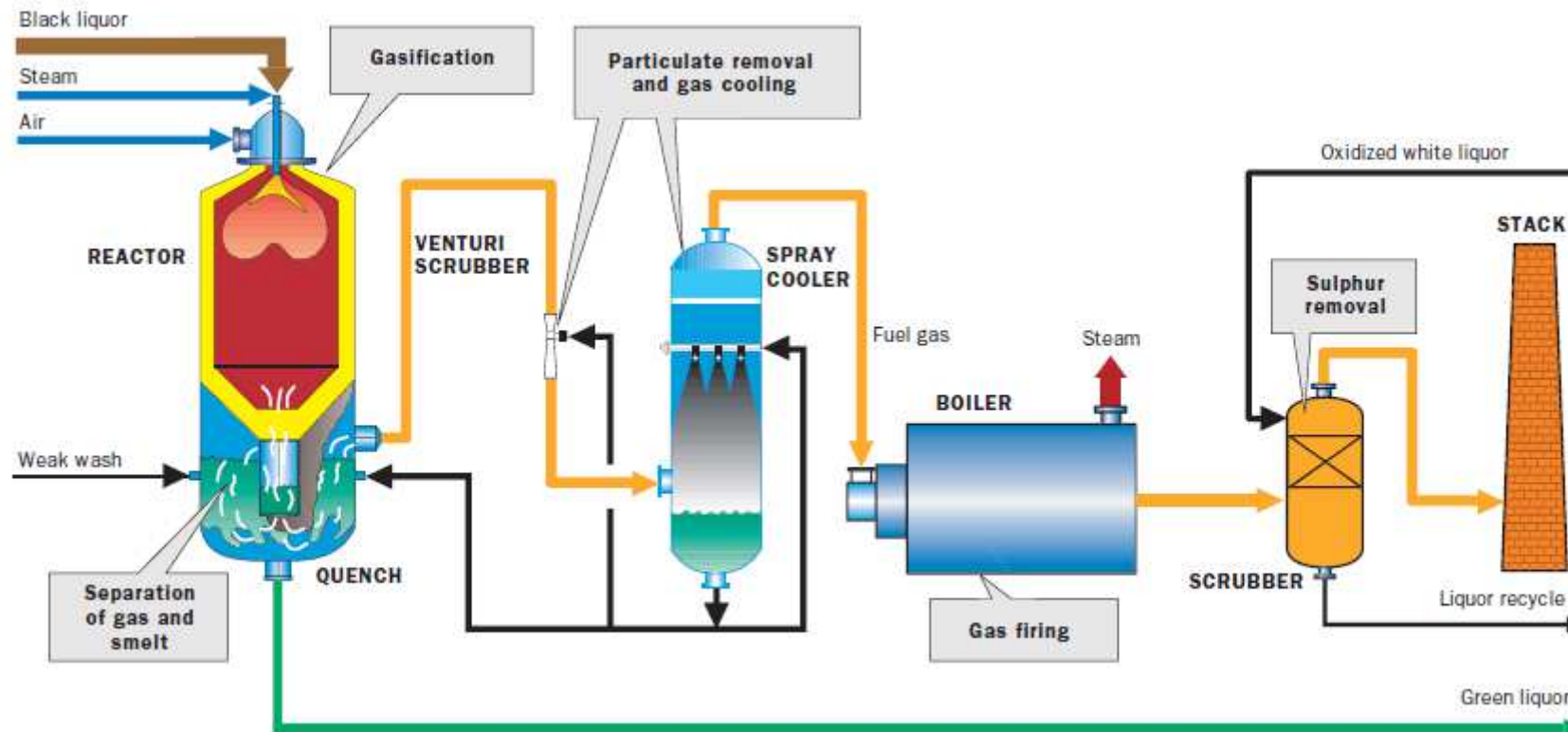


Technologie pas encore mature (démonstrateur)
Préparation de la biomasse difficile et couteuse
Transport de la poudre difficile et couteux
Gestion de l'approvisionnement biomasse

Procédé FICFB développé en Autriche (Université Technologique de Vienne)
mis en œuvre à Güssing (REPOTEC – unité de 8 MWth – 2 MWe)

Principe : 2 réacteurs séparés pour la gazéification et la combustion, avec un média de fluidisation (olivine) circulant entre les deux





Depuis 2005 : unité pilote (DP1) de 650 kg/h en test (30 bars, 1000°C) – objectif : faire du DME.

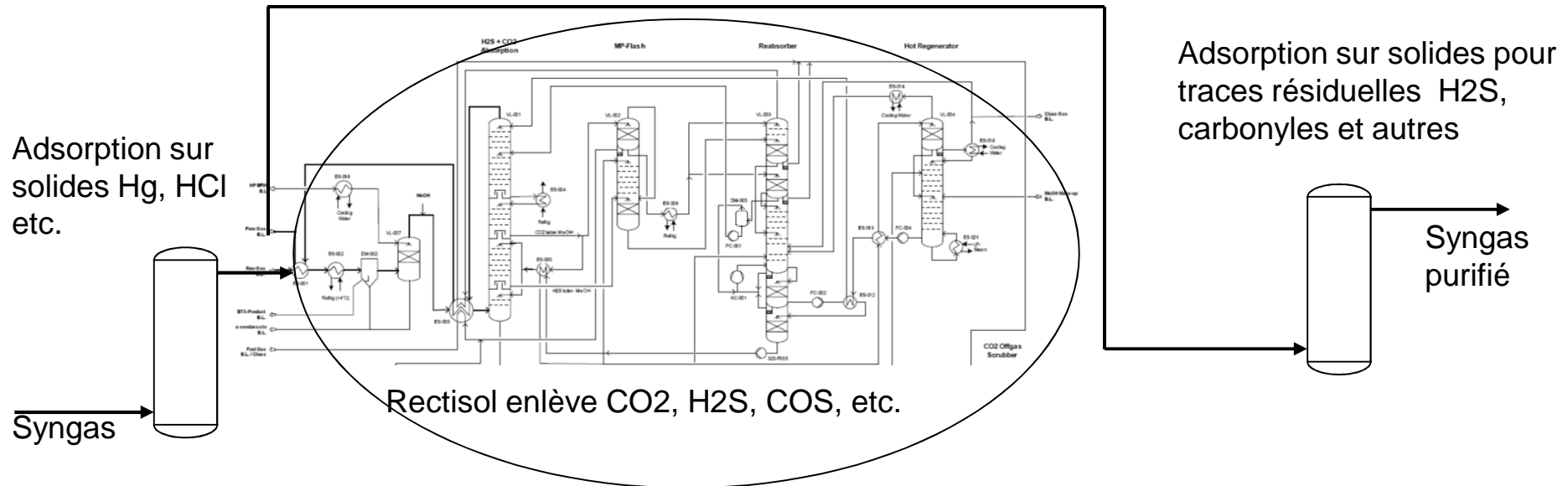
Un pilote à Pitéea de RFE (1MWth – 2bar – poudre bois)

Ressources variables + Usage Syngas Variable = Grand variété dans les techniques de nettoyage

Techniques disponibles

- Adsorption sur solides (métaux, traces, etc...)
 - ZnO, Charbon actif
- Absorption dans solvant (CO₂, H₂S)
 - Amines, Méthanol, etc...
- Réaction chimique
 - craquage goudrons, hydrolyse COS
- Lavage à l'eau
 - Ammoniaque

Chaine typique pour usage Fischer-Tropsch

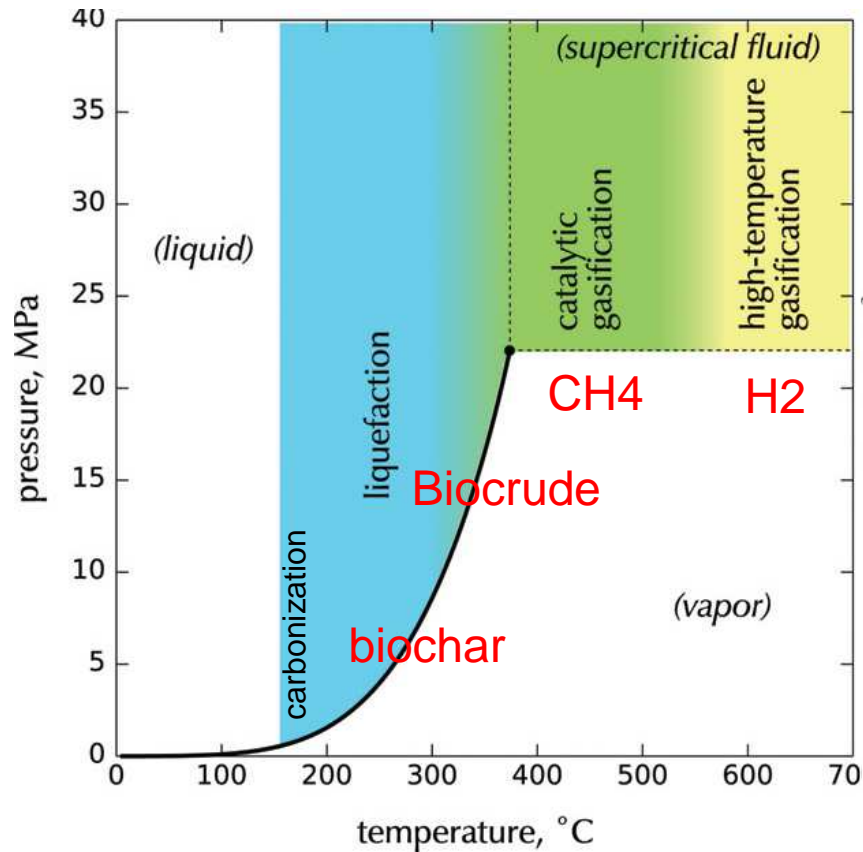


La chaine de purification doit être adaptée aux besoins

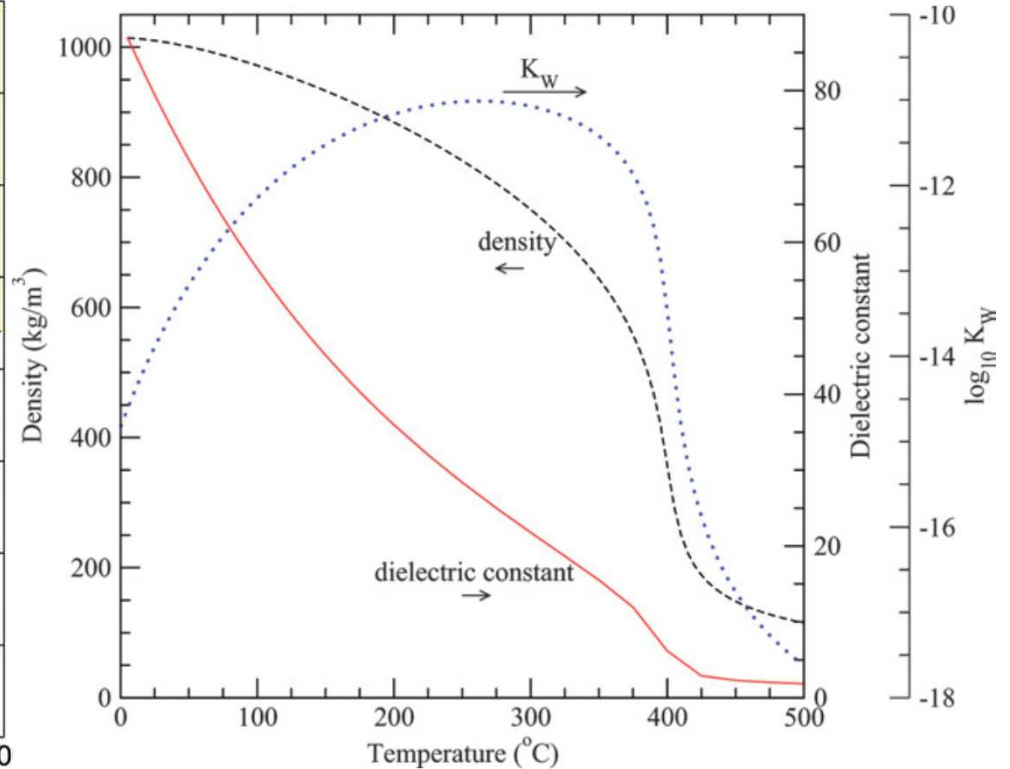


Pour les ressources à plus de 50% d'humidité, le séchage nécessite une énergie de plus de 20% du PCS

Idée : Utiliser les propriétés de l'eau autour de son point critique (22 MPa, 374°C) pour dégrader les polymères de la biomasse

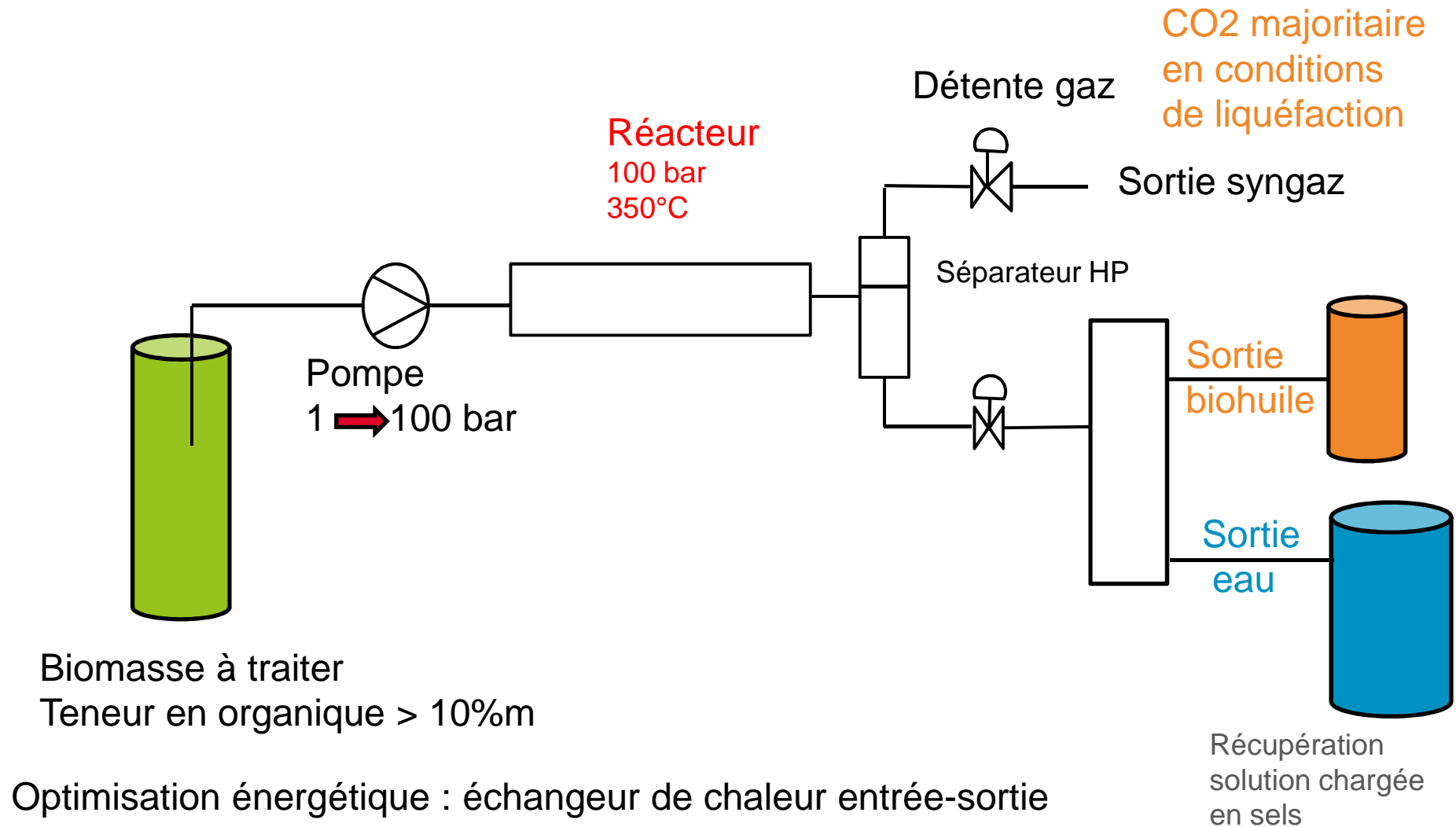


Différents procédés possibles selon les conditions

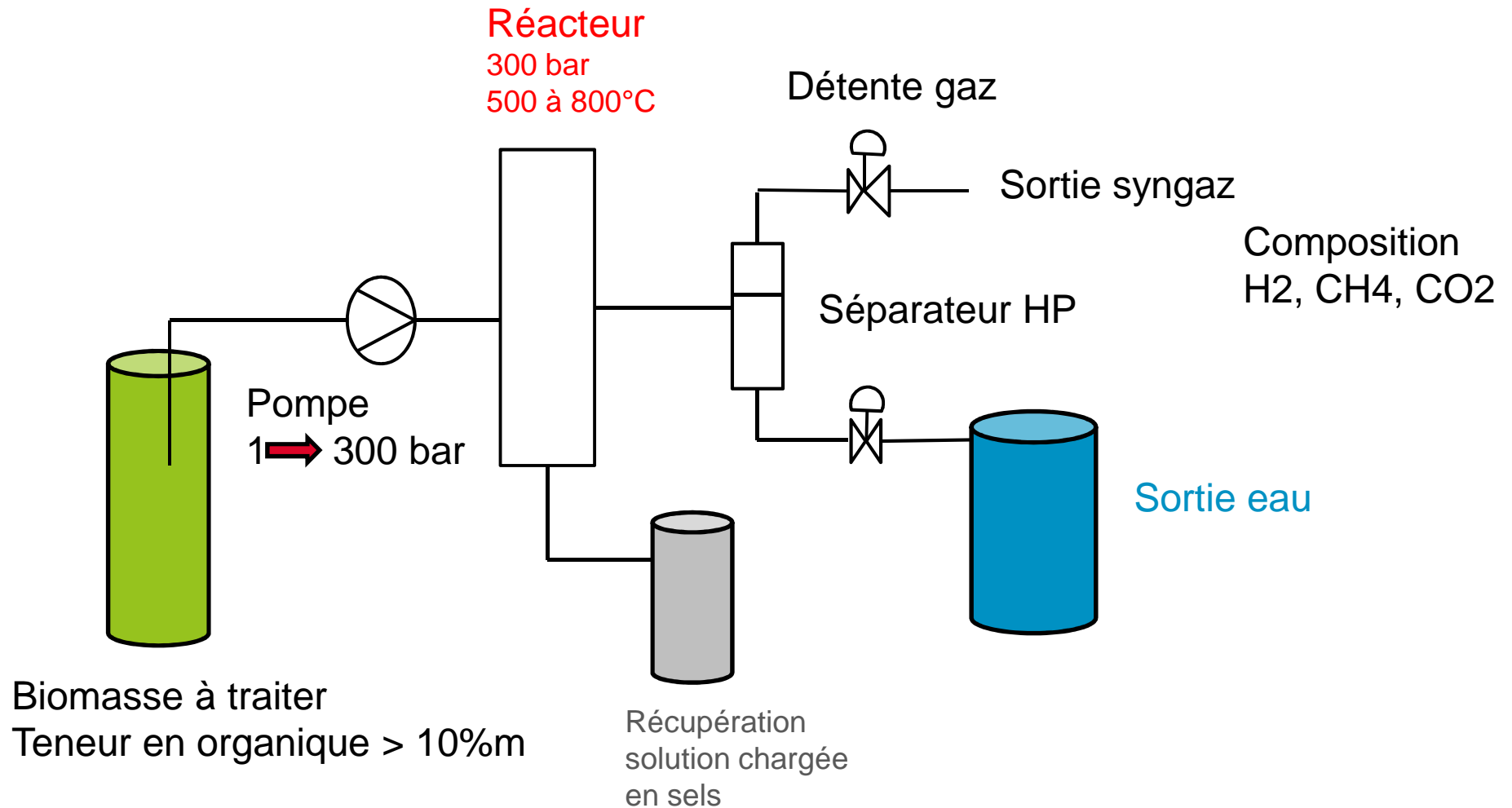


Grande solubilité pour les composés organiques
Faible solubilité pour les composés inorganiques
Un mécanisme ionique en dessous du pt critique
Un mécanisme à radicaux libres au dessus

Flowsheet type pour un procédé liquéfaction hydrothermale



Flowsheet type pour un procédé gazéification eau supercritique



Optimisation énergétique : échangeur de chaleur entrée-sortie

- L'eau est un solvant et un réactif = dépolymérisation de la biomasse par hydrolyse
- Procédés adaptés pour toutes ressources humides (humidité supérieure ou égale à 30%_m ou teneur en organique >1%_m)
- Pas de séchage nécessaire
- Récupération espèces inorganiques en phase aqueuse
- Produit obtenu différent en fonction des conditions (sous ou supercritique) : biochar ou biocrude ou gaz (CH₄ ou H₂ / CO₂)
- Applications potentielles :
 - 3G
 - Conversion effluents industriels aqueux
 - Gazéification pour cogénération in-situ
 - Production H₂

Inconvénients, points à améliorer

- Stade actuel = R&D
- Gestion des sels en milieu supercritique
- Récupération énergie sur le procédé indispensable
- Coûts d'investissements importants (équipement sous pression)

Il faut adapter le procédé de gazéification à la ressource et à l'usage final.

Lits fixes : adapté pour une biomasse « sèche » des taux de cendres moyens (~10%), des unités petites à moyennes (qq MW) et des applications chaleur et cogénération.

Lit fluidisés : adapté pour une biomasse « sèche » et avec peu de cendres, des unités moyennes (MW-> 20 MW), et pour des applications cogénération, Syngas (méthanation) et carburants (à l'étude).

RFE : adapté pour des biomasse sèches mais sans contraintes sur les cendres, des unités de grandes tailles (400-500 MWth) et pour des applications biocarburants liquides – intérêt de la technologie pour les déchets à l'étude.

Voie hydrothermale (eau sub et super critique) : adapté pour les ressources très humides sans contraintes sur les cendres pour des applications production huile (chaleur) et/ou gaz (cogén ou H₂) – voie encore très amont (vérrous à lever)..



MERCI DE VOTRE ATTENTION