



Electricité et cogénération biomasse

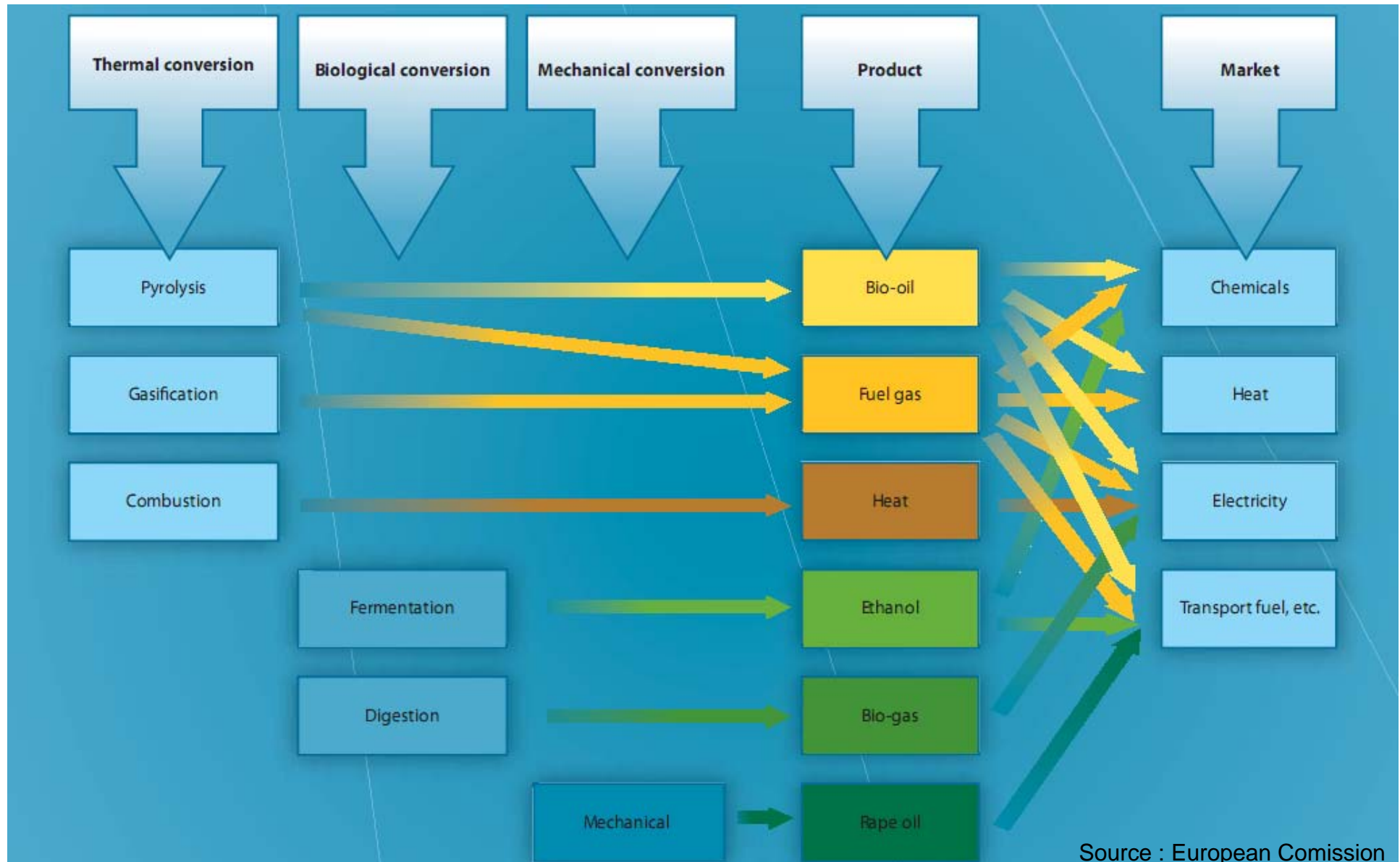
Etienne Lebas

COGEBIO

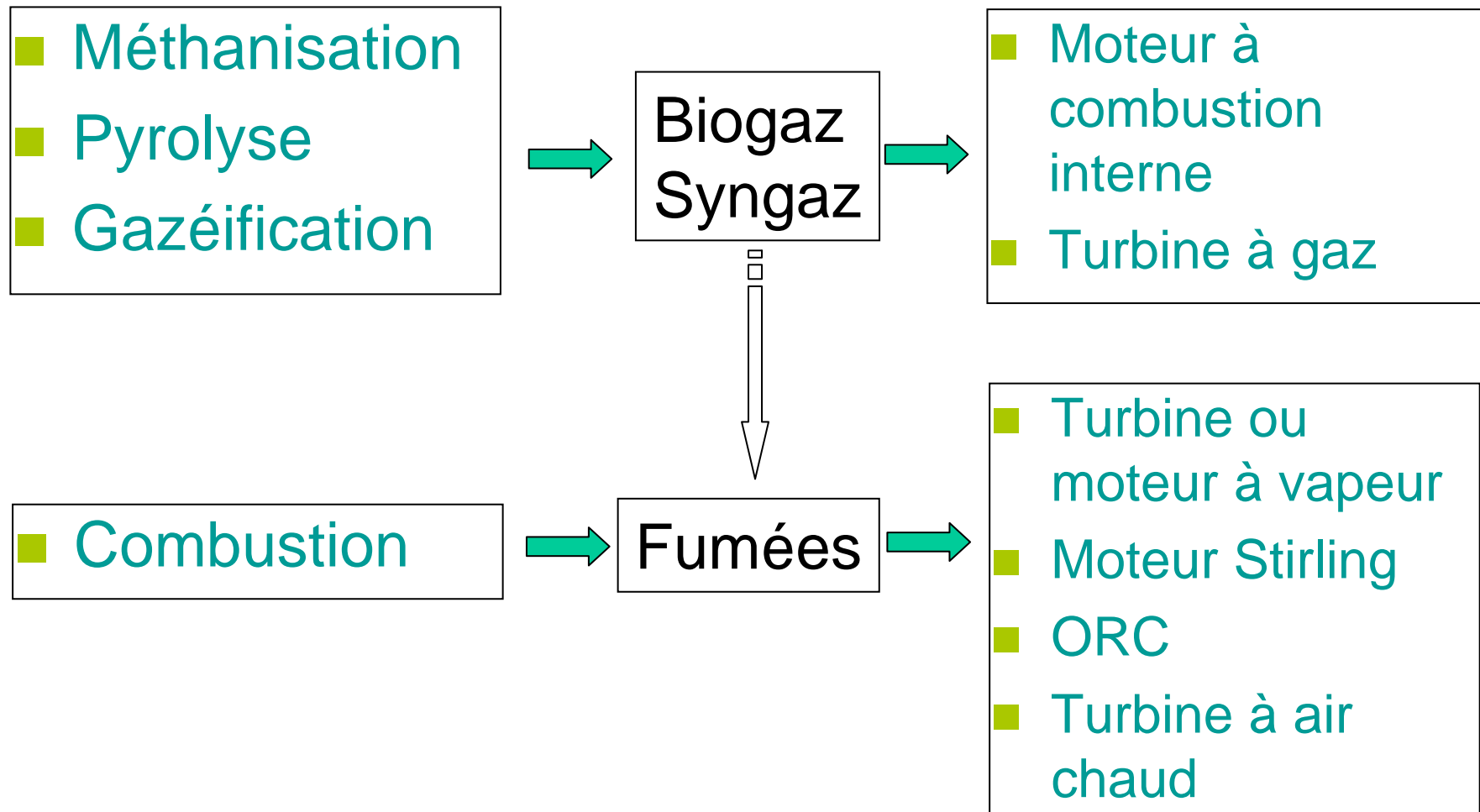
Mars 2013



Procédés de conversion de la biomasse



Source : European Commission



Cogénération biomasse

Température		Ratio Air/Air stoechio
1500°C	↑	↑
	Combustion	1,2
	Gazéification	0,3 – 0,5
	Pyrolyse	0
20°C	↓	
	Méthanisation	

Biomasse



Matières organiques



Bois



Huile végétale

Puissance



10-100 kWe



100-1000 kWe



1-10 MWe

Statut



Expérimental



Premières unités



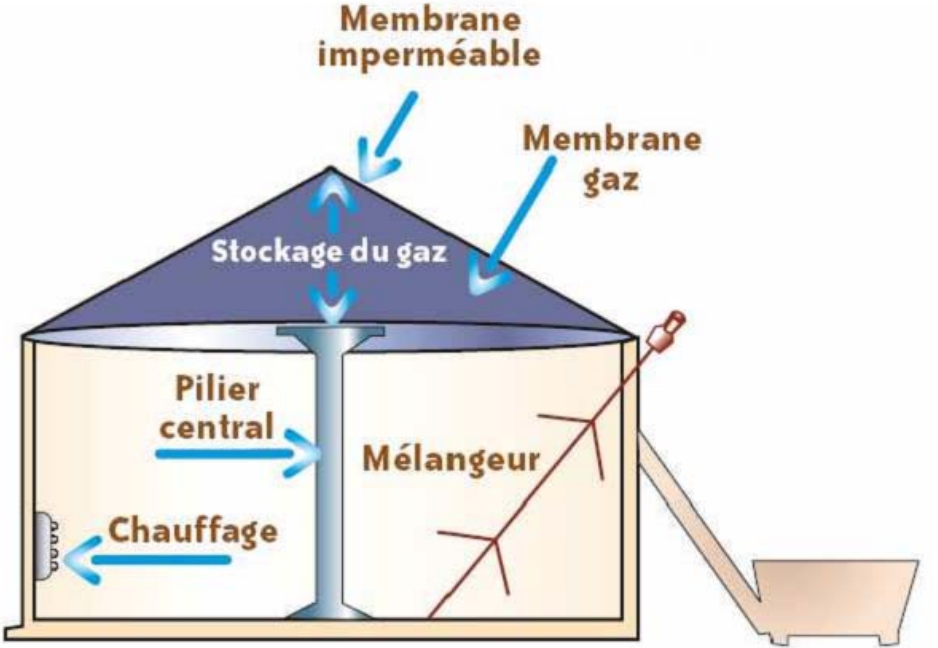
Commercial

Méthanisation

- Digestion anaérobie :
dégradation naturelle de la matière sous
l'action de bactéries en absence d'oxygène
- Température
 - Procédé mésophile : environ 38°C
 - Procédé thermophile : environ 55°C
- Produits
 - Gaz : Méthane et dioxyde de carbone
principalement
 - Solide : digestat (la lignine n'est pas décomposée)
- Valorisation des produits
 - Gaz : électricité et chauffage (digesteur, locaux,
serres,...)
 - Digestat : épandage



Digesteur



Valorisation du biogaz

■ Moteur

- GE-Jenbacher, MAN, ...
- Puissance : 5 kWe – 3 MWe
- Rendement électrique : 29 à 42 %



■ Microturbine

- Capstone : 30, 60 et 200 kWe
- Turbec : 100 kWe
- Rendement électrique : 29%

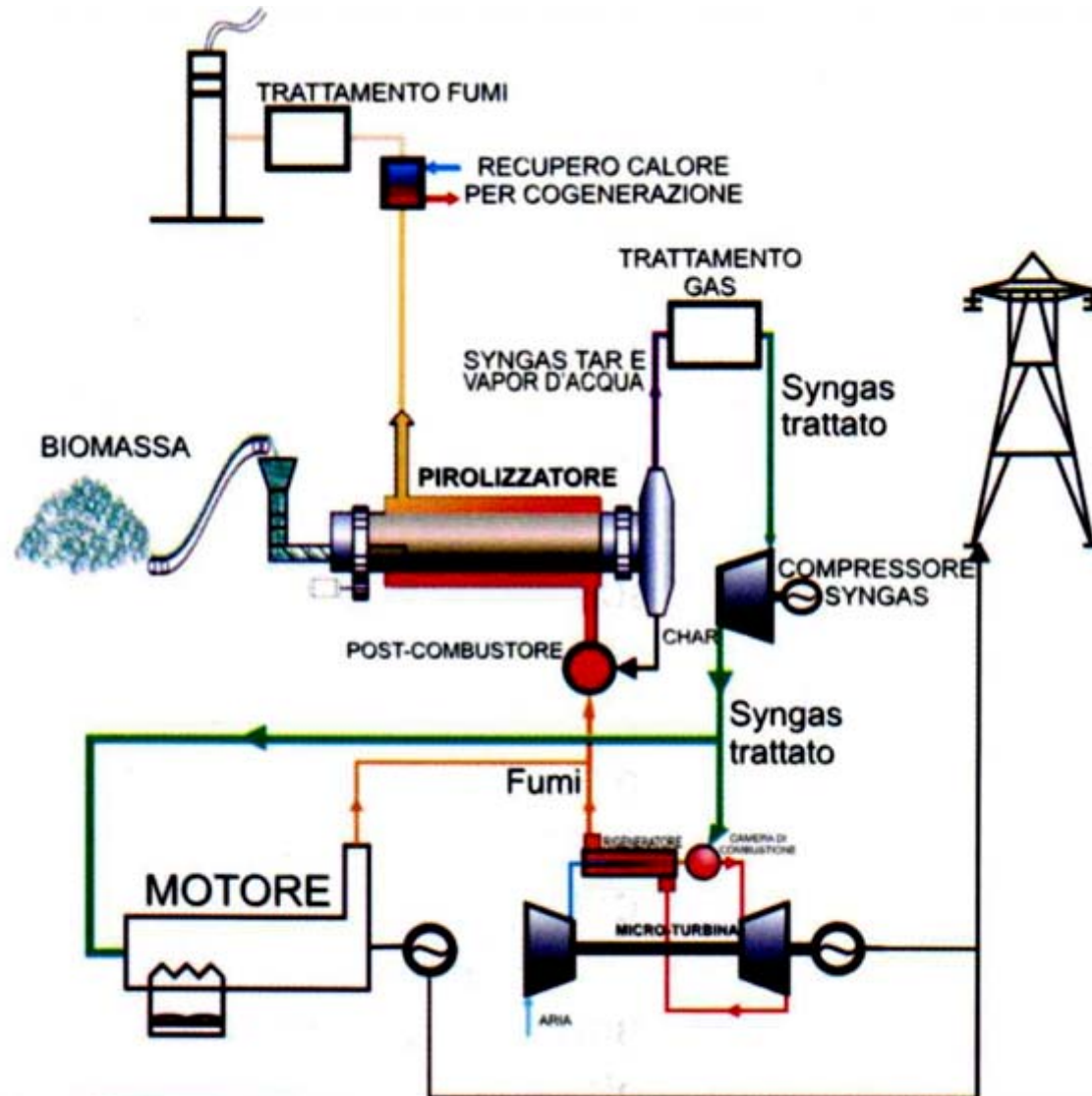


Pyrolyse

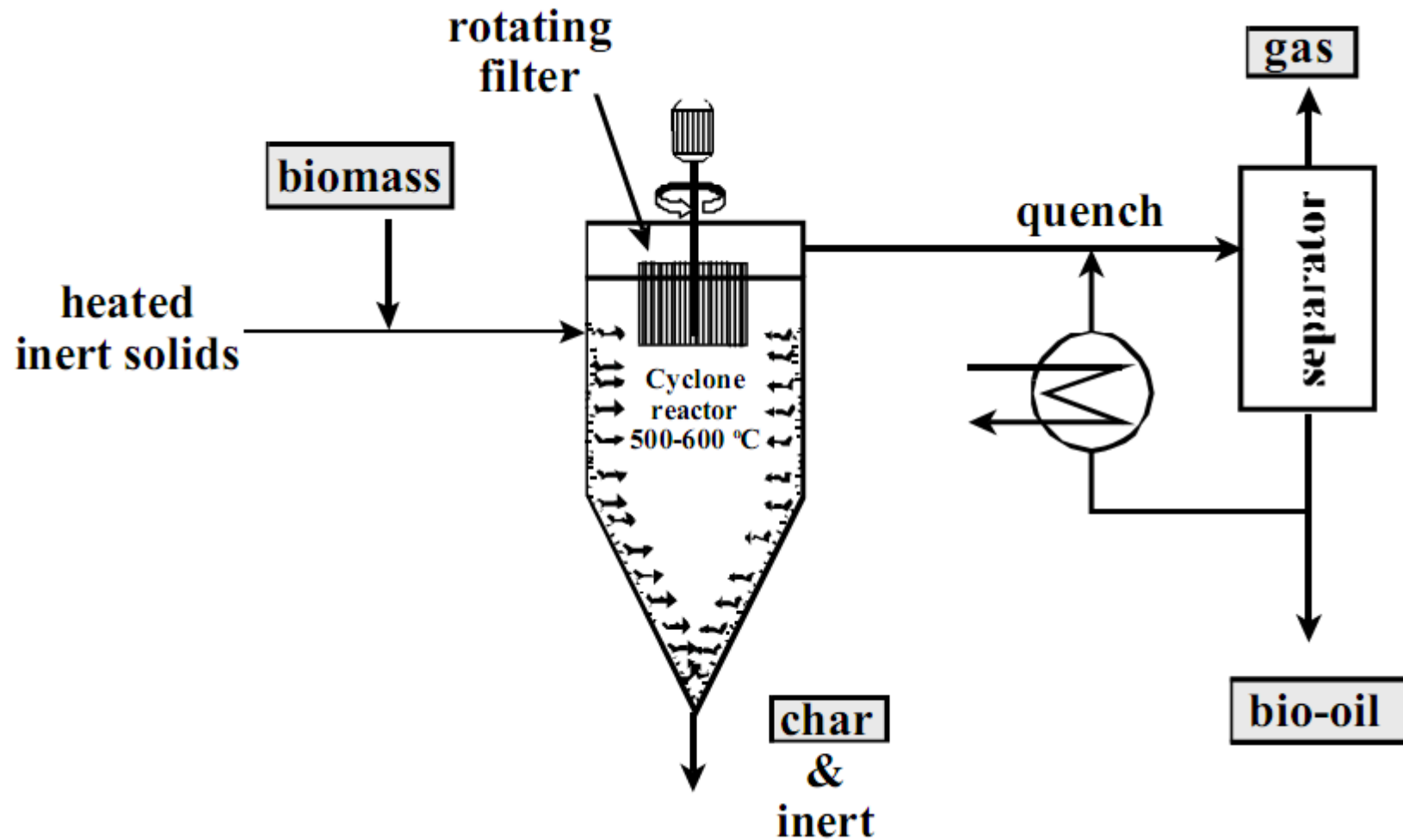
- Décomposition thermique en atmosphère inerte
- Produits
 - Gaz
 - Liquide : huile pyrolytique
 - Solide : charbon de bois
- Température : environ 500°C
- Temps de séjour
 - Une pyrolyse lente favorise la formation de gaz et de solide
 - Une pyrolyse rapide favorise la formation de liquide



Pyrolyse lente : Bionet



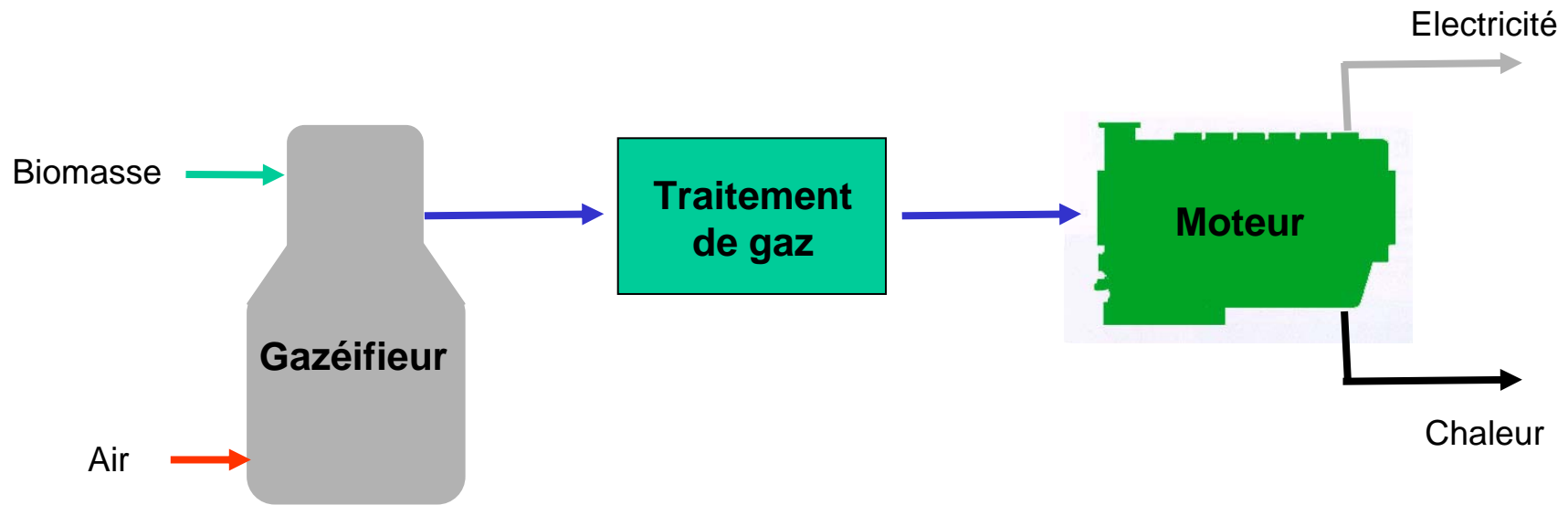
Pyrolyse rapide : Pyros



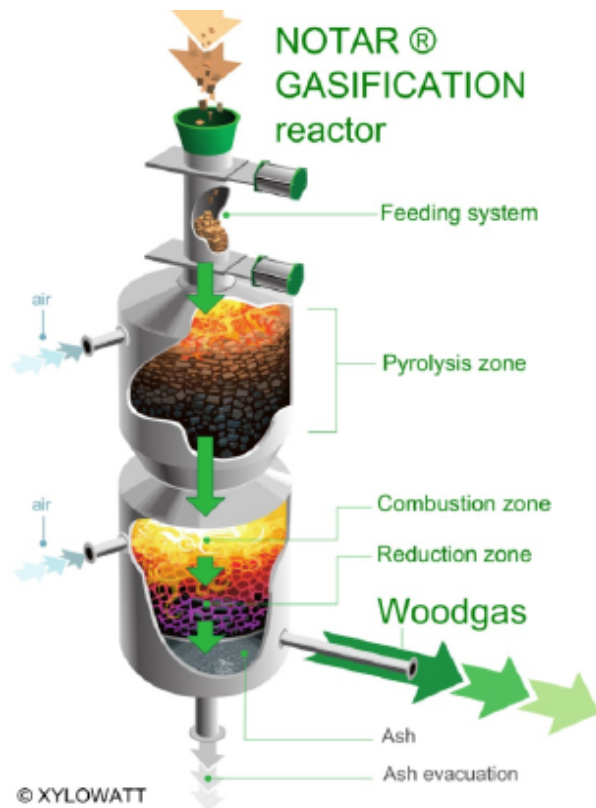
- Réaction thermochimique en présence d'oxygène (O_2 , H_2O , CO_2)
- Atmosphère réductrice (oxydation partielle)
- Température : 800-900°C
- Produits
 - Gaz : CO , H_2 , CH_4 , goudrons
 - Solide : cendres
- Nécessité de traiter le gaz avant combustion en moteur ou turbine à gaz
 - Filtration
 - Élimination des goudrons



Gazéifieur et moteur



Gazéification : Procédé Xylowatt



Lit fixe étagé





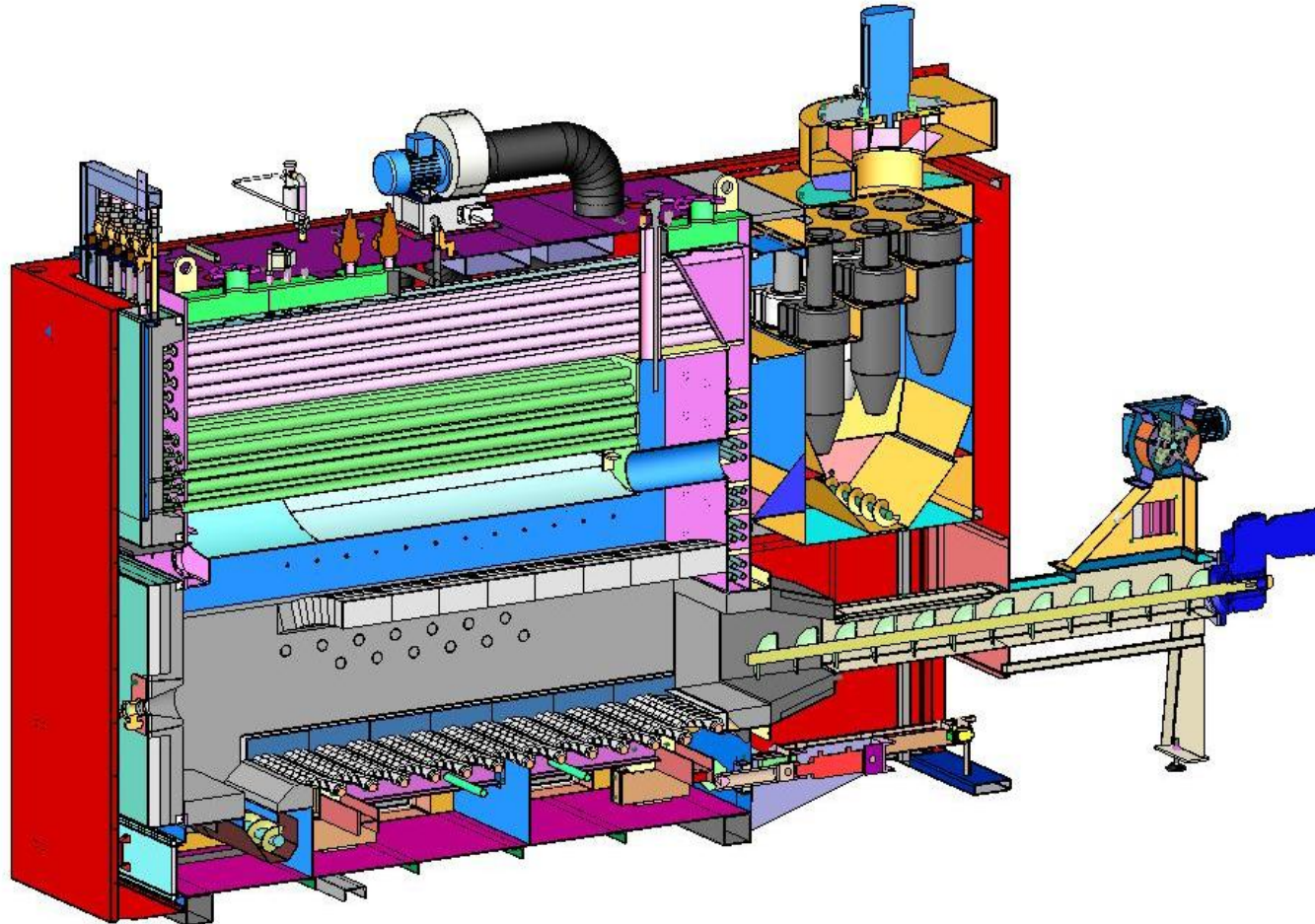
Comparaison des biogaz produits

	Méthanisation	Pyrolyse lente	Gazéification à l'oxygène	Gazéification à l'air
PCI (kJ/kg)	18 882	12 229	10 494	4 761
H ₂		24,1%	32,0%	11,1%
CO		23,1%	48,0%	16,0%
CO ₂	33,0%	33,3%	15,0%	15,0%
N ₂	1,0%		3,0%	48,7%
CH ₄	60,0%	14,3%	2,0%	5,0%
C ₂ H ₄		1,7%		1,1%
H ₂ O	6,0%			3,1%

- Oxydation totale du solide en présence d'un excès d'air
- Température : 800-1200°C
- Produits
 - Gaz : fumées (CO₂, H₂O)
 - Solide : cendres
- Différentes étapes
 - Séchage
 - Pyrolyse
 - Combustion des gaz de pyrolyse
 - Combustion du charbon de bois



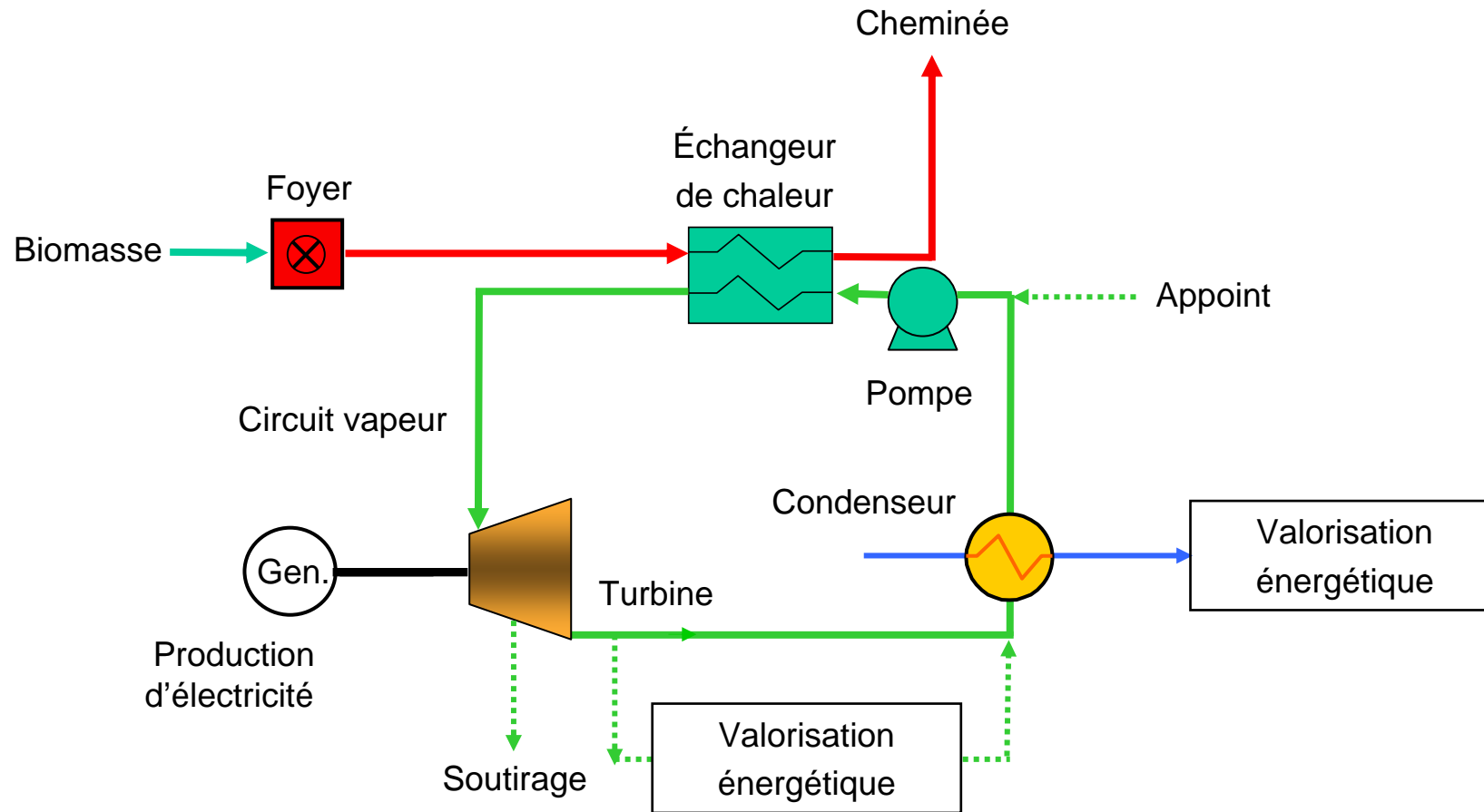
Chaudière à bois



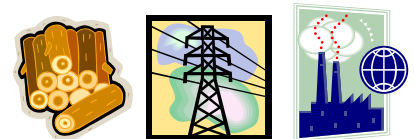
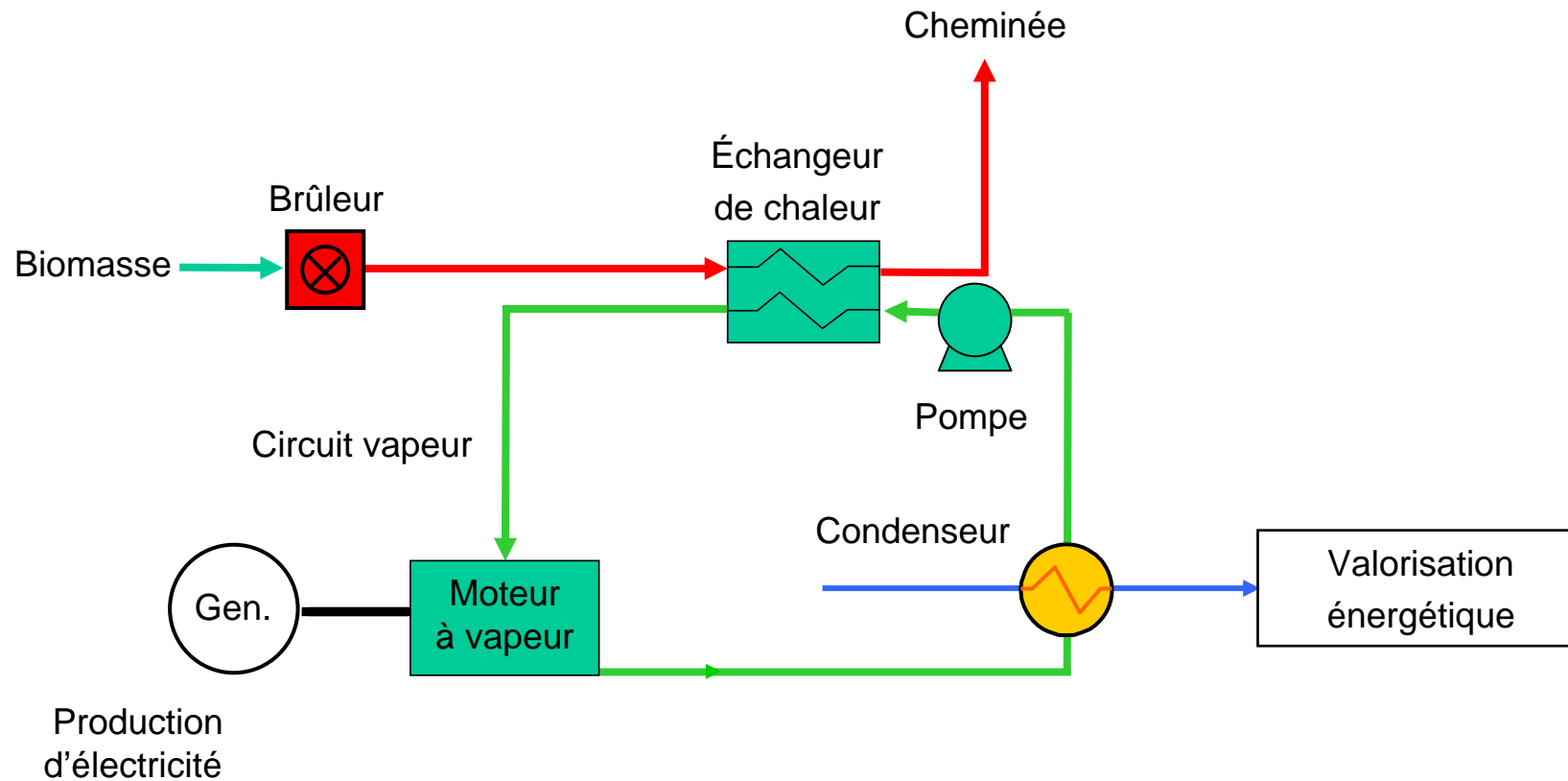
Chaudière à grille



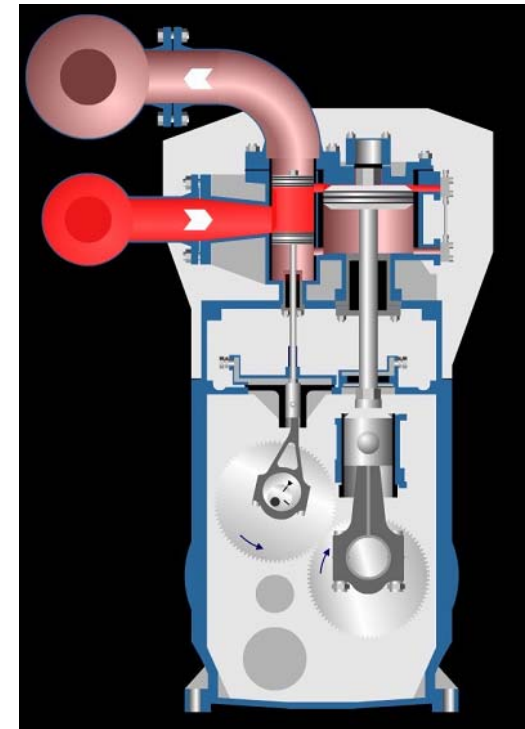
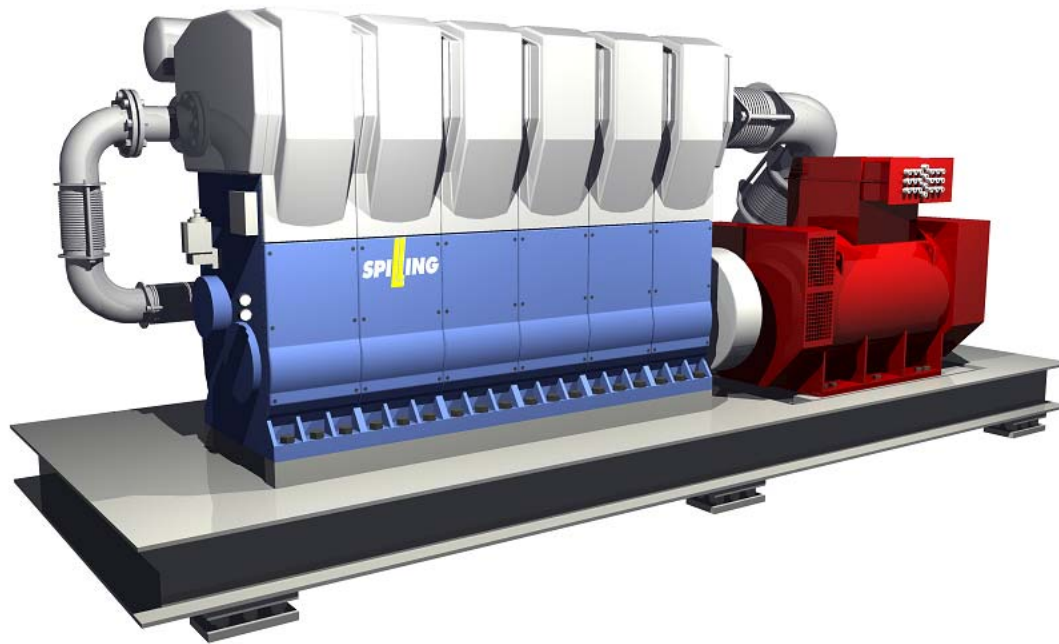
Turbine à vapeur



Moteur à vapeur



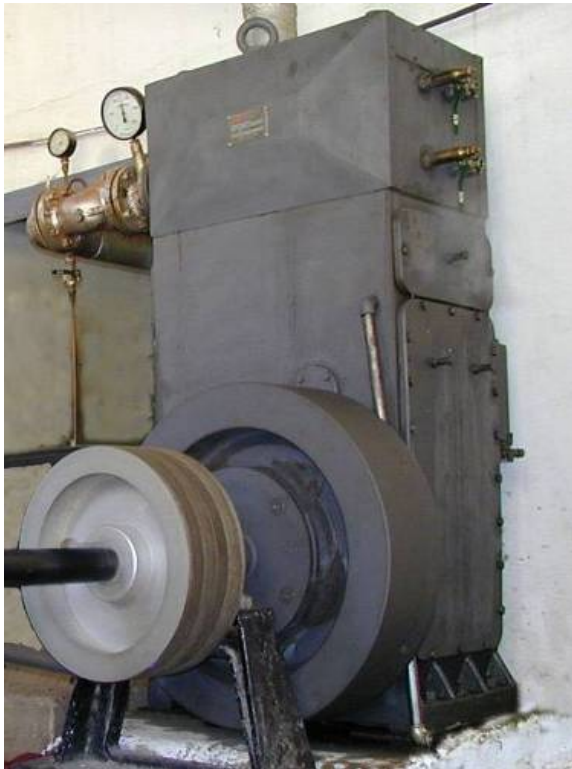
Moteur à vapeur Spilling



Moteur Spilling (100 à 1500 kW)



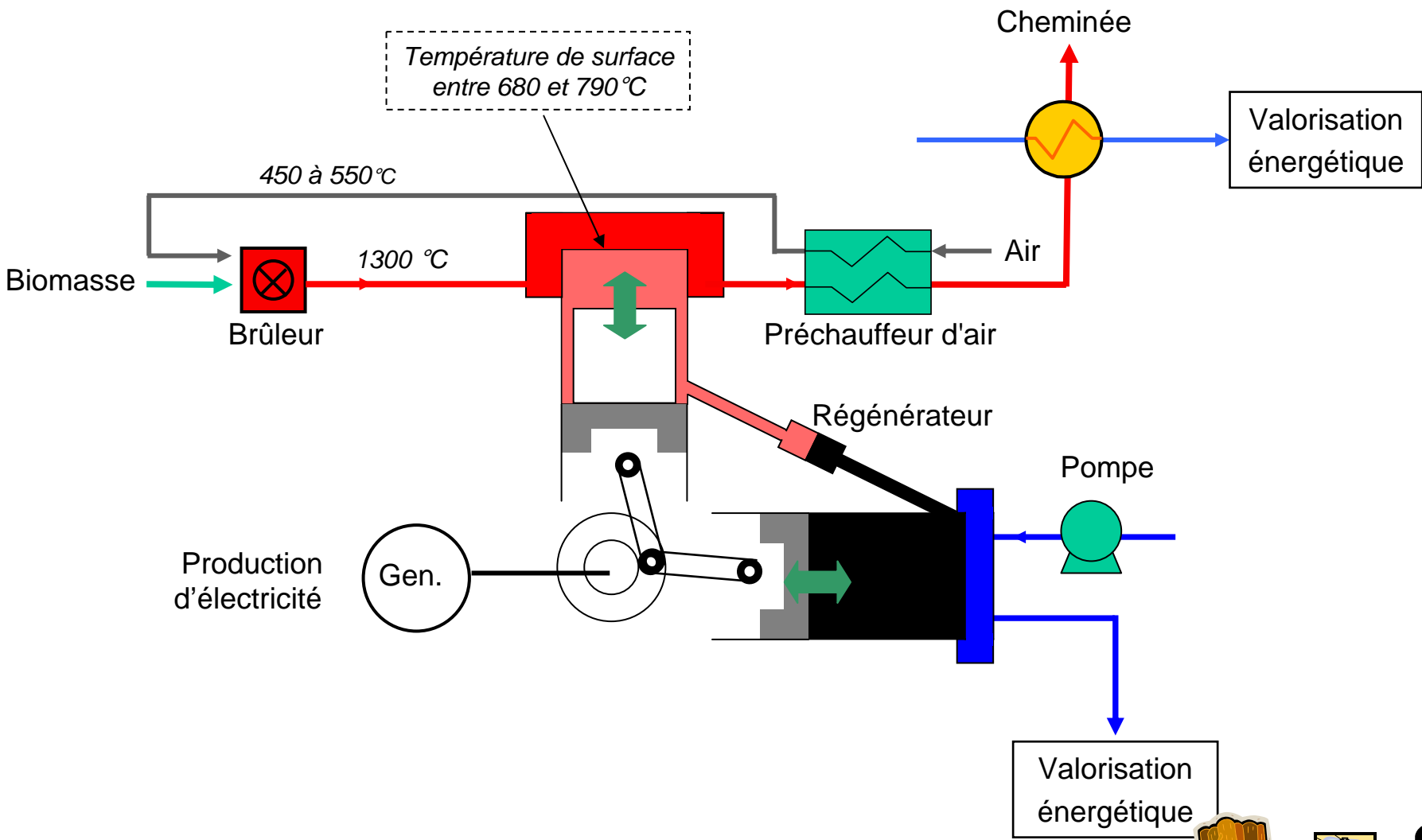
Moteur à vapeur PSI



- Chaudière biomasse à grille fixe
- Moteur à vapeur de 70 kWe
- Technologie adaptée aux pays en voie de développement
- Première unité en fonctionnement à Madagascar

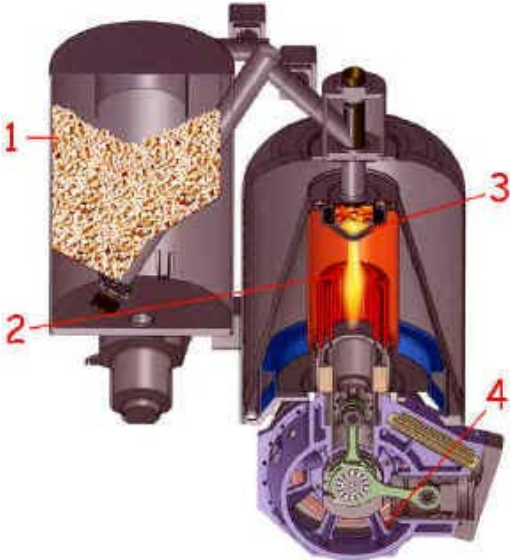


Moteur Stirling



Moteurs Stirling

Sunmachine 3 kWe
(commercialisation stoppée)



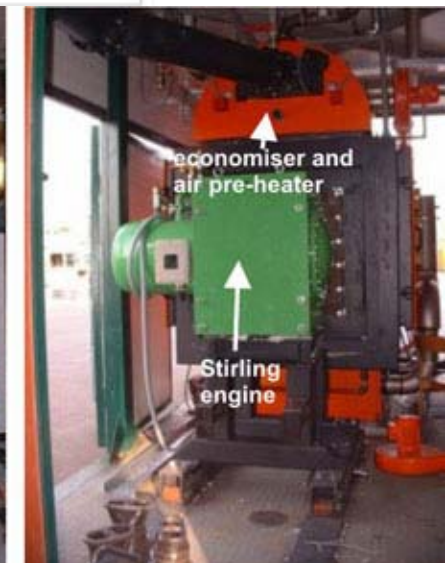
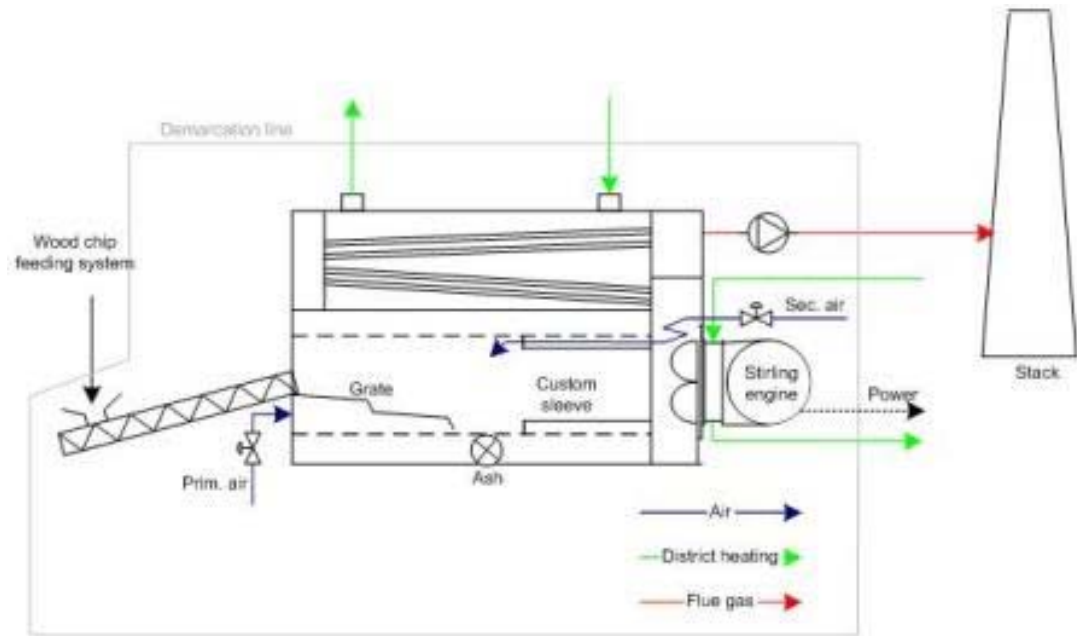
Oköfen et Microgen 1 kWe
(premiers tests en cours)



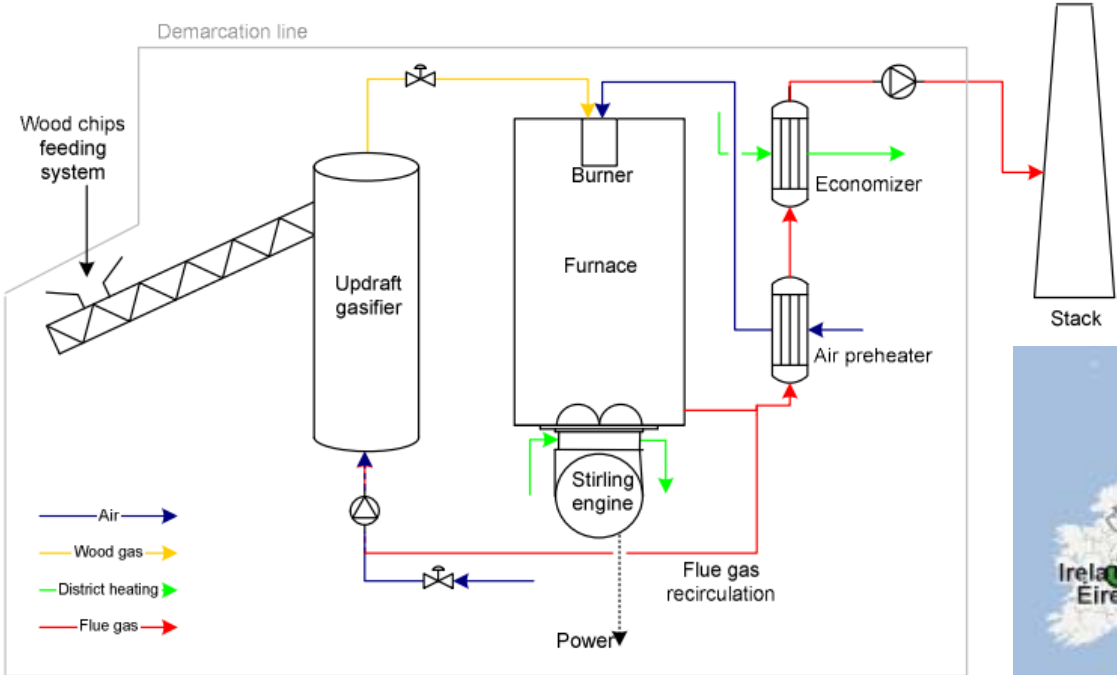
Stirling DK avec chaudière



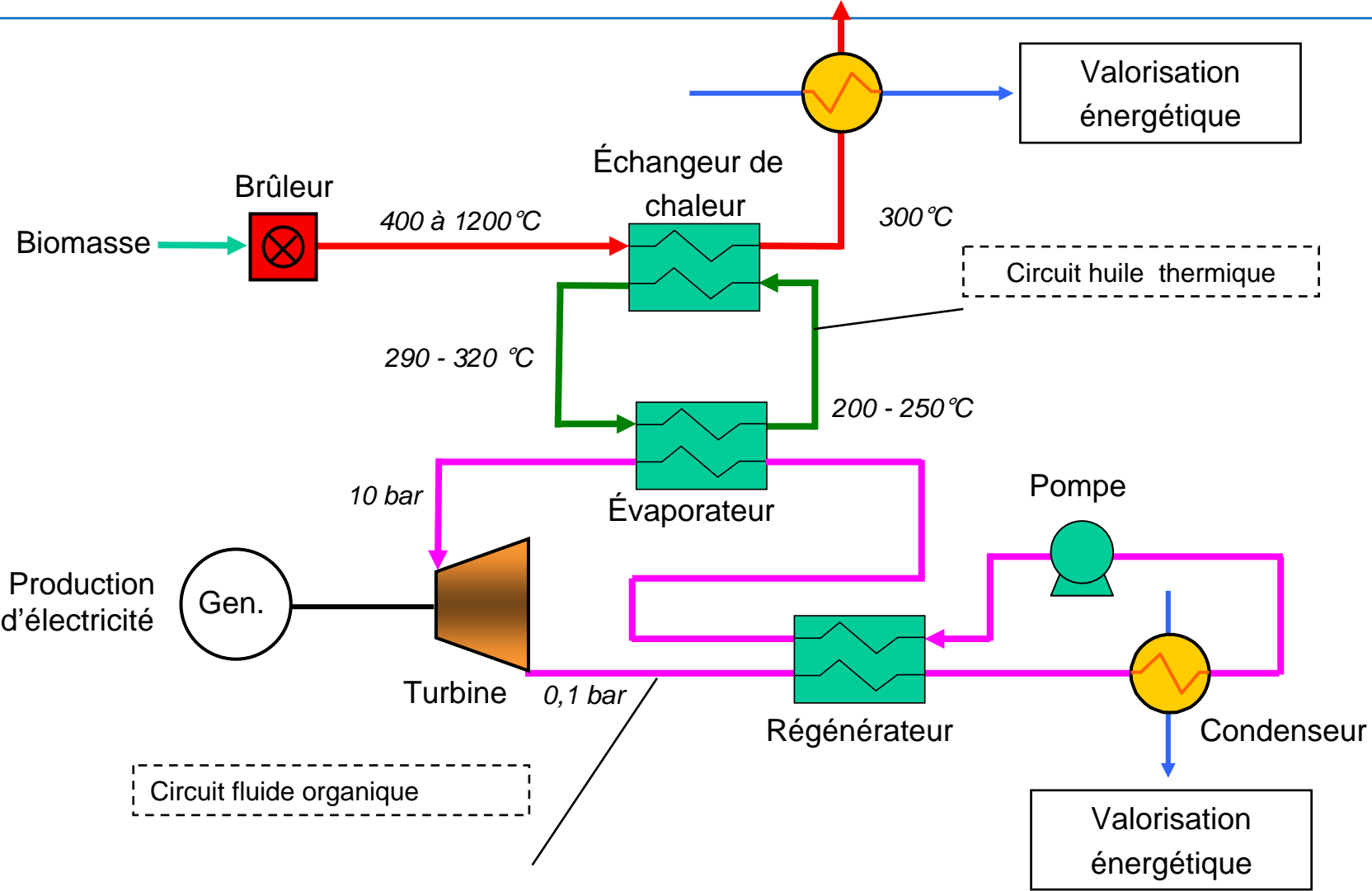
Stirling DK 35 kW



Stirling DK avec gazéifieur



Cycle Organique de Rankine (ORC)

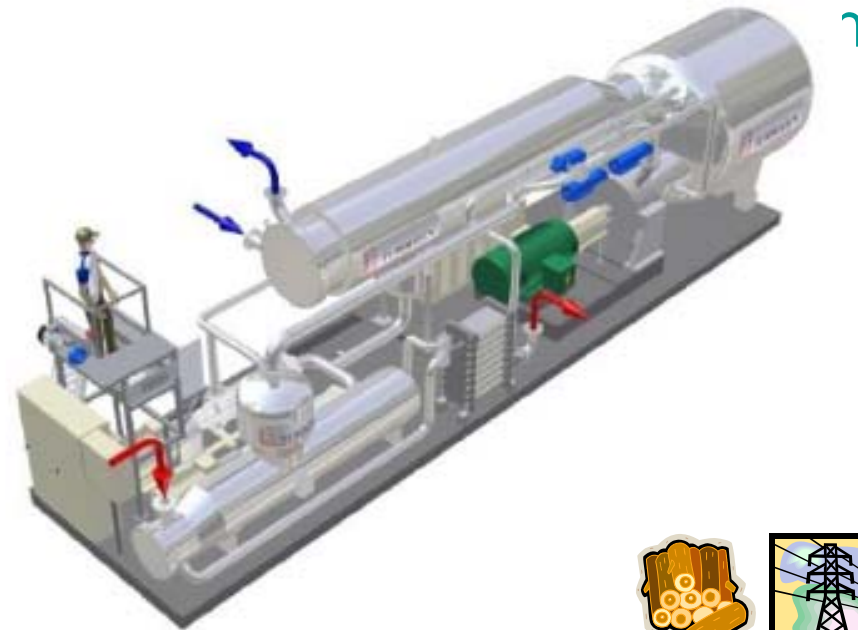


ORC Turboden



Installations ORC Turboden

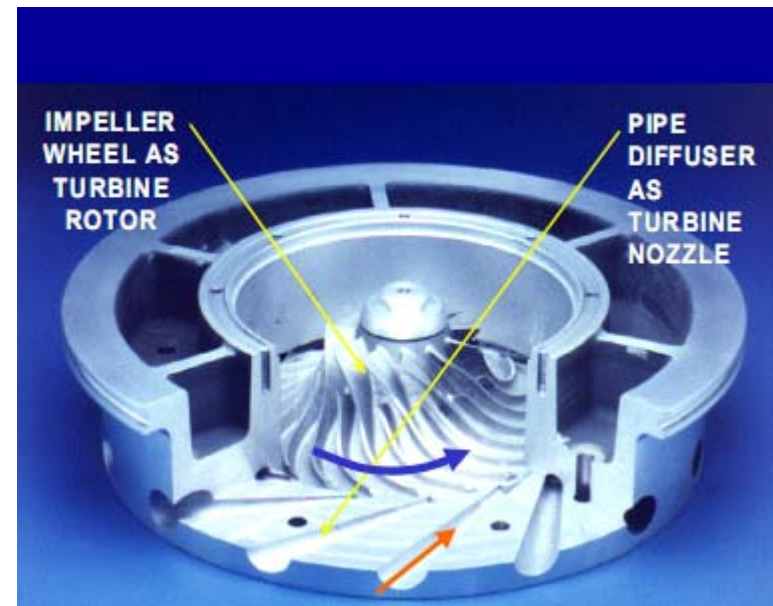
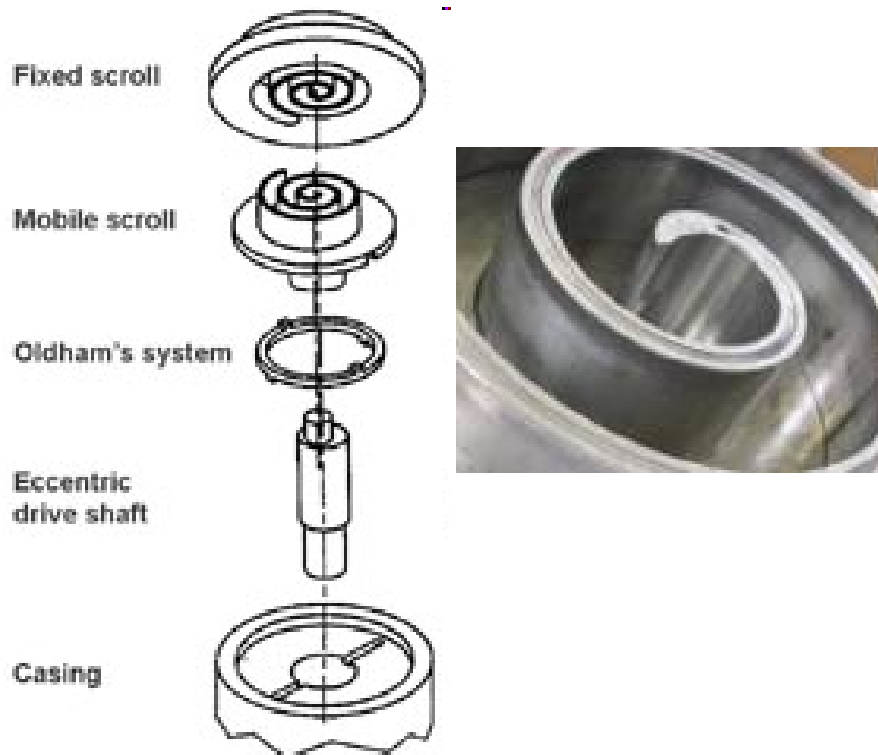
- Puissance :
400 kWe à 2 MWe
- Rendement électrique :
env 12-18 %



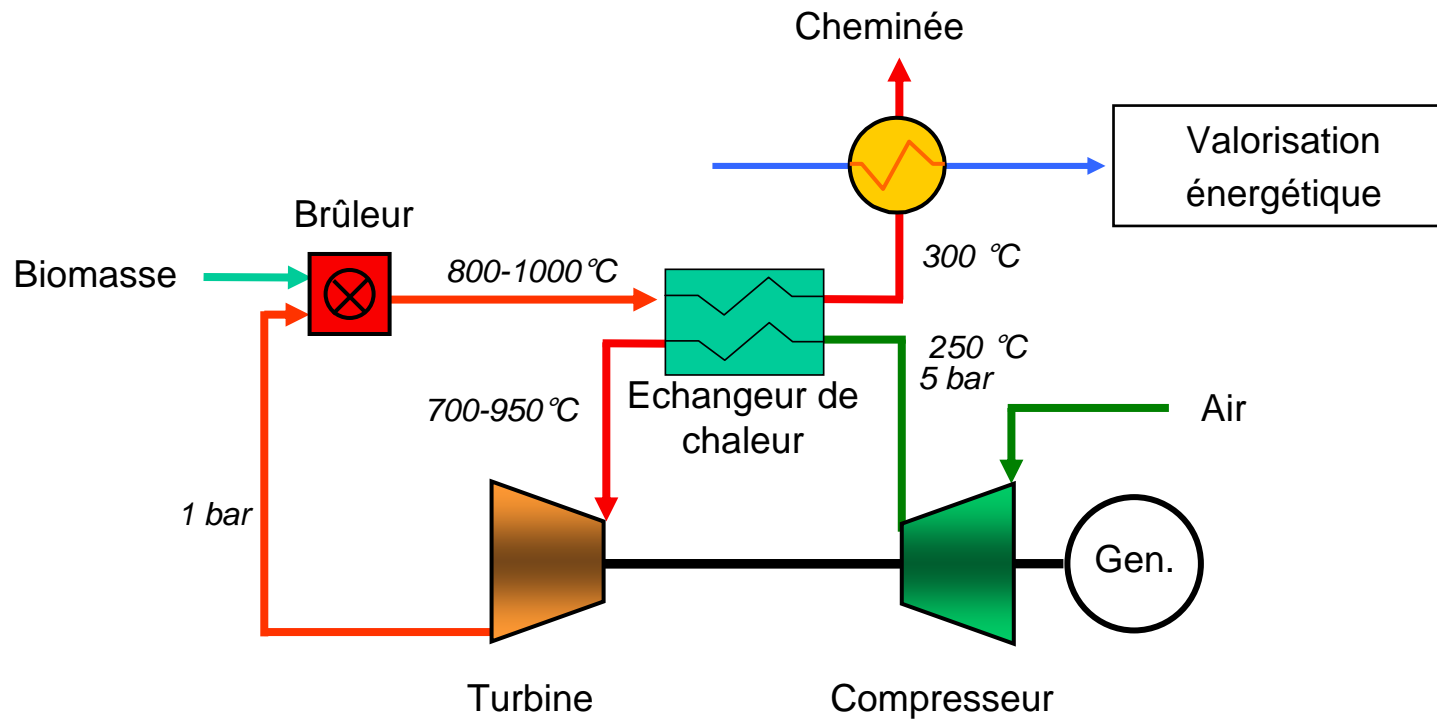
Eneftech et UTC power : ORC avec turbines à coût réduit

Eneftech : compresseur « scroll » utilisé en détente (30 kWe)

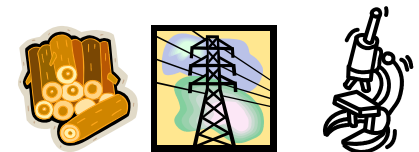
UTC power : compresseur Carrier de climatisation utilisé en détente (200 kWe)

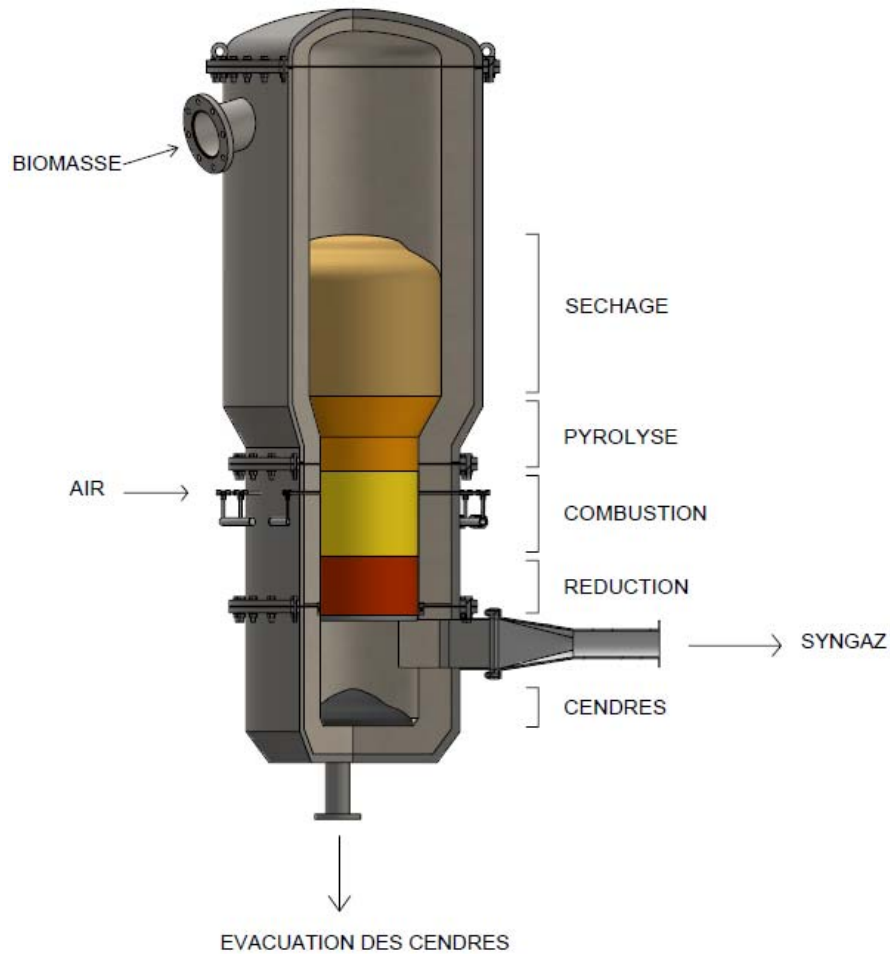


Turbine à air chaud



Procédé COGEBIO





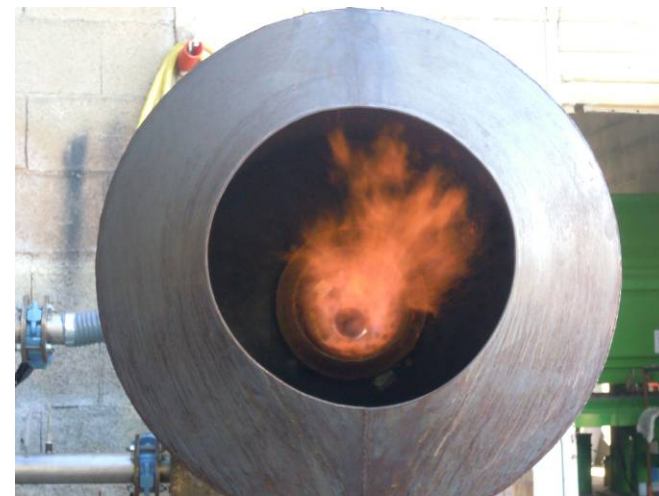
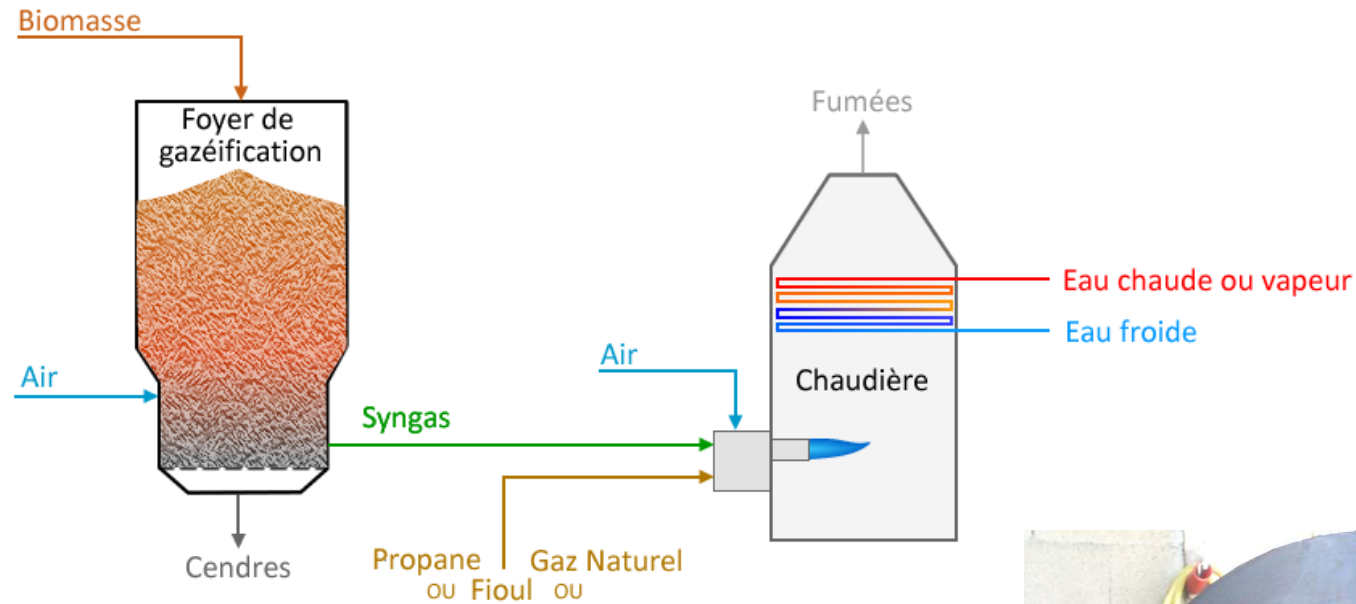
Lit fixe co-courant



Gazéifieur COGEBIO 300 kW



Brûleur bi-combustible



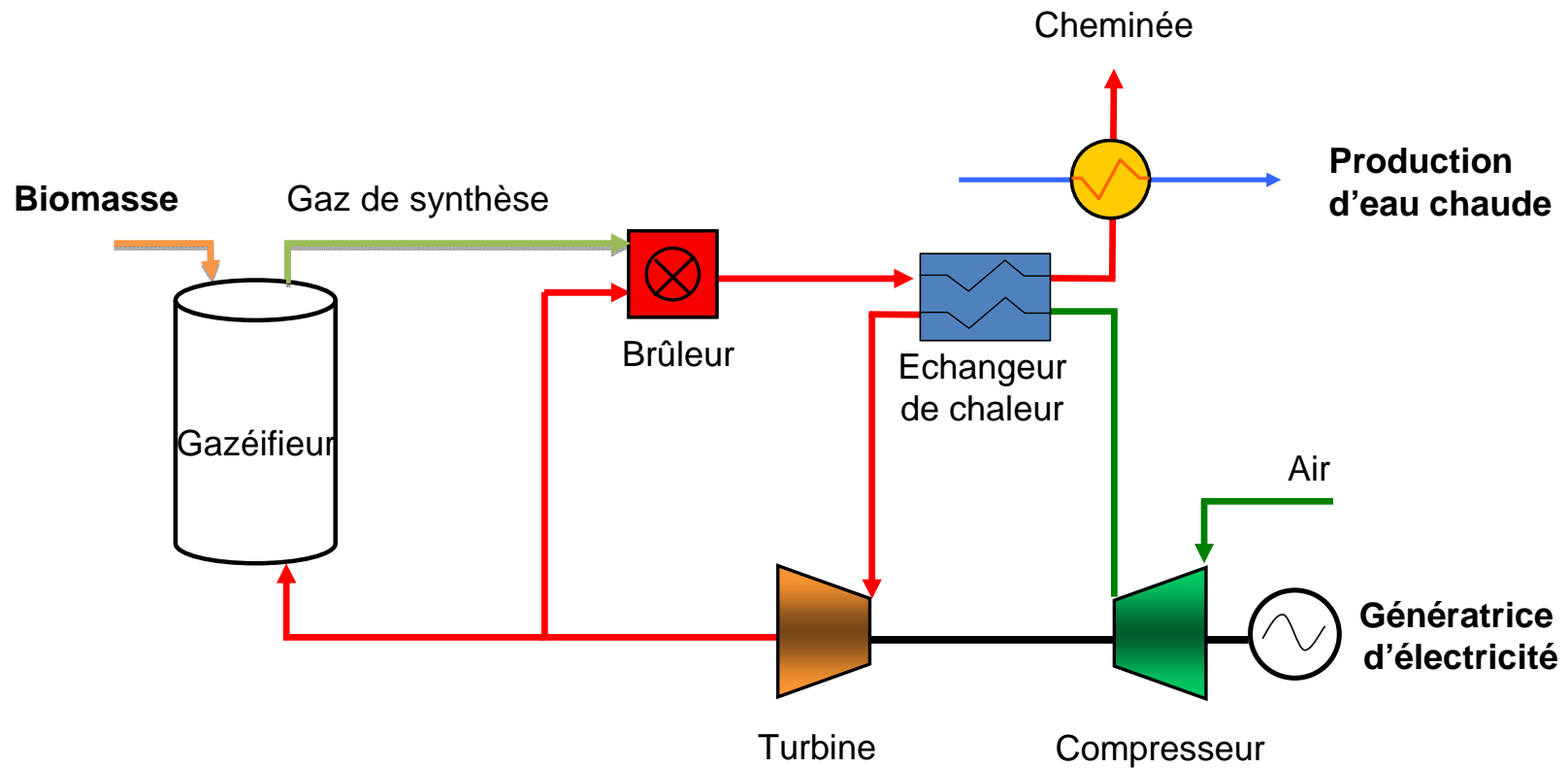
- Gaz de synthèse / Gaz naturel ; GPL ; fioul
- Alimentation en gaz de synthèse à 500°C
- Alimentation possible en air à 500°C

Emissions de polluants

	GASCLEAN mesures APAVE	Projet de réglementation française
CO	14	
NOx	278	450
SOx	27	225
Particules	37	50

Valeurs en mg/Nm³ à 6 % d'O₂

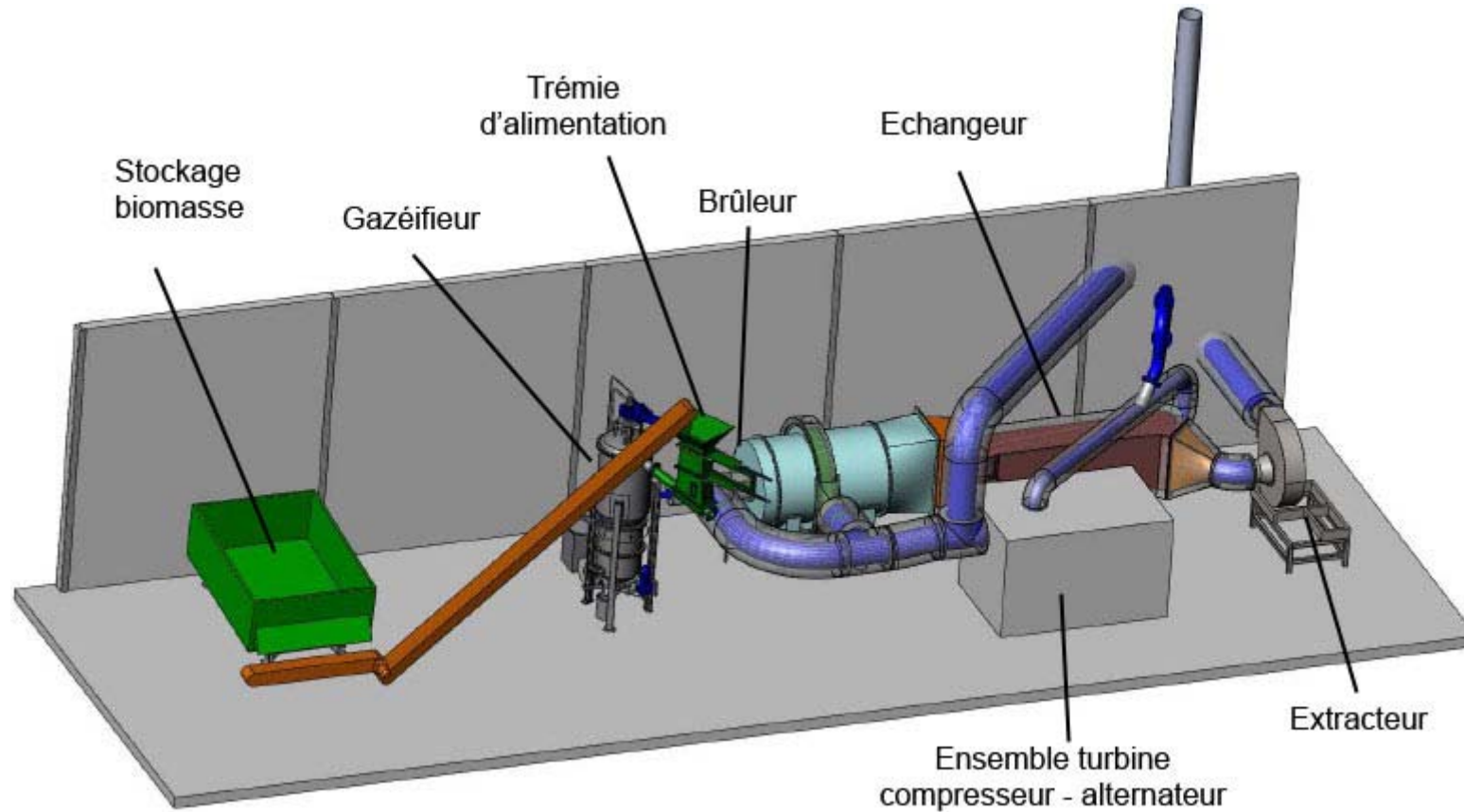
Procédé COGEBIO



Puissance : 50 à 500 kWe

- Pas de procédé de traitement du syngaz
 - Maintenance plus légère
 - Fiabilité accrue
- Chaleur disponible à 500°C
 - Meilleure valorisation de la chaleur produite (vapeur basse pression, séchage par air chaud)
- Valorisation de ressources locales
 - 100 kWe / 300 kWth :
130 kg/h de bois à 30 % d'humidité
soit 3 t/j ou 1000 t/an

Pilote de démonstration 100 kWe





Pilote de démonstration 100 kWe

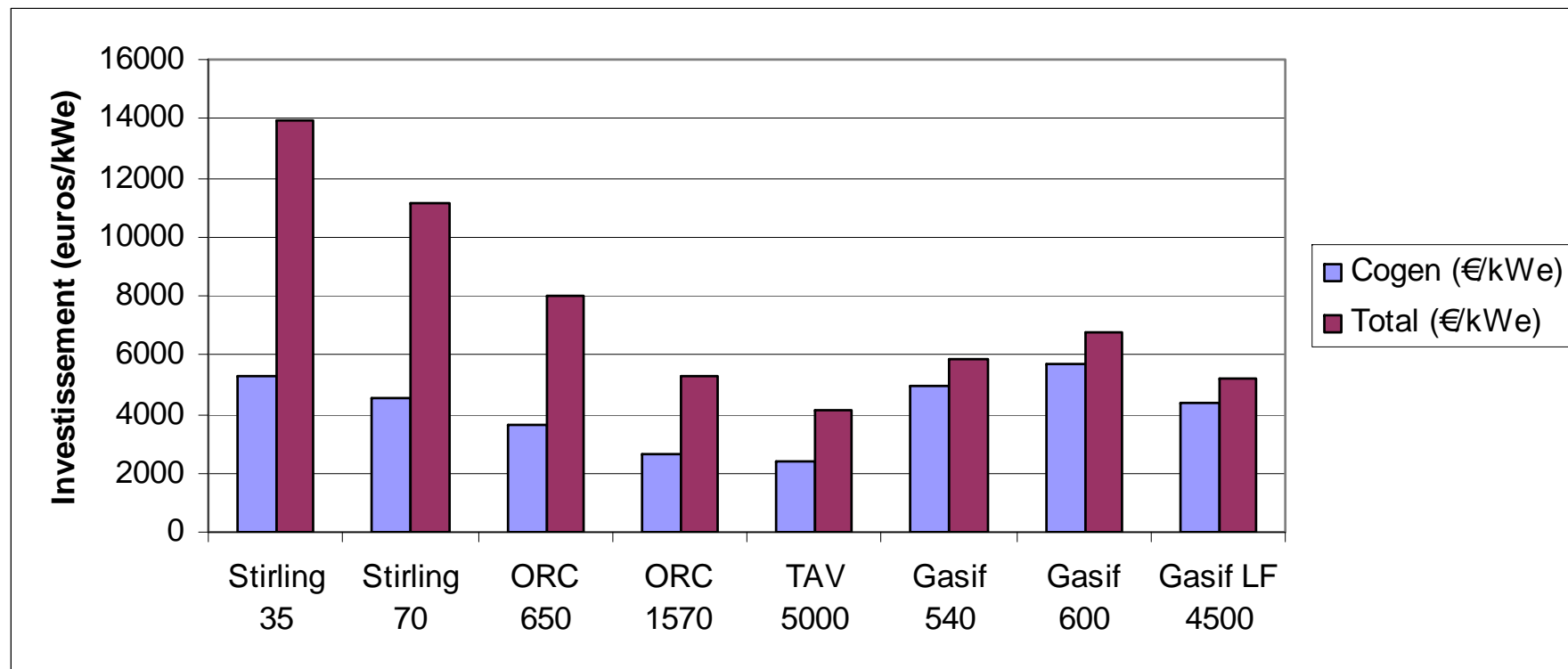


Technologies de production électrique à partir de biomasse solide

Technologie	Gamme de puissance	Rendement
Turbine à vapeur	> 500 kWe	6 à 25 %
Moteur à vapeur	20 kWe à 1,5 MWe	8 à 15 %
Cycle de Rankine à fluide organique (ORC)	5 kWe à 2 MWe	8 à 17 %
Moteur Stirling	1 kWe à 35 kWe	7 à 15 %
Gazéifieur + moteur	10 kWe à 5 MWe	20 à 25 %
Turbine à air chaud	50 kWe à 1 MWe	20 à 30 %

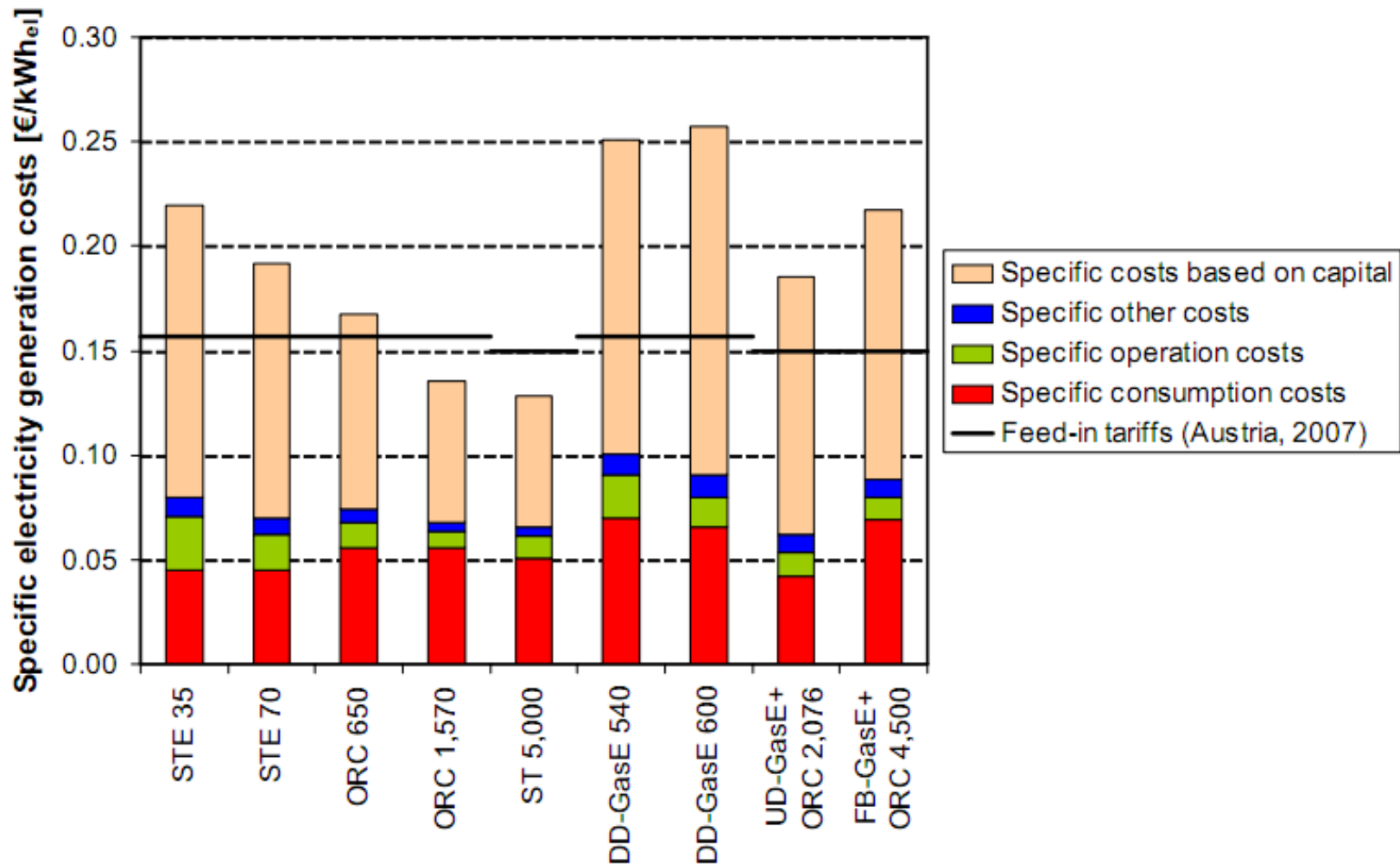


Investissements : production électrique à partir de biomasse solide



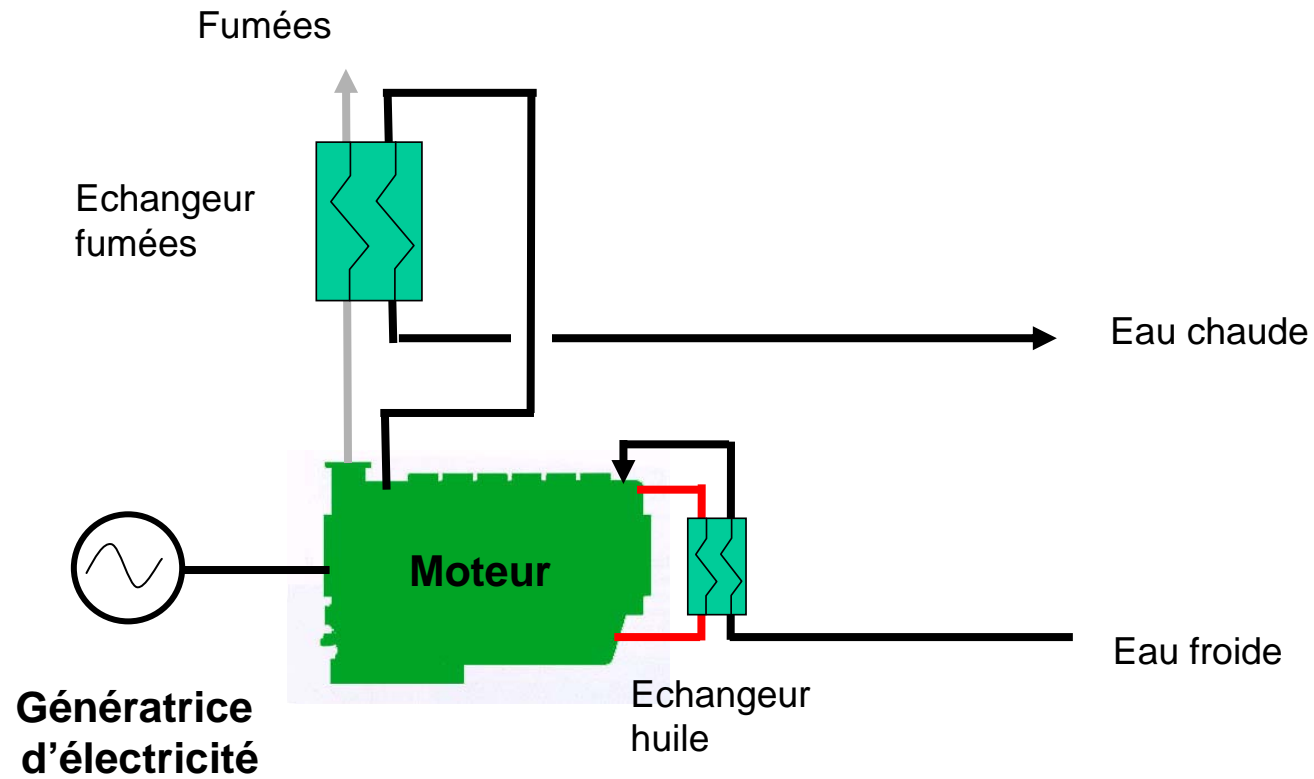
En bleu : investissements pour la partie production électrique
En violet : investissements globaux (génie civil inclus)

Coût de production de l'électricité à partir de biomasse solide





Cogénération avec moteur à huile végétale



Modules COGENGREEN

- Une gamme de produits allant de 8 à 340 kW électrique à l'huile végétale



- Refuge du goutier
Module de 20 kWe
- Vaulx en Velin
Module de 30 kWe





Moteur à explosion pour la méthanisation ou les huiles végétales

- Méthanisation + moteur
 - Gamme de puissance : 40 - 2100 kW (en France)
 - Rendement électrique : 32 – 42 %
 - Investissement : 5000 – 10000 €/kWe

- Moteur à huile végétale
 - Gamme de puissance : 8 – 340 kWe
 - Rendement électrique : 28 – 42 %
 - Investissement : 1000 – 5000 €/kWe



Merci pour votre attention !

Etienne Lebas
COGEBIO

Mars 2013