



# Cogénération biomasse par turbine à air chaud

Etienne Lebas  
5 décembre 2011

# Historique

---

Fusion des sociétés ECOREN et LRCB Développement en mai 2011



Bureau d'étude bois-énergie  
Essaimage d'IFP Energies Nouvelles  
Créé en janvier 2009

**Procédé de turbine à air chaud  
breveté par Etienne Lebas**



Bureau d'étude et d'ingénierie  
Pyrolyse et gazéification de la biomasse  
Créé en mai 2008

**Gazéifieur co-courant développé  
par Louis Rousseau**



**Procédé COGEBIO**



# Equipe

---

- Etienne LEBAS
  - Docteur-ingénieur en Génie des Procédés
  - 15 ans de R&D pour IFP Energies Nouvelles
  - Combustion propre, capture du CO<sub>2</sub>, conversion de la biomasse
  
- Christian BEDROSSIAN
  - Ancien dirigeant d'une chaudronnerie
  - Développement du procédé de carbonisation CML avec le CIRAD
  - 8 usines en France, 2 en Chine
  
- Louis ROUSSEAU
  - Inventeur de procédés de pyrolyse et de gazéification
  - Expert en thermique industrielle
  
- 8 salariés au 01/12/11

# Produit : module de cogénération biomasse



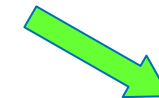
**Biomasse**



**Module COGEBIO**



**Chauffage**

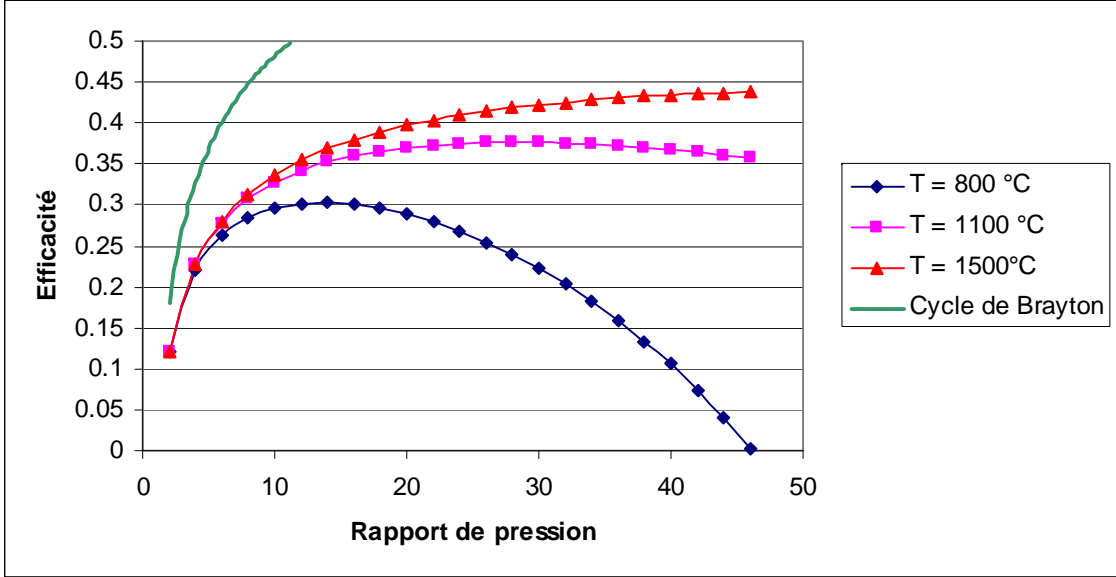
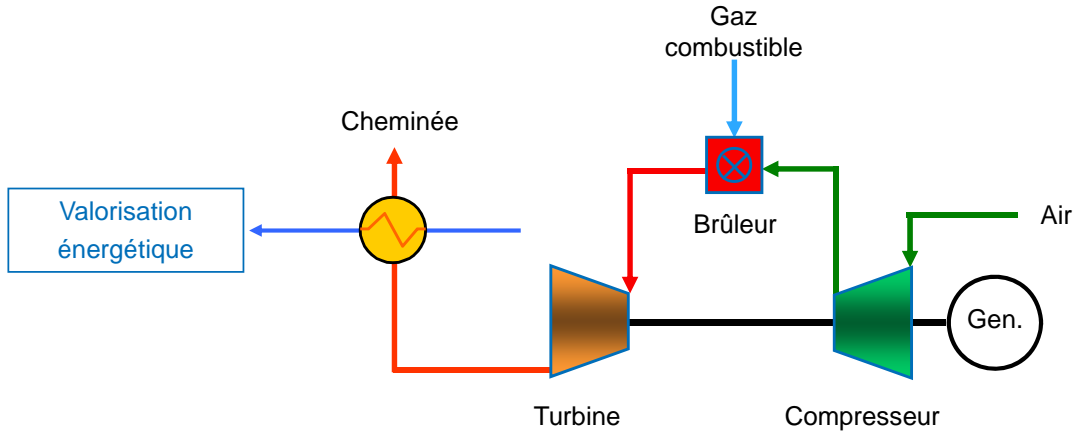


**Electricité verte**

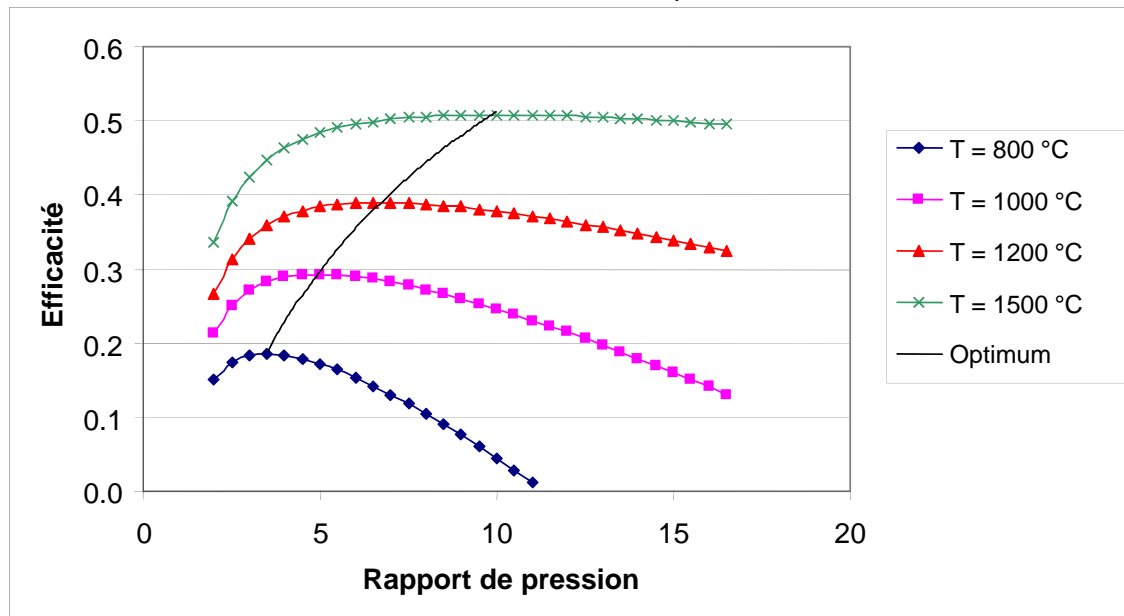
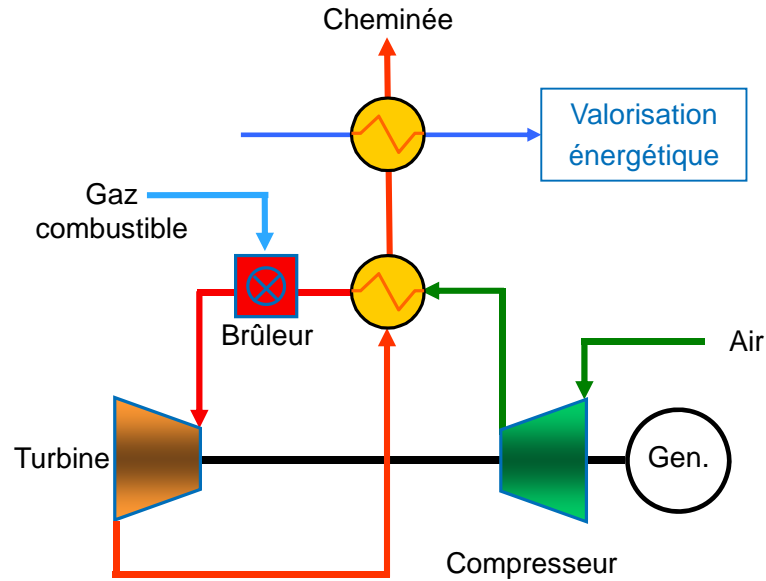
Puissance : 50 à 500 kWe

100 kWe correspond à environ :  
-100 logements individuels, ou  
-15000 m<sup>2</sup> de locaux industriels

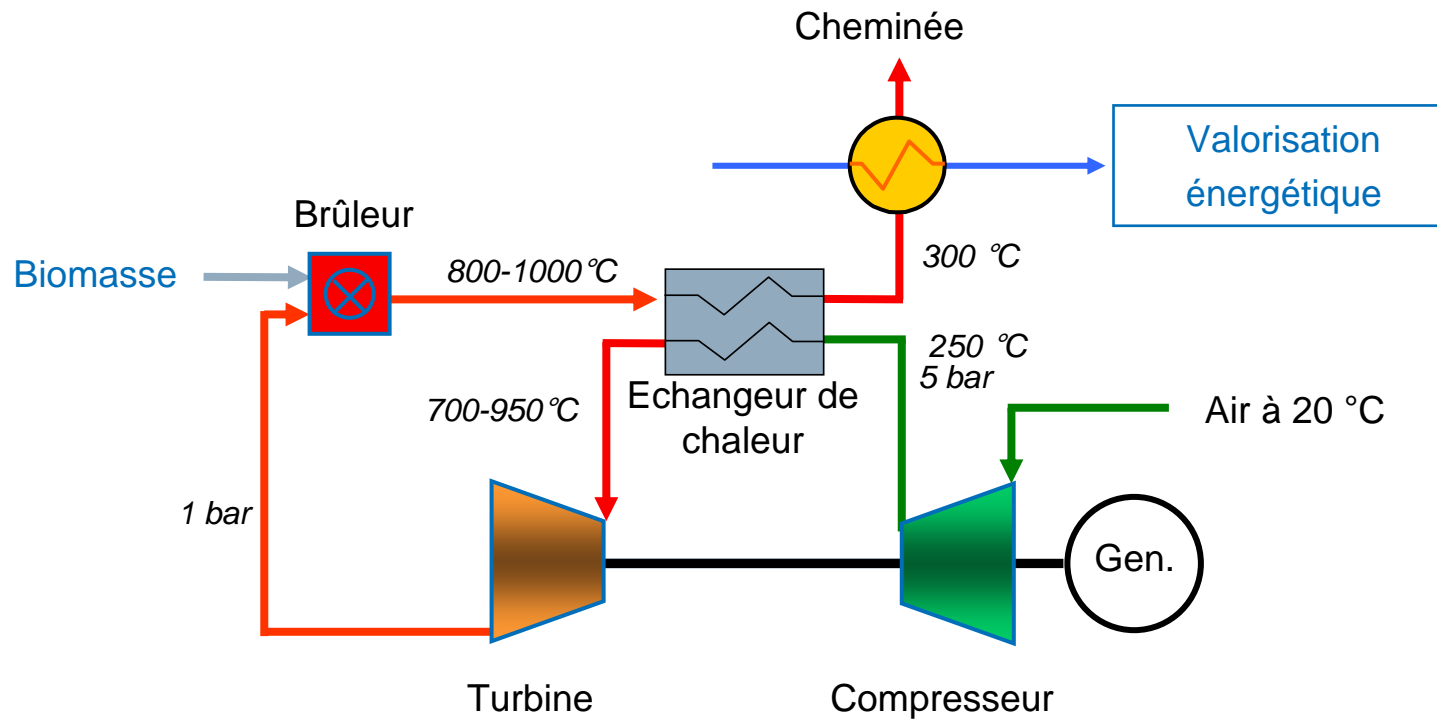
# Turbine à gaz : cycle de Brayton



# Cycle « à récupération »

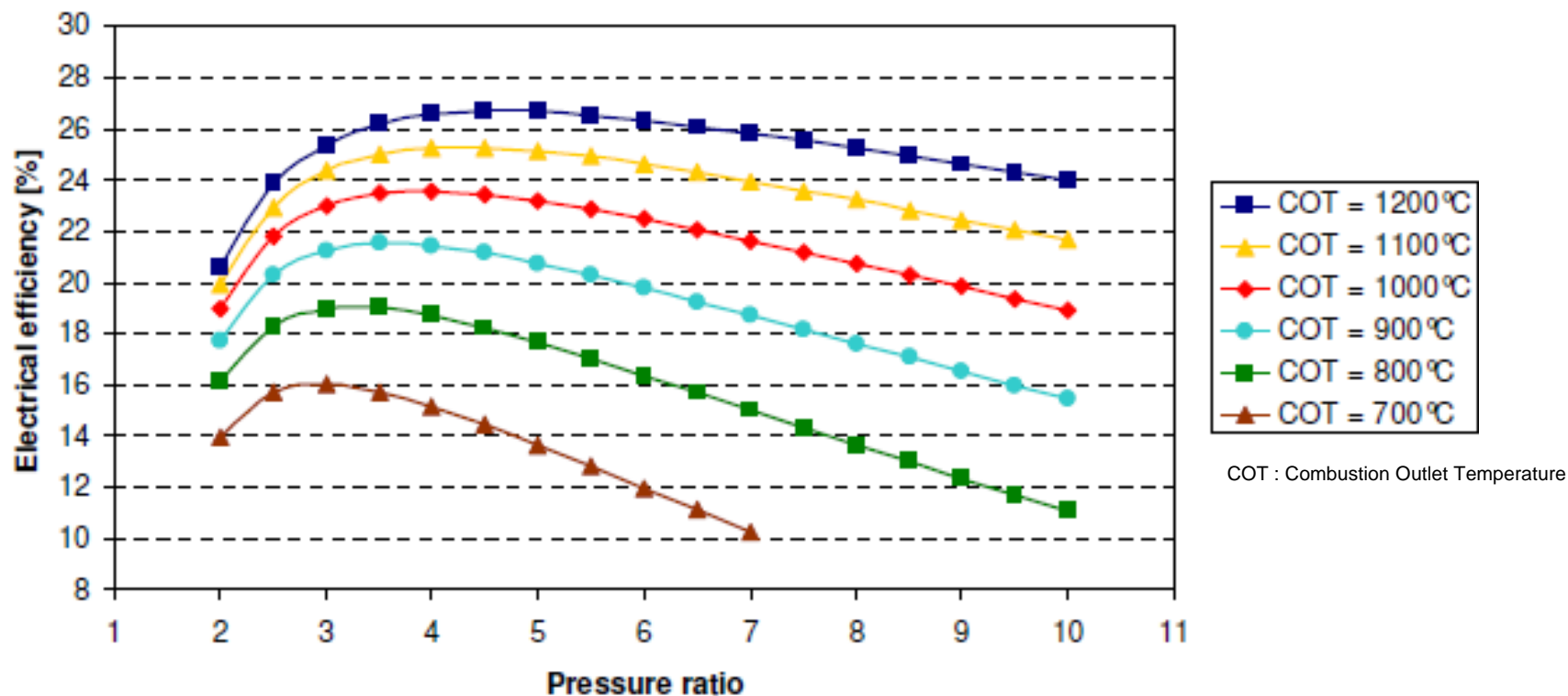


# Turbine à air chaud



## Procédé COGEBIO

# Rendement du cycle de turbine à air chaud



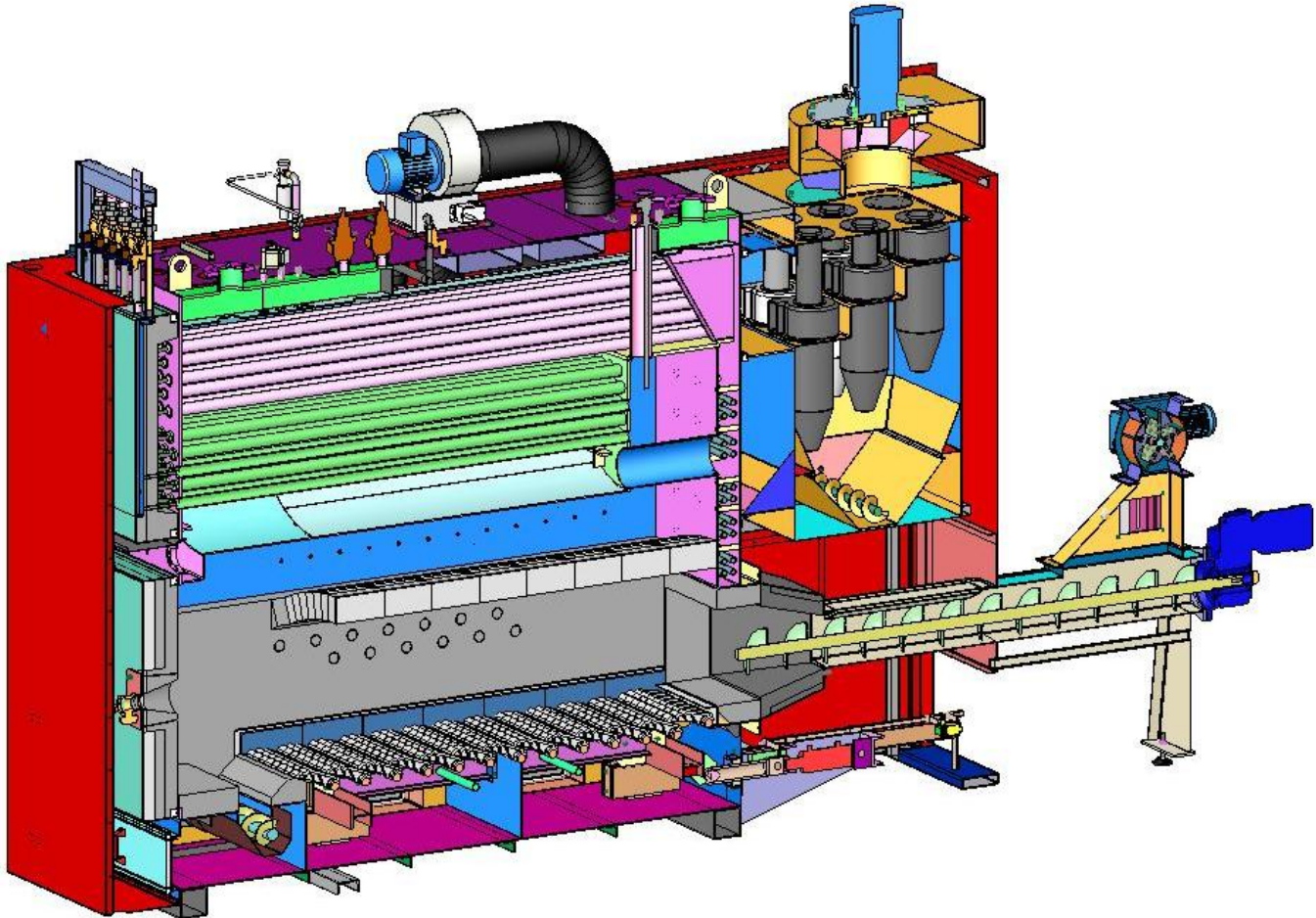


# Procédé COGEBIO

---

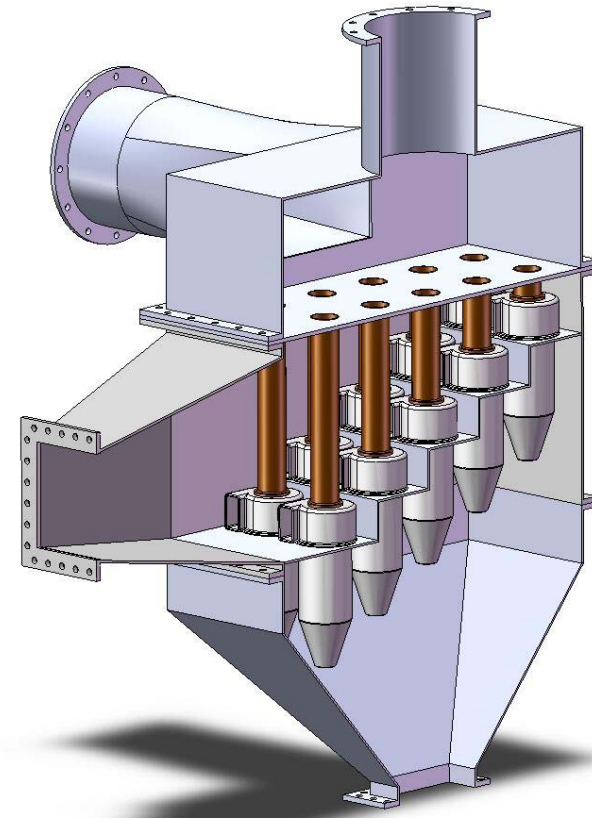
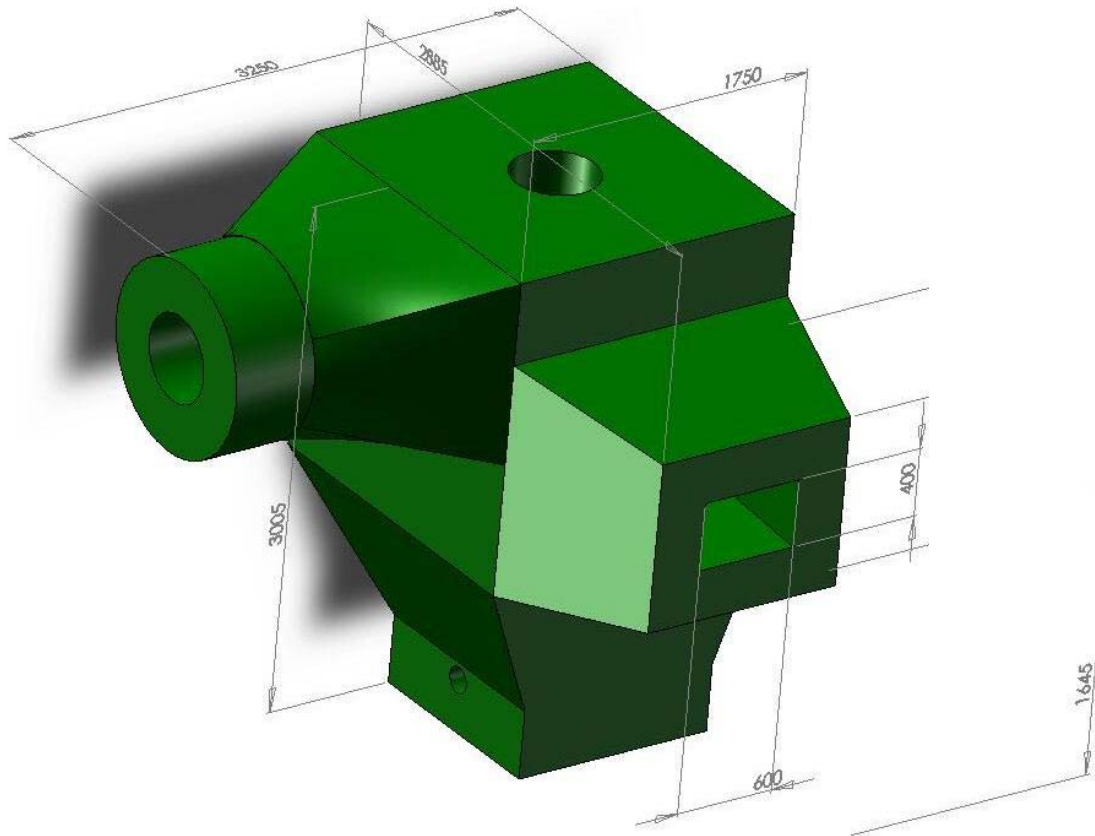
- Paramètres affectant le rendement électrique
  - Température de l'air entrée turbine
  - Température des fumées entrée échangeur
  - Température des fumées sortie échangeur
  - Pression haute du cycle
  - Pertes de charges
  
- Performances recherchées
  - Pression haute : 2,5 à 4,5 bar
  - Température de l'air entrée turbine :  $> 750^{\circ}\text{C}$
  - Température des fumées entrée échangeur :  $> 850^{\circ}\text{C}$
  - Température des fumées sortie échangeur :  $< 350^{\circ}\text{C}$
  - Perte de charge minimale

# Combustion de la biomasse

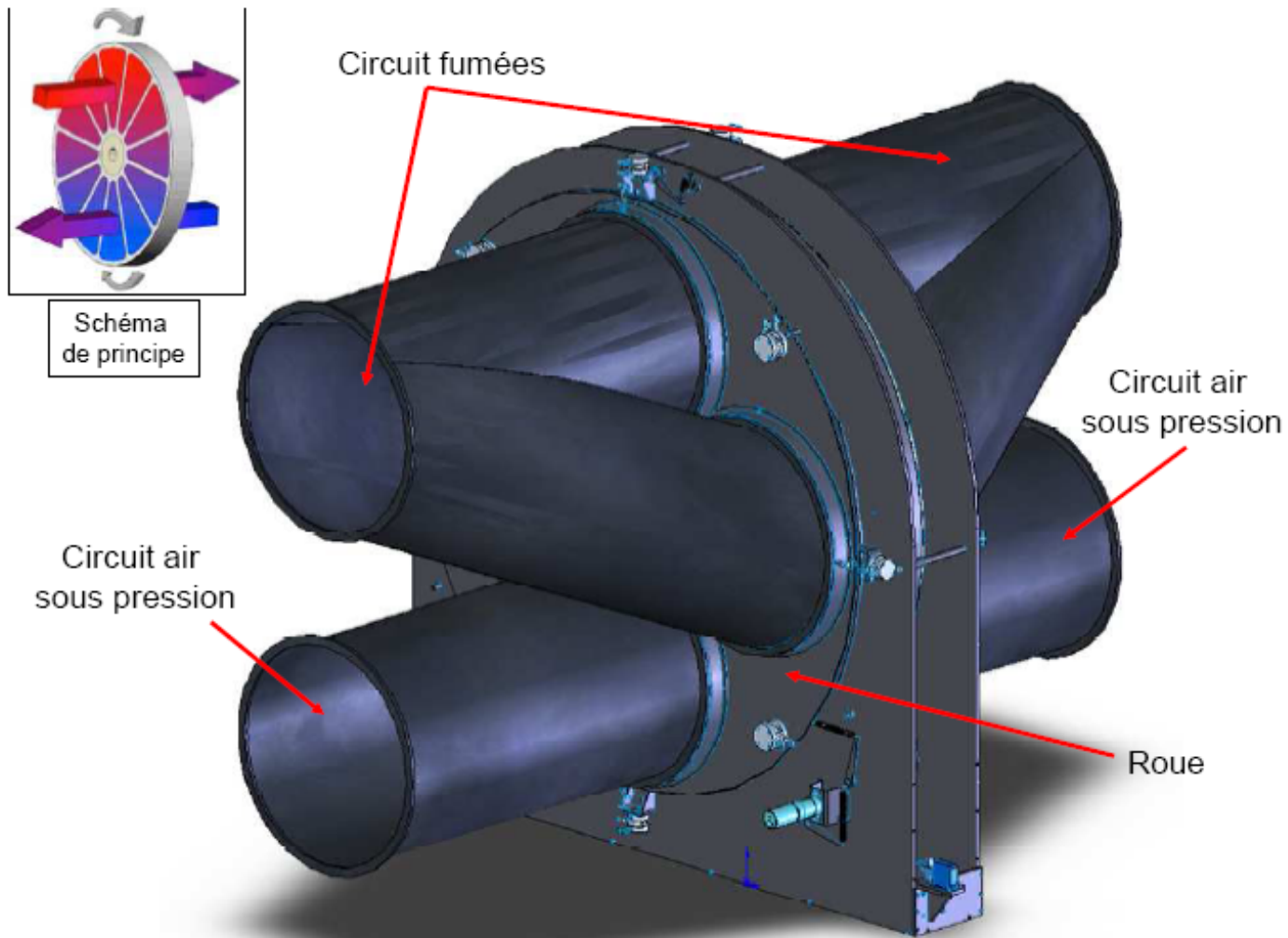


Chaudière à grille

# Multicyclone haute température (1000°C)

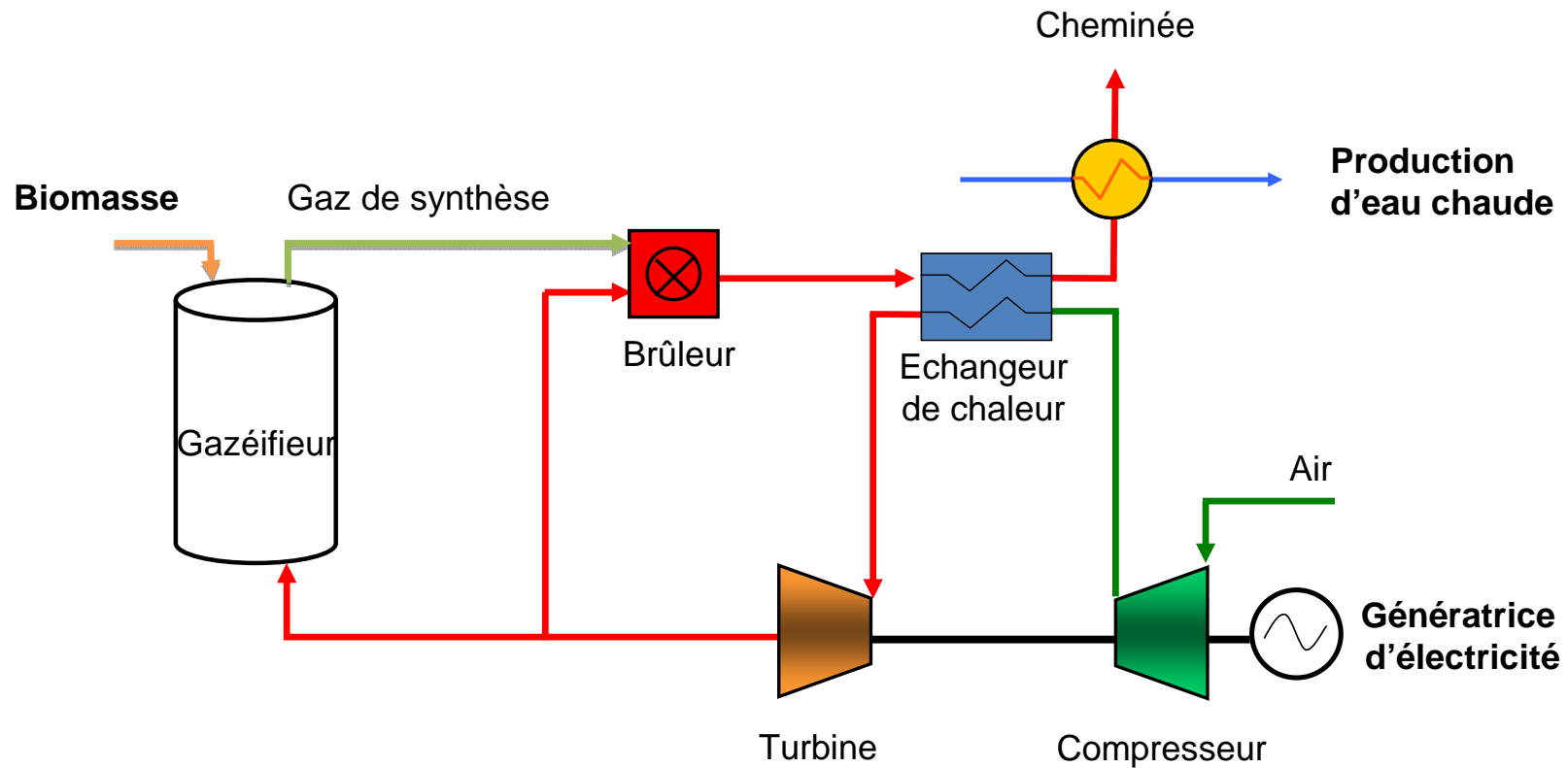


# Echangeur céramique rotatif haute température



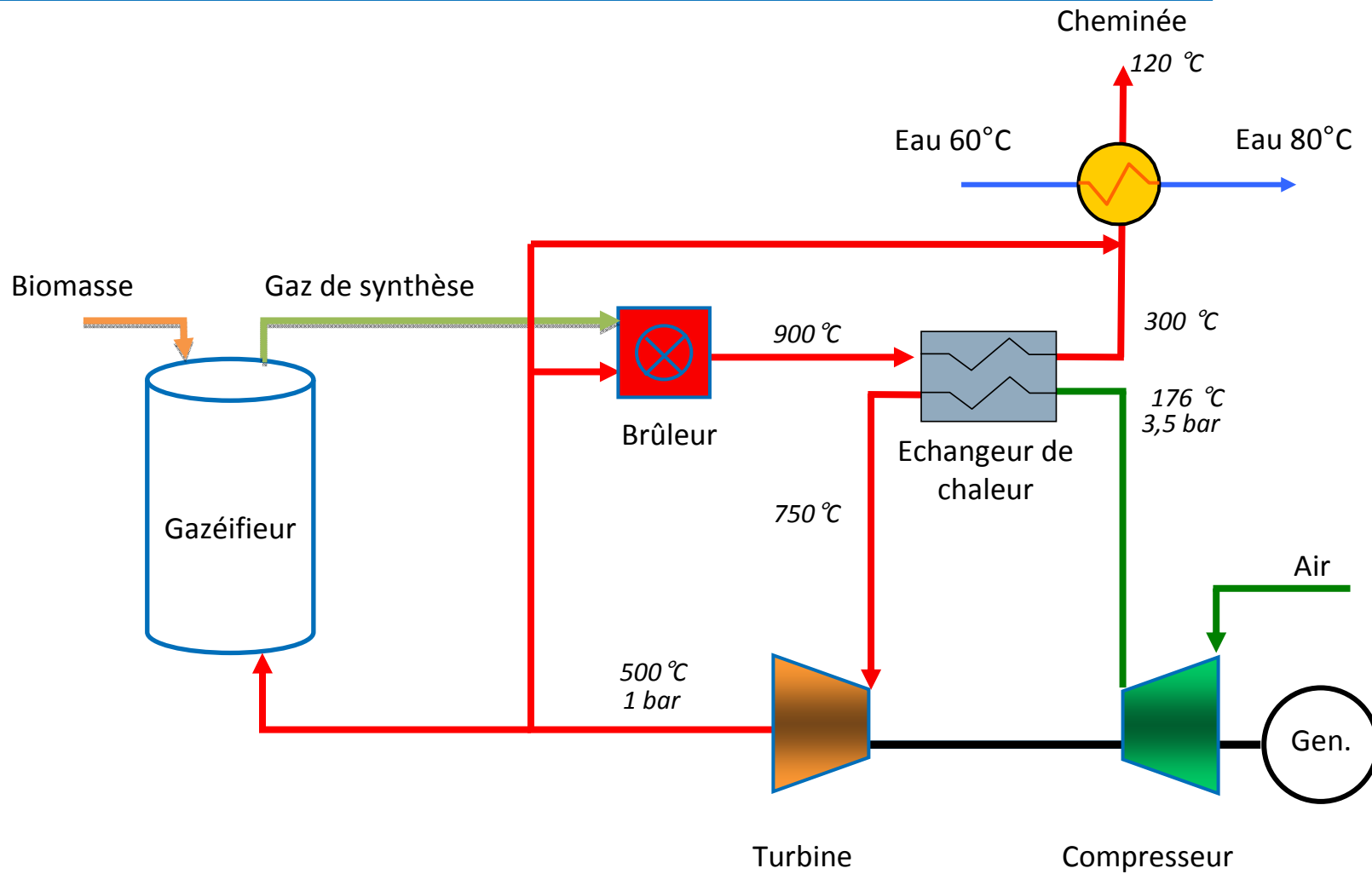
# COGEBIO

## Mise en œuvre d'un gazéifieur



# COGEBIO

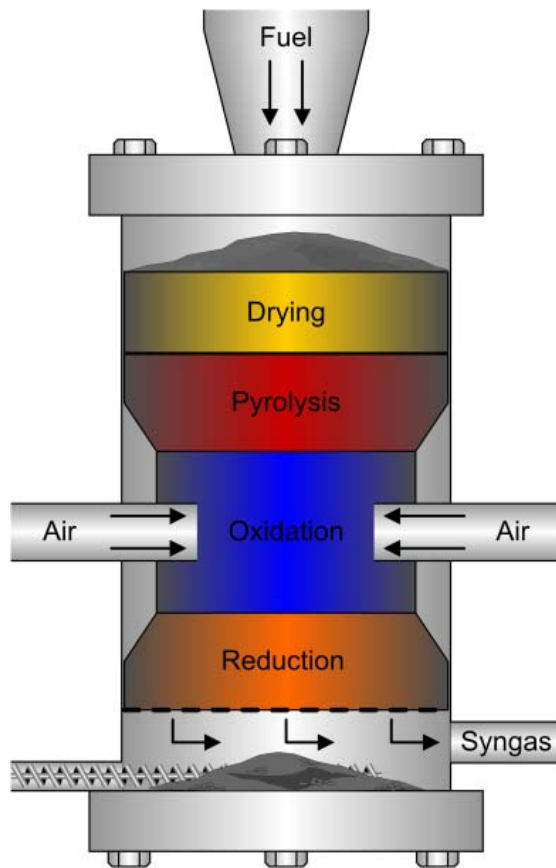
## Températures et pressions



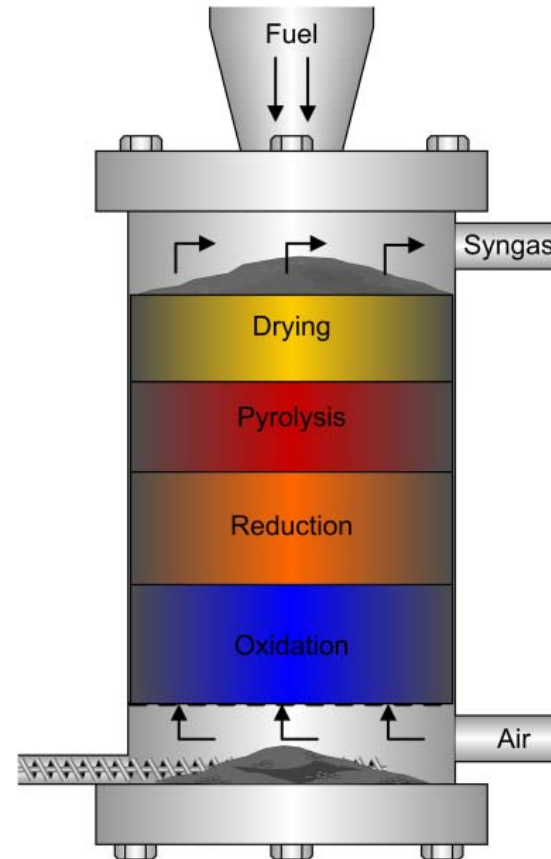
# Gazogène 1930-1950



# Principe du gazéifieur



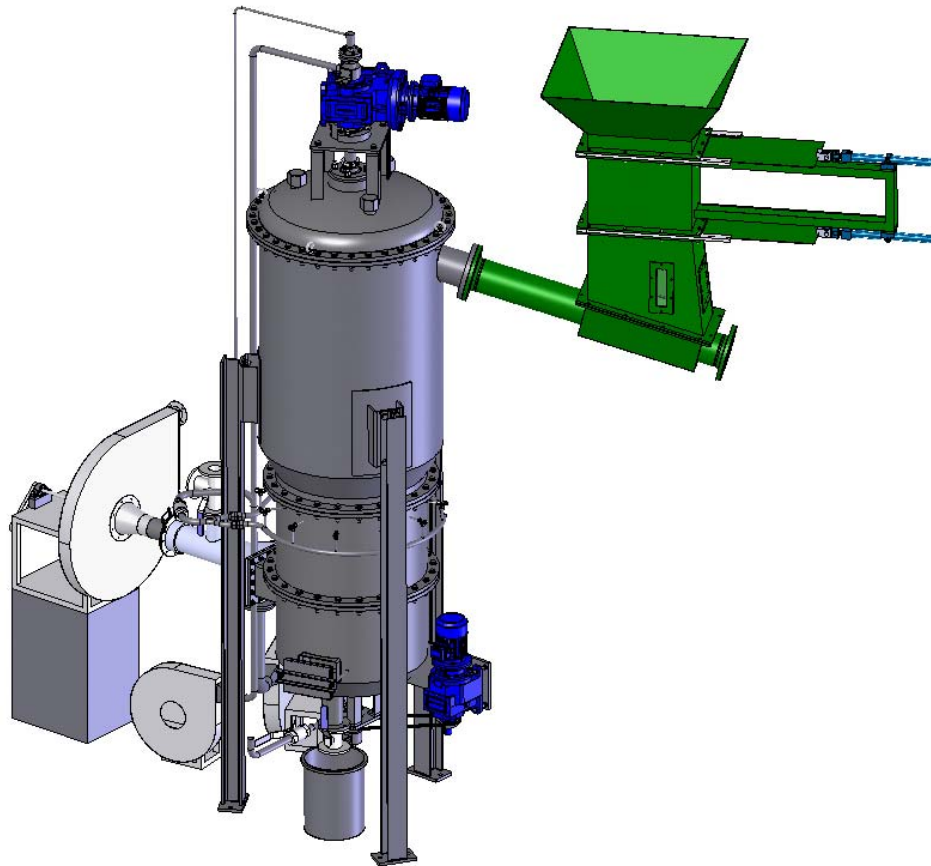
Lit fixe co-courant



Lit fixe contre-courant

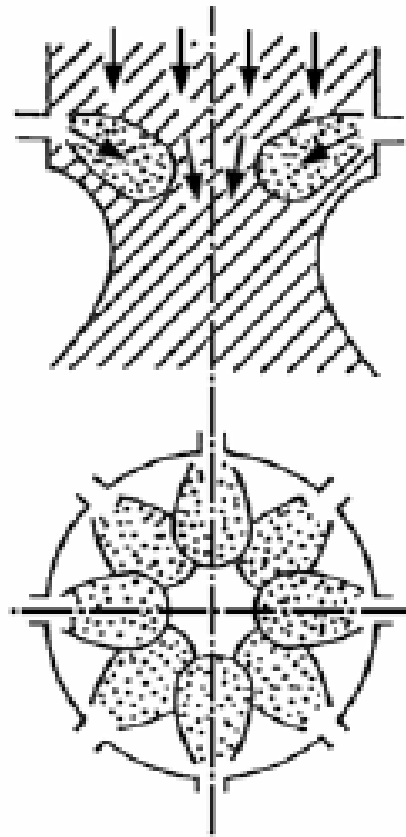


# Gazéifieur Gasclean



H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO	CO <sub>2</sub>
14,18%	0,89%	46,61%	1,77%	21,03%	7,28%

Composition molaire du gaz de synthèse



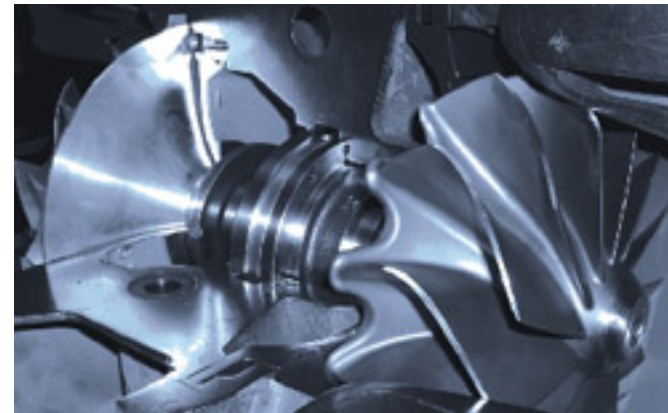
Réacteur	Contre courant	Co courant	LFB	LFC	LFD	Flux forcé
Plage de puissance (MW)	2 à 30	< 2	5 à 25	10 à 100	10 à 100	> 50
Stade de développement	Commercial	Commercial	Commercial	Commercial	Démo	Démo
Granulométrie du combustible (mm)	5 à 100	20 à 100	< 50	< 20	< 20	< 1
Humidité du combustible	< 60%	< 25%	10 à 55%	5 à 60%	5 à 60%	< 15%
Variabilité du combustible	Pas sensible	Très sensible	Peu sensible	Peu sensible	Peu sensible	Très sensible
Agent de gazéification	Air Air/vapeur	Air Air/vapeur	Air, O <sub>2</sub> Air/vapeur O <sub>2</sub> /vapeur	Air, O <sub>2</sub> Air/vapeur O <sub>2</sub> /vapeur	O <sub>2</sub> , Vapeur	O <sub>2</sub> , Vapeur
Teneur en goudrons (g/Nm <sup>3</sup> )	30 à 150	0,015 à 3	1 à 23	1 à 30	1 à 30	<0,1
Teneur en particules (g/Nm <sup>3</sup> )	0,1 à 3	0,01 à 10	1 à 100	8 à 100	8 à 100	Forte
Application	Petites puissances Chaleur et cogénération décentralisée		Moyennes à grandes puissances Chaleur et cogénération centralisée Production de biocarburants et d'H <sub>2</sub>			Grandes puissances Production des biocarburants et d'H <sub>2</sub>

# Pilote de démonstration

---

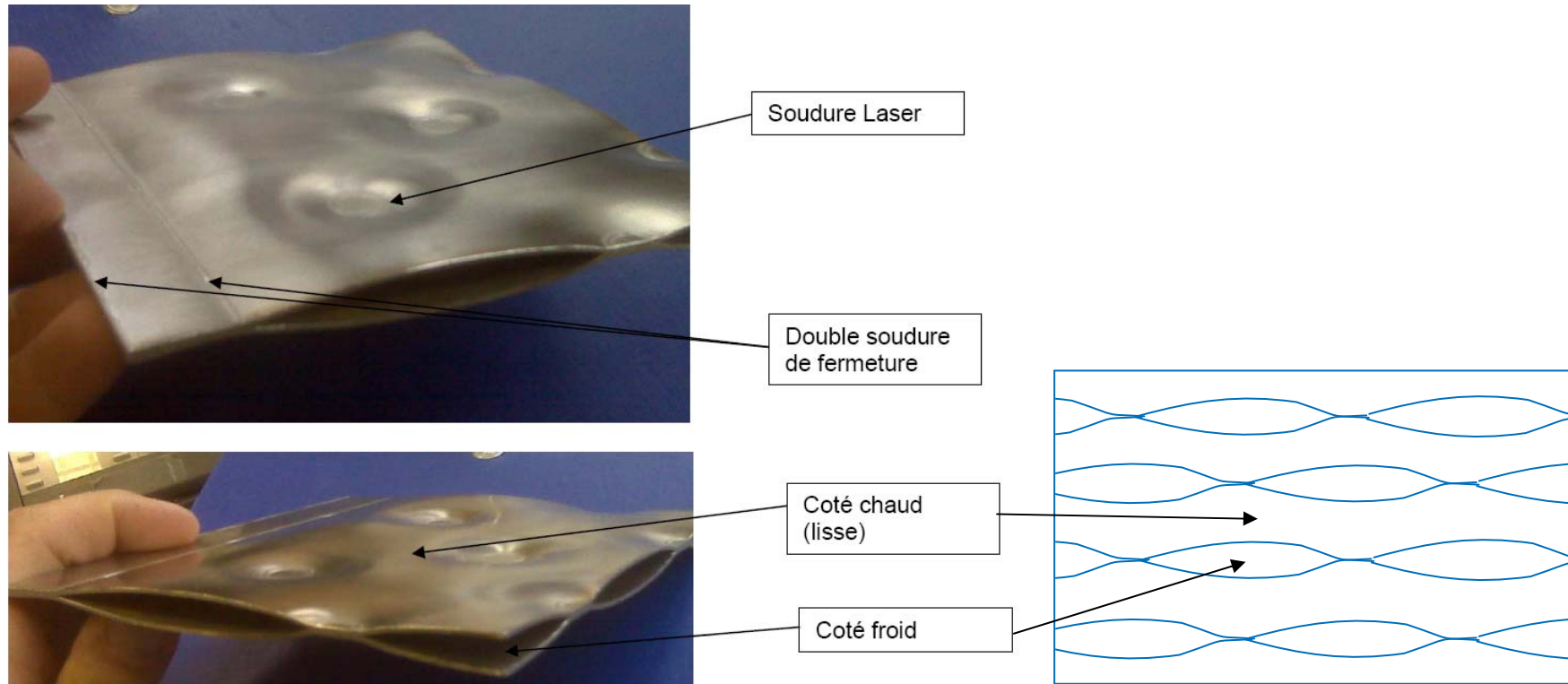


**Gazéifieur**



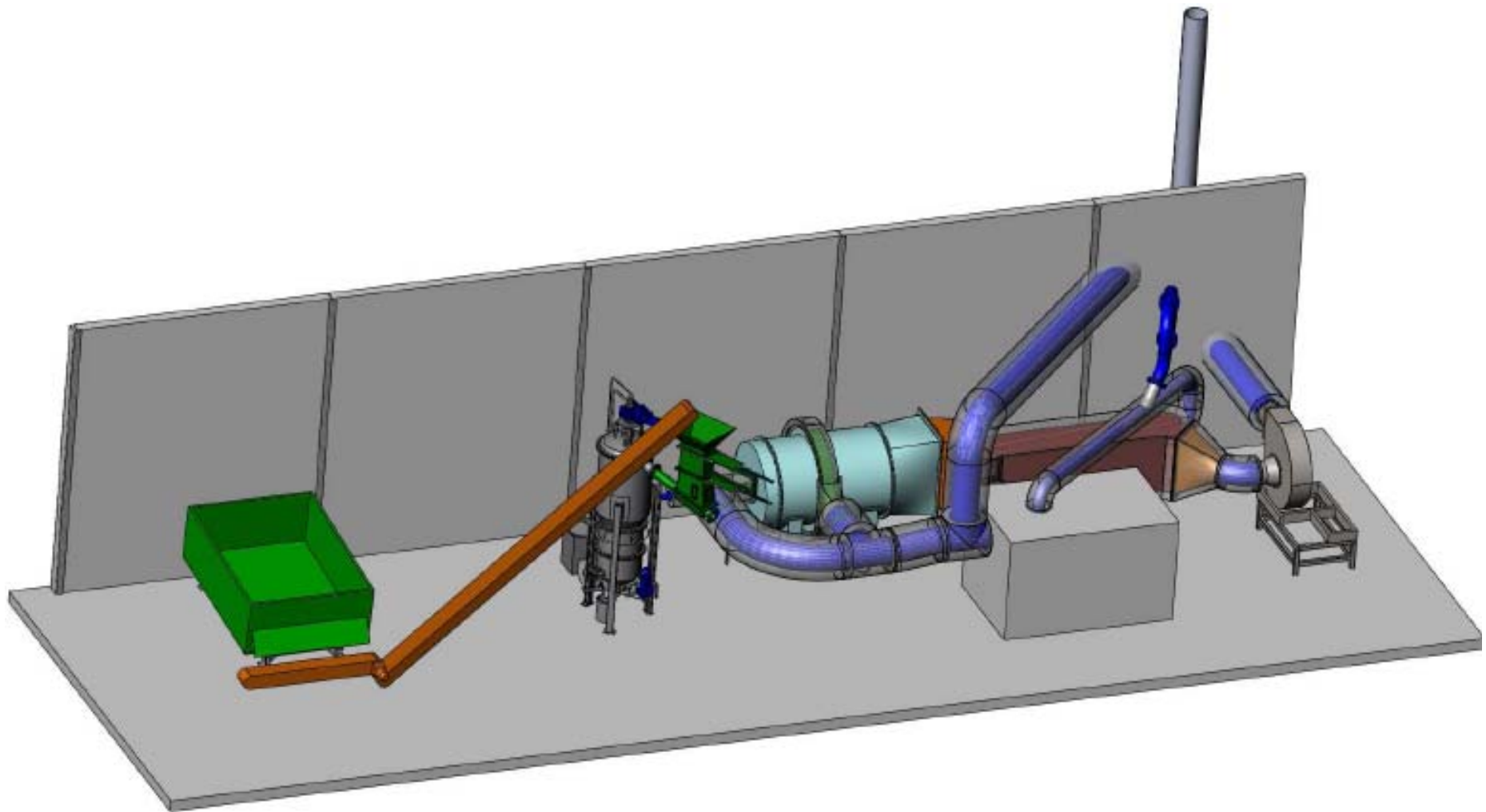
**Turbine à air chaud**

# Échangeur haute température



Température des fumées en entrée : 900 °C  
Température de l'air en sortie : 750 °C

# Pilote de démonstration





# Avantages

---

- Augmentation du rendement par rapport aux technologies actuelles
  - Rendement électrique > 20 %
  - Rendement global > 70 %
- Baisse de l'investissement spécifique (€/kW installé)
  - Un coût de production de 3000 €/kW est accessible
- Chaleur disponible à 300°C
  - Meilleure valorisation de la chaleur produite (vapeur basse pression, séchage par air chaud)

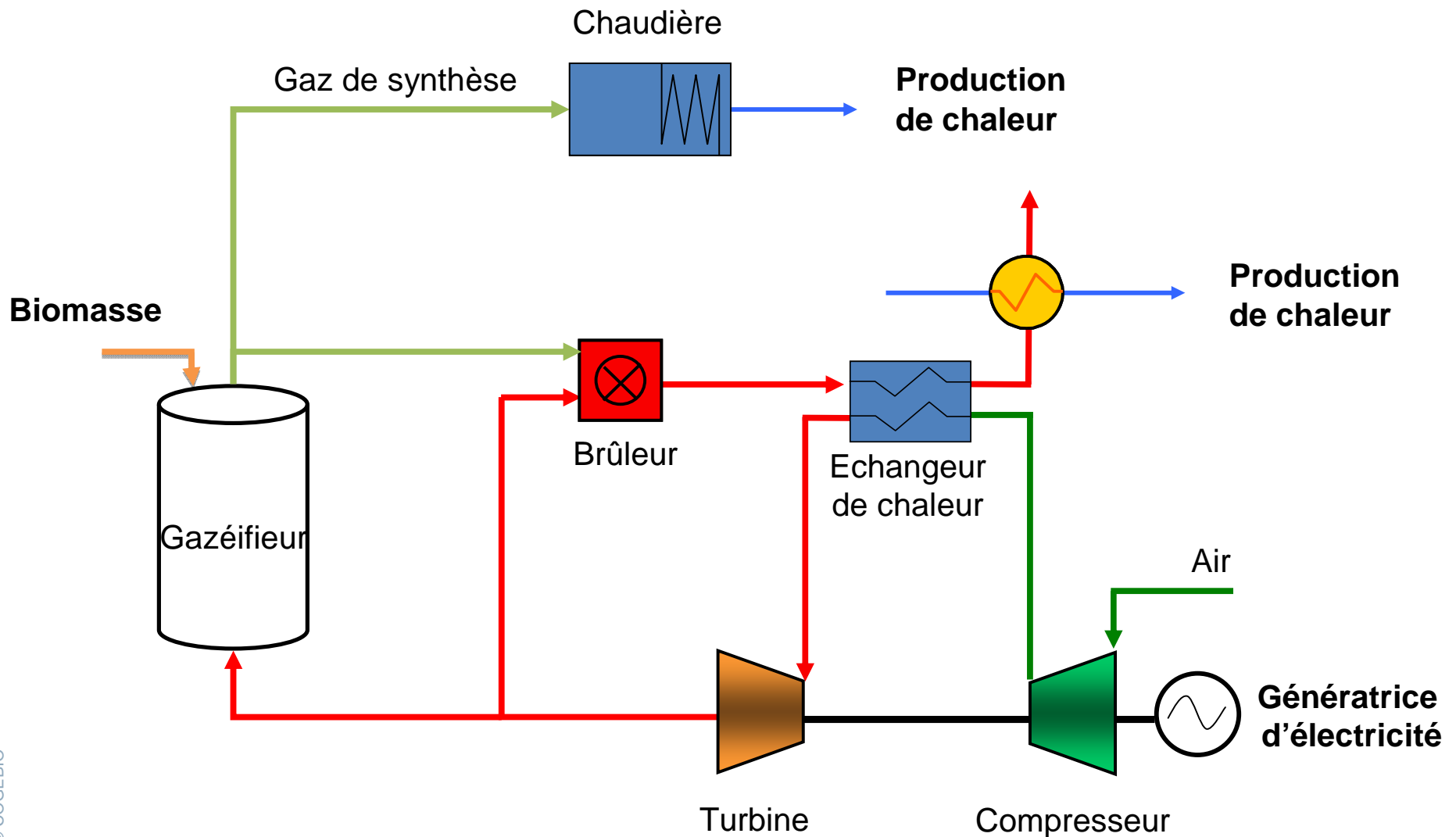
# Applications

---

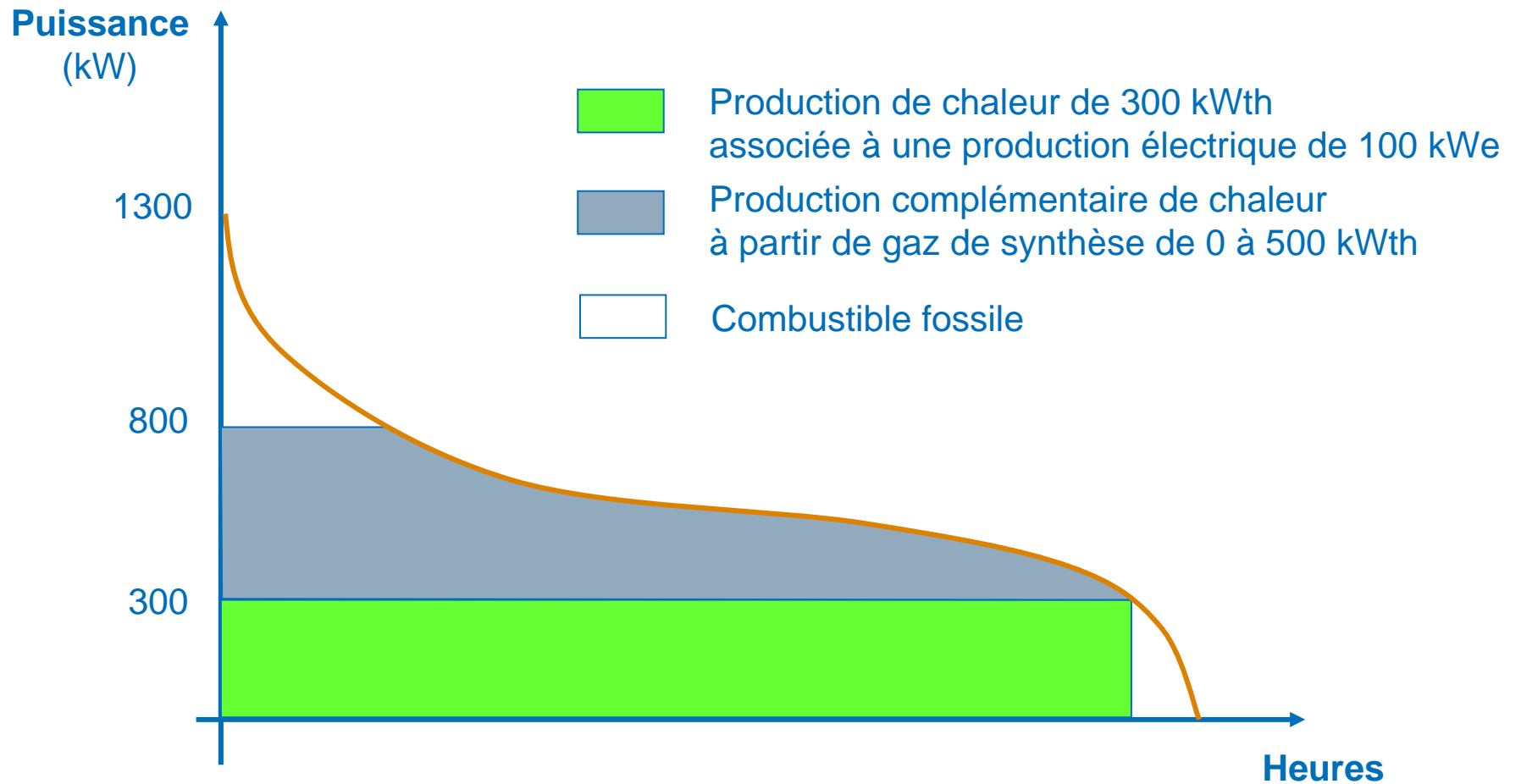
- Réseau de chaleur
- Centre aquatique
- Hôpital
- Etablissement scolaire
- Immeuble (bureaux, résidentiel)
- Industrie
  - Séchage du bois
  - Laiterie – Fromagerie
  - Agro-alimentaire
  - Hangars de stockage



# Production de chaleur additionnelle



# Exemple : réseau de chaleur





# Simulation économique

	COGEBIO	COGEBIO
<b>Caractéristiques</b>		
Puissance électrique (kW)	100	100
Puissance thermique (kW)	300	300
Durée de production annuelle (heures)	7000	7000
Production électrique (MWh)	700	700
Production thermique (MWh)	2100	2100
Tarif de la biomasse (€/MWh)	25	25
Tarif de vente de l'électricité (€/MWh)	200	80
Valorisation de la chaleur (€/MWh)	40	40
<b>Investissement (€)</b>	<b>650 000</b>	<b>325 000</b>
Matériel	500 000	250 000
Génie civil, installation	100 000	50 000
Etudes, Maitrise d'œuvre	50 000	25 000
<b>Coûts opératoires (€)</b>	<b>95 500</b>	<b>95 500</b>
Combustible	87 500	87 500
Maintenance	8 000	8 000
<b>Revenus annuels (€)</b>	<b>224 000</b>	<b>140 000</b>
Electricité	140 000	56 000
Chaleur	84 000	84 000
<b>Gain annuel (€)</b>	<b>128 500</b>	<b>44 500</b>
<b>Temps de retour brut (années)</b>	<b>5.1</b>	<b>7.3</b>

# Partenaires

---

