

COGÉNÉRATION

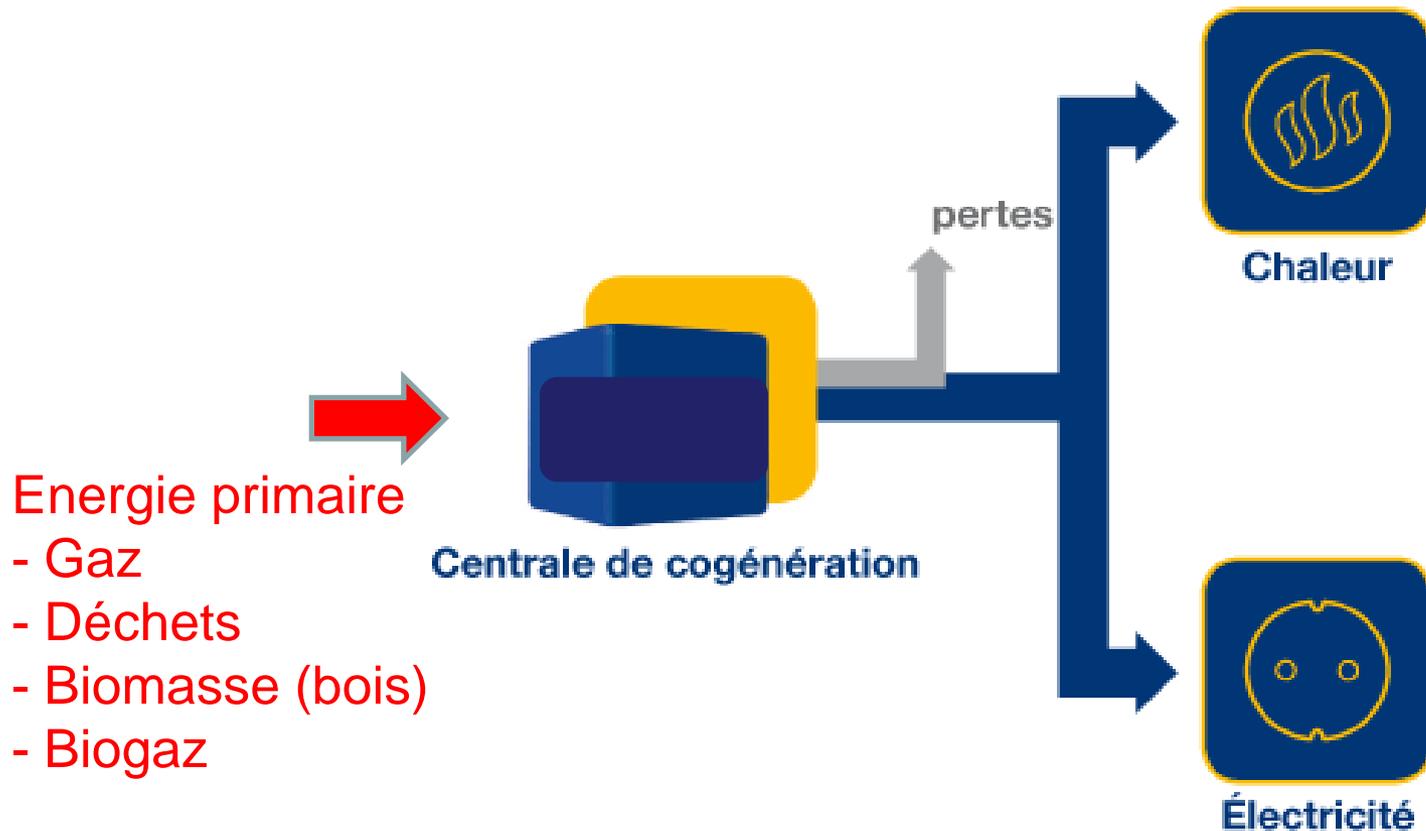
Licence GEEB



O. Moret-Bailly
olivier.moret-bailly@umontpellier.fr
IUT Montpellier
Université Montpellier

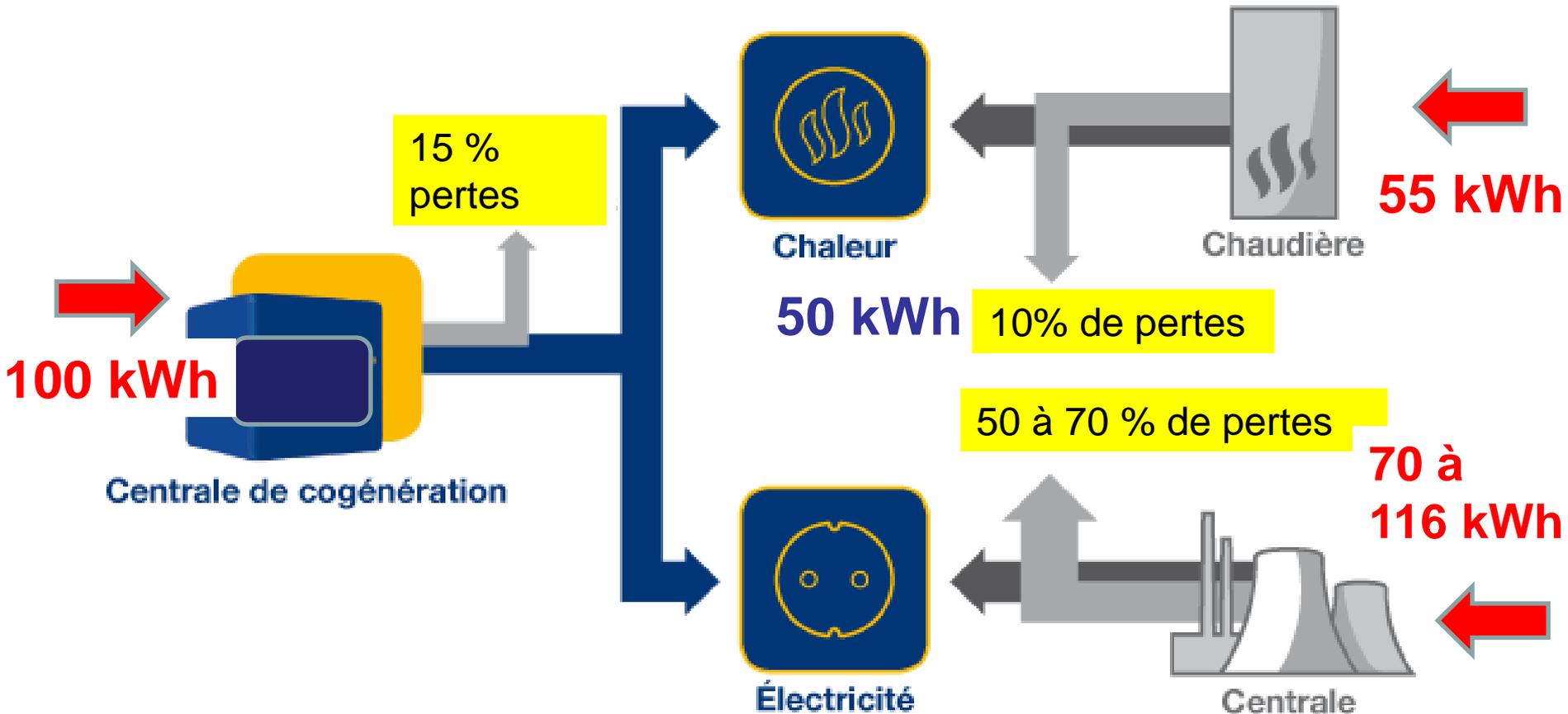


Cogénération – Définition



Production combinée de chaleur et d'électricité

Avantage cogénération



Economie d'énergie primaire : 35 kWh

$25 / 125 = 20 \%$

à $61 / 161 = 38 \%$

Rendement chaudière 90%
Centrale 30 à 50%

Total : 3
125 à 161 kWh

Avantage cogénération

- Gaz

57 €/MWh

84 €/MWh

- Electricité

113 €/MWh

220 €/MWh (août 23)



Rendements - Combustibles



- Energie primaire
- Caractéristiques
- PCI / PCS
- PCS = PCI + chaleur latente
- kWh/Nm³ ou kWh/t ou MWh/t
- Nm³ : p_{atm} (1013mbar) 0°C
- Gaz 11,6 kWh/Nm³
10,7 à 12,8 selon origine
- Déchets 1 à 2 MWh/t
- Biomasse (bois, résidus papèterie, bois.... 2 à 4 MWh/t selon humidité

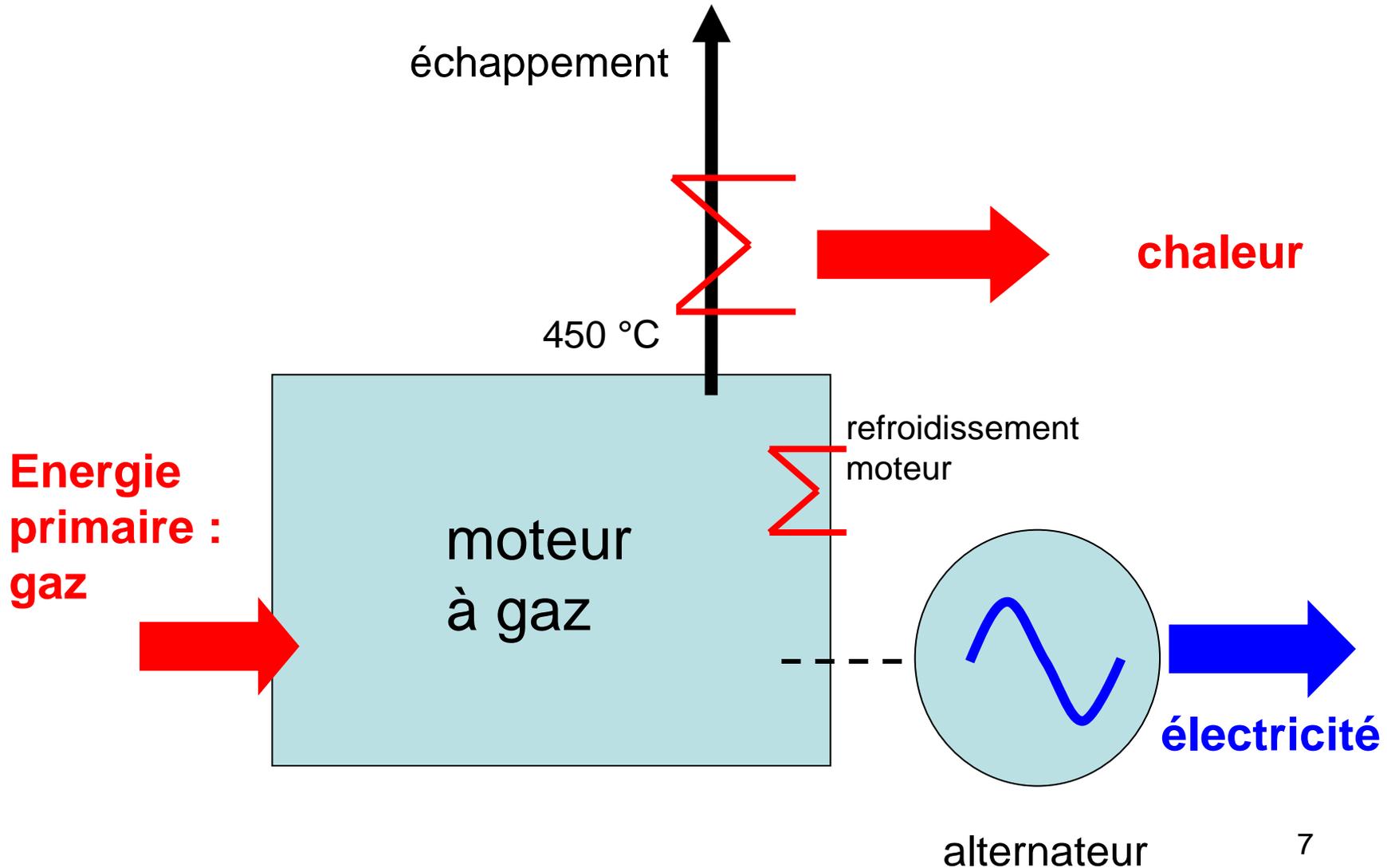
Rendements - Combustibles

- Rendements énergétiques
- Rendement électrique $\eta_e = W_{elec} / W_{primaire}$
- Rendement thermique $\eta_{th} = W_{th} / W_{primaire}$
- Rendement global $\eta_w = (W_{elec} + W_{th}) / W_{primaire}$
- Exigences $\eta_w = (W_{elec} + W_{th} \text{ utilisée}) / W_{primaire}$

$$W_{th} / W_e > 50 \%$$

Certificat de conformité => Dt obligation d'achat

Micro-cogénération. Principe



Cogénération domestique

Micro-cogénération

Ecogénérateur à moteur gaz DX Power

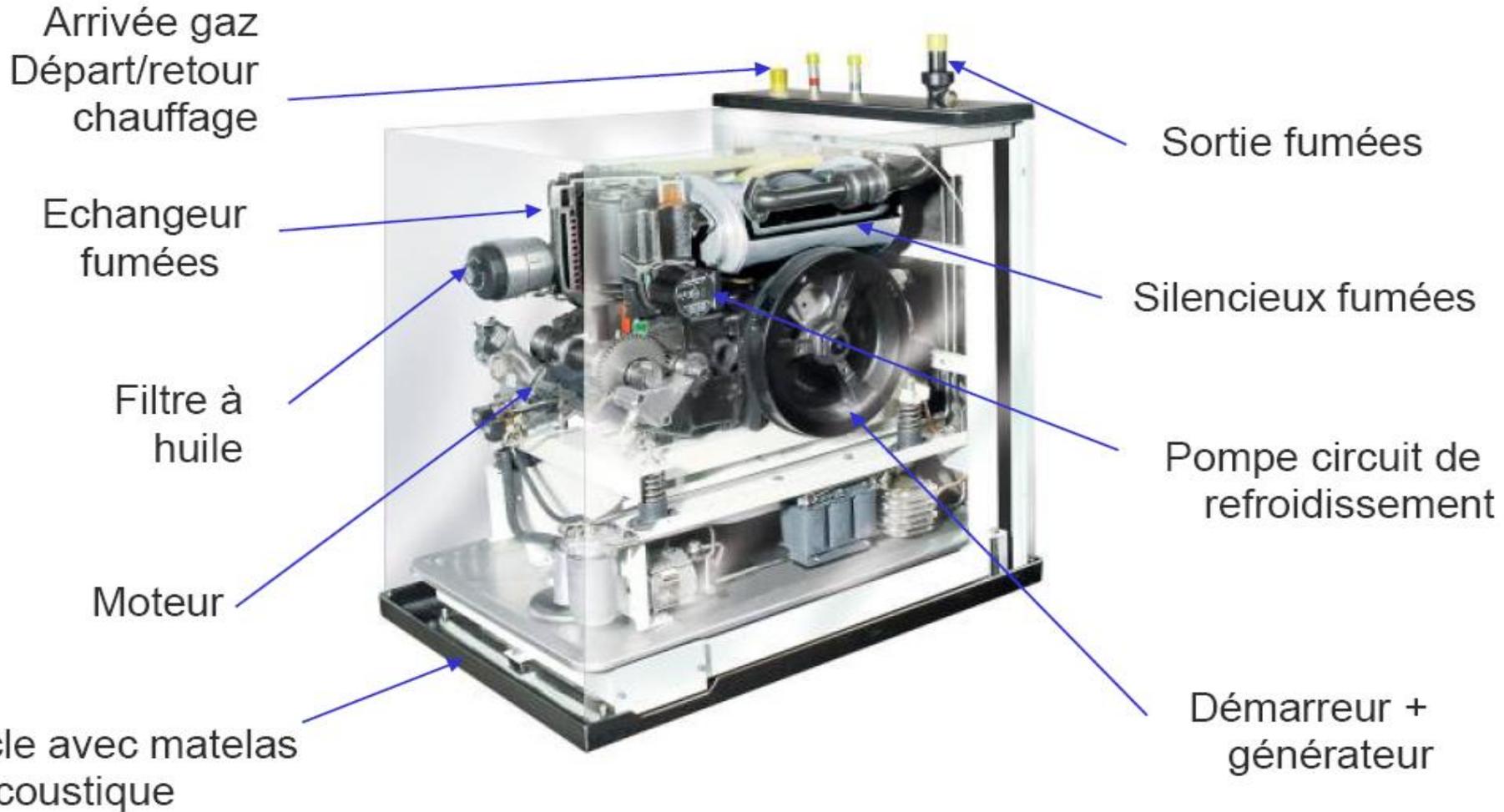


Principales caractéristiques :

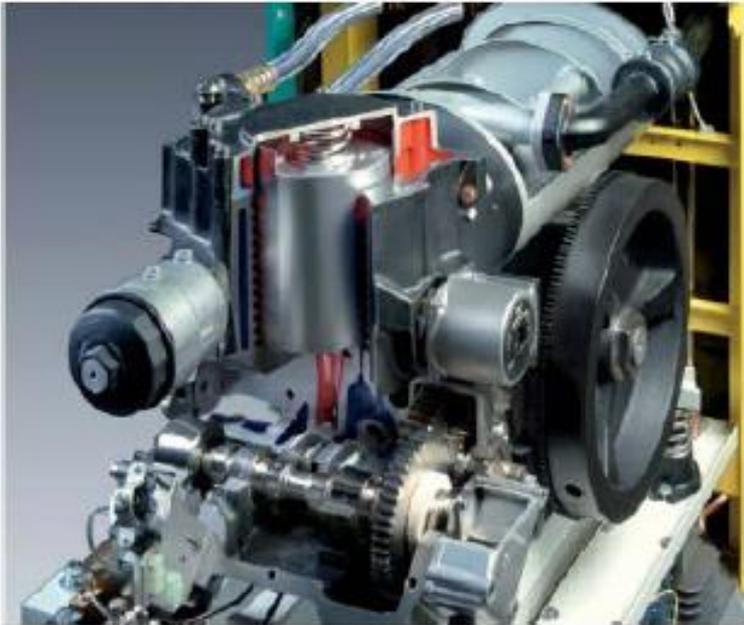
- Puissance électrique : 5,5 kW
- Puissance thermique : 12,5 kW (15,5 kW avec condenseur)
- Rendement global : 89% (100% avec condenseur)
- Dimensions : 720mm x 1000mm x 1070 mm
- Poids : 580 kg
- Niveau acoustique : 54-58 dB(A) suivant DIN 45635-01



Micro-cogénération



Micro-cogénération

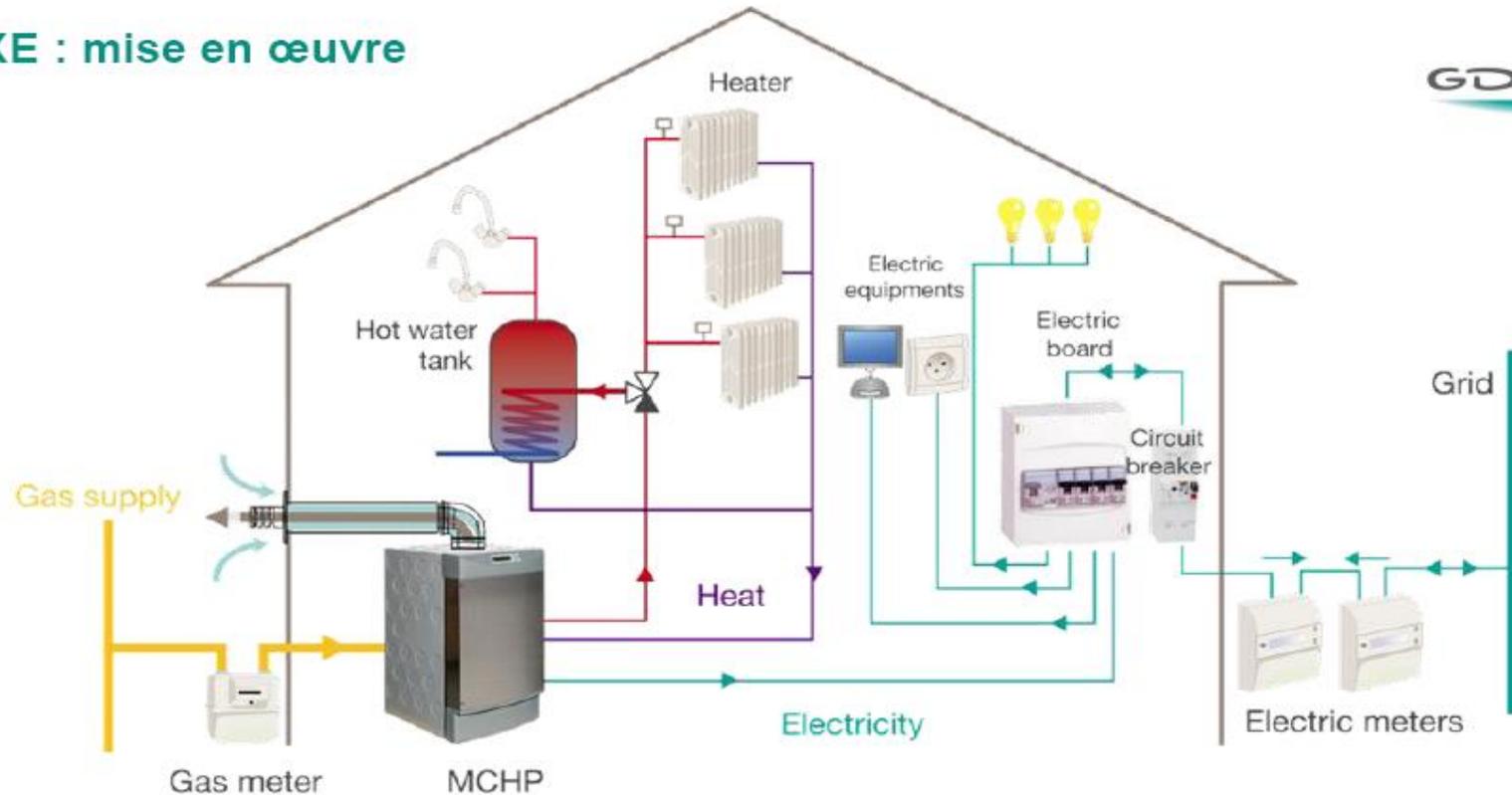


Caractéristiques moteur :

- Moteur piston 4 temps
- Mono-Cylindre de 580 cm³
- Vitesse de rotation : 2450 tr/min
- Durée de vie : 80.000 h (4.000.000 km à 50 km/h)

Caractéristiques générateur :

- Fonctionnement asynchrone
- 91% de rendement
- Vitesse de rotation : 3000 tr/min



- **Module monobloc « Plug&Play »**
- **Installation identique à une chaudière (fumisterie, raccordement gaz et hydraulique) & raccordement électrique (compteur injection optionnel)**
- **La maintenance de l'unité est identique à celle d'une chaudière : le moteur utilisé ne génère pas de maintenance supplémentaire.**



Micro-cogénération



HUILE VEGETALE

Refuge du gouter, 2011:

En commande, un module de cogénération à l'huile végétale de 20 Kw él pour la reconstruction de ce refuge qui se situe à 3835m d'altitude.

Lycée de Kyoto à Poitiers, 2009:

Ce Lycée à 0 énergie fossile est équipé de 2 modules de cogénération à l'huile végétale de 25 Kw él.

Micro-cogénération
Foyer d'accueil médicalisé.
27 chambres. Verpillières (80)



Esquisse architecte

Réalité
Inauguration février 2018

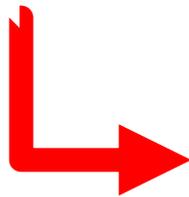
40 kWth
20 kWe

Contrainte : établissement
de santé => élec **secours**



Micro-cogénération

Foyer d'accueil médicalisé. Verpillières (80)



62 kW

VIESSMANN

VITOBLOC 200 type EM-20/39



Moteur à gaz Otto (Toyota)
Générateur synchrone

Surcoût
35 000 €

Îlotage / secours

40 kWth



Ballon
2000 litres

20 kW_e



PCI propane = 12,87 kWh/kg

Centrale de cogénération industrielle / collective

- Biomasse

Bois

+ turbine à vapeur

OM

+ turbine à vapeur

- Gaz

Moteur à gaz

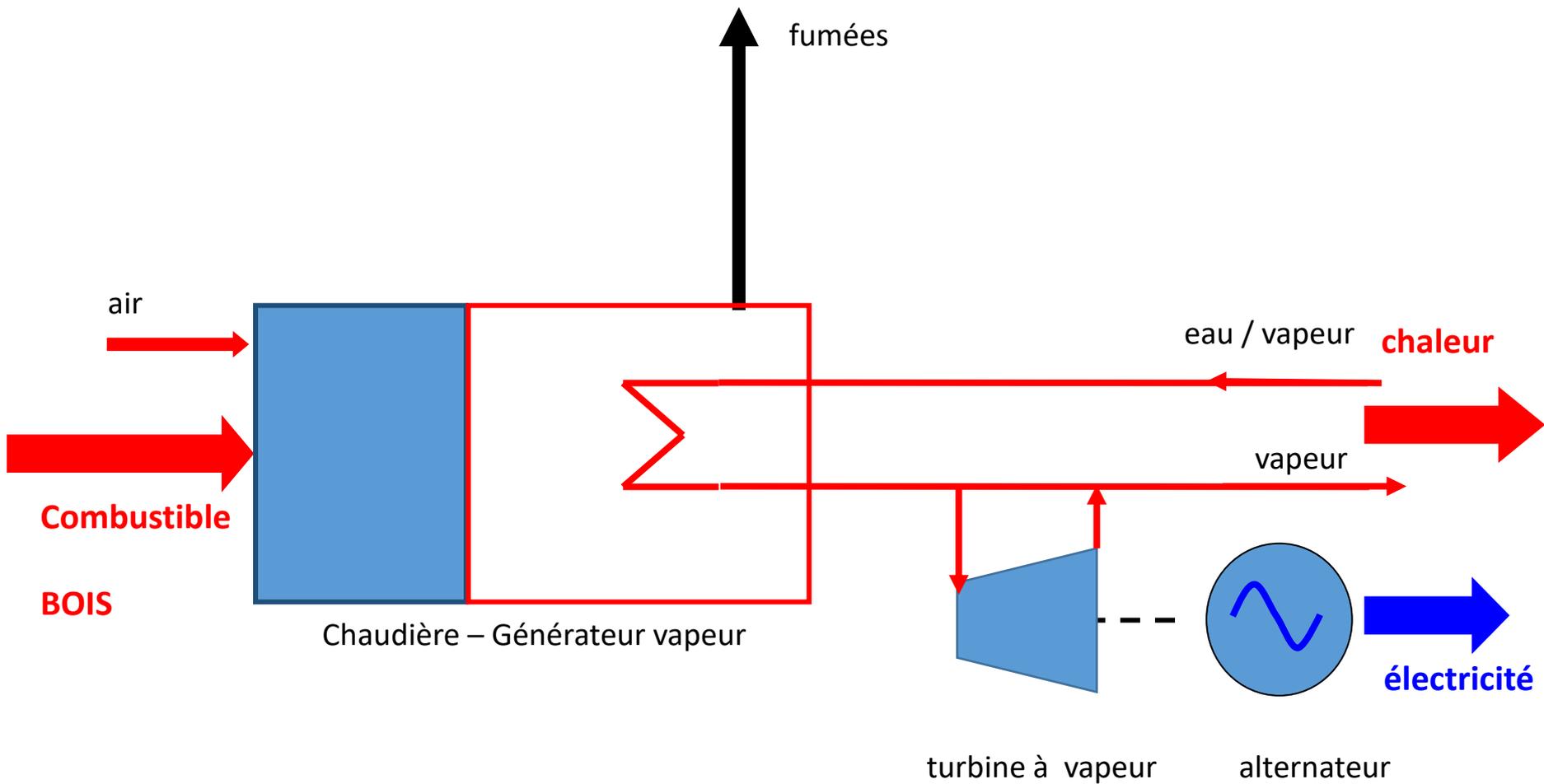
Turbine à gaz

Cogénération biomasse Mende (48) Chaufferie urbaine. Séchage de bois



10MW th + 2 x 16 MW th 7,5 MWe

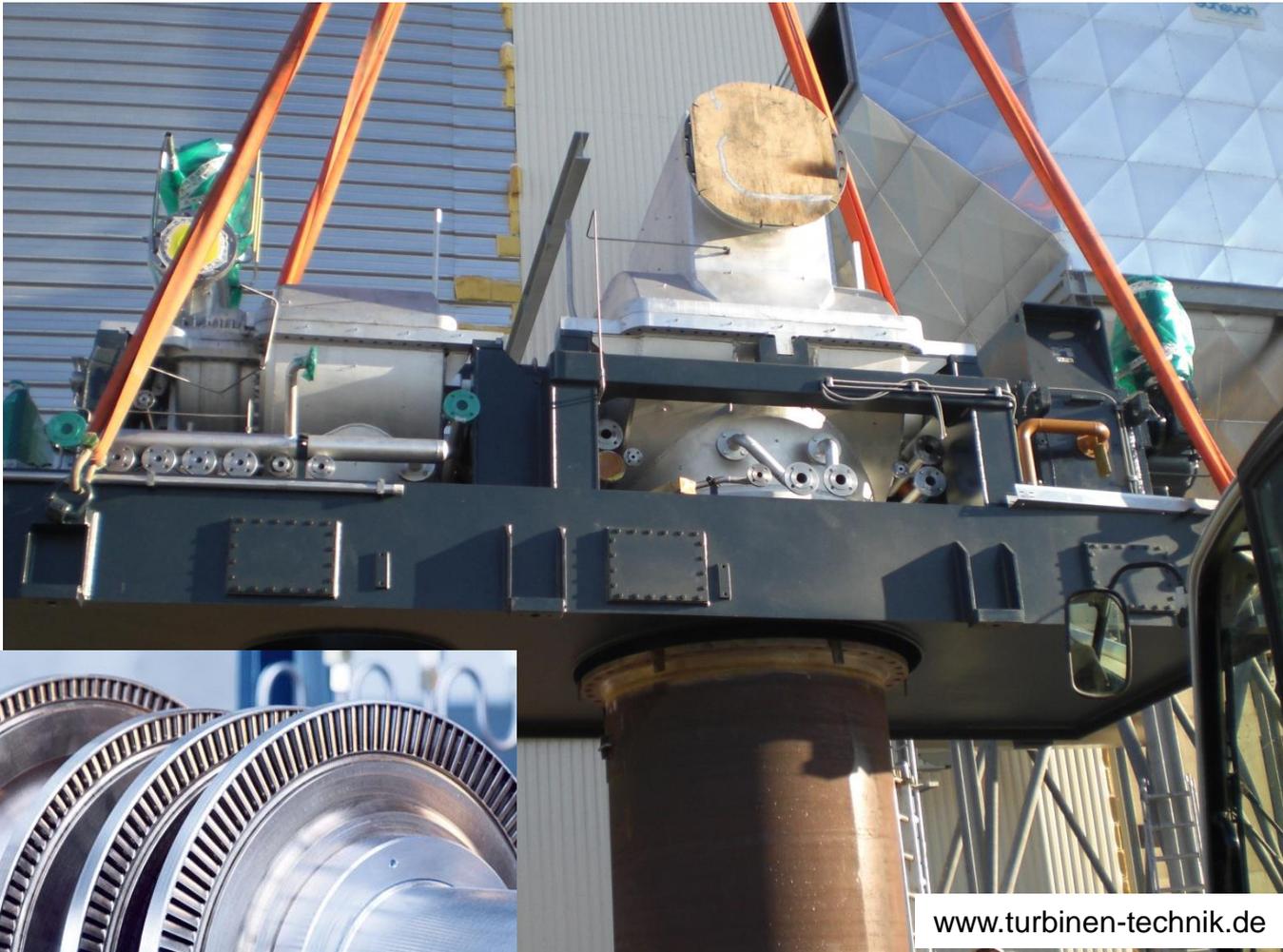
Chaudière + TAV



Chaudière — foyer, chambre de combustion



Turbine à vapeur (TAV)



40 t vapeur/heure – 24 bar – 425°C – 8 MW

Alternateur 7,5 MW

Réducteur

6000/1500 tr/min



Départ réseau de chaleur Mende



600 m³/h max - 2,1 bar – départ 110°C max – retour 85°C – 9 km

Séchage de bois – fabrication de pellets



Wood-Chips-Biomass



50 000 t/an

pellets

Cogénération biomasse

UIOM Nîmes

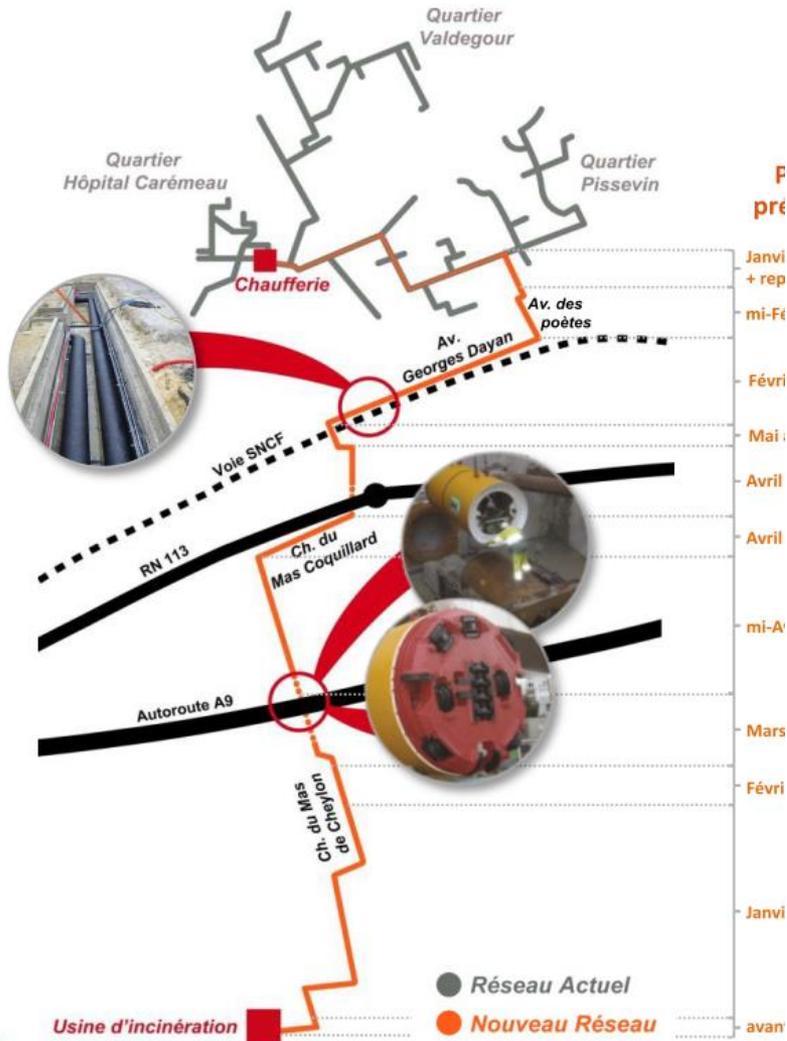


Puissances cogénération : 20 MWth + 10 MWe

COGÉNÉRATION biomasse - UIOM

Réseau de chaleur Nîmes

Le tracé du nouveau réseau



Extension du réseau : 4.7 Km
Coût total de l'opération : 9.5 M€

▶ Une **baisse significative du prix** moyen de la chaleur.

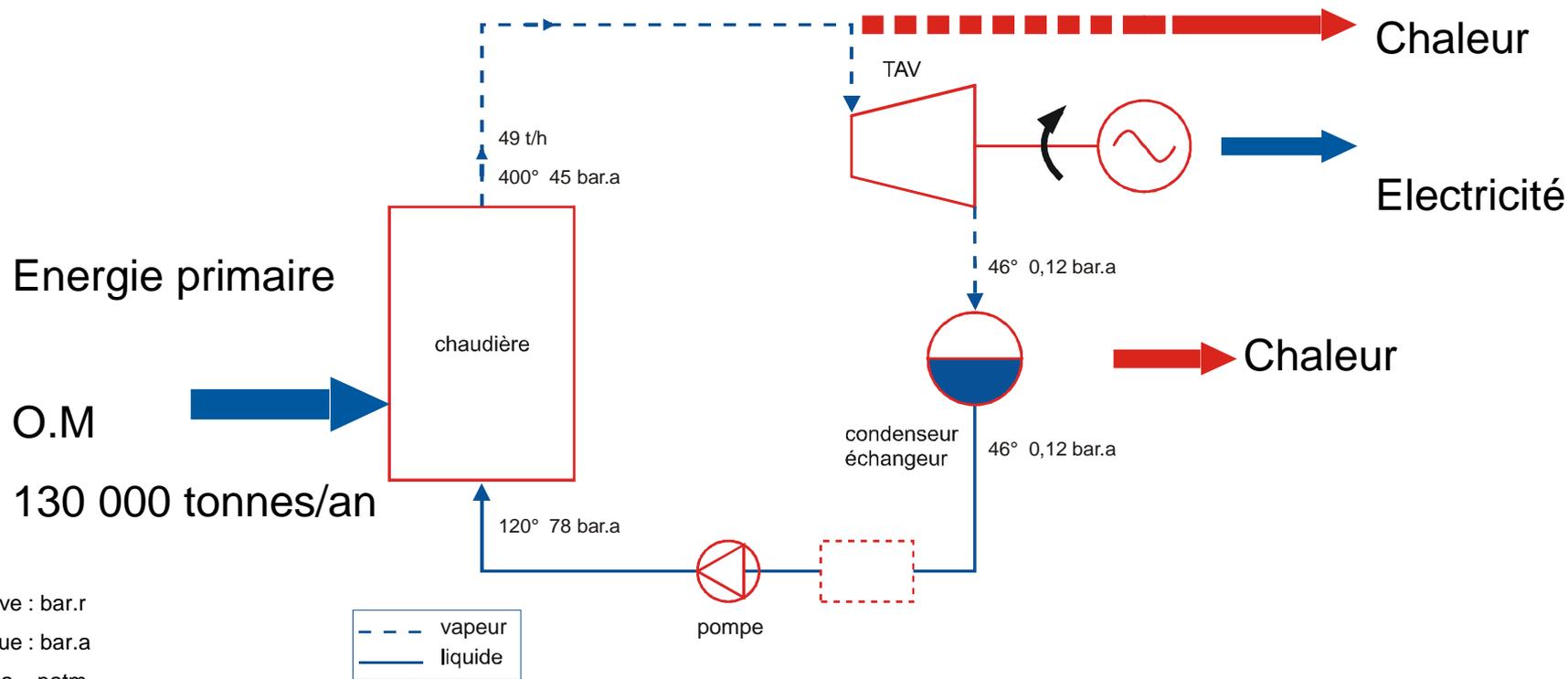
OM → vapeur →
 ↪ TAV + Alternateur

6200 équivalents logements

Puissances cogénération : 20 MWth + 10 MWe

Cogénération biomasse - UIOM Nîmes

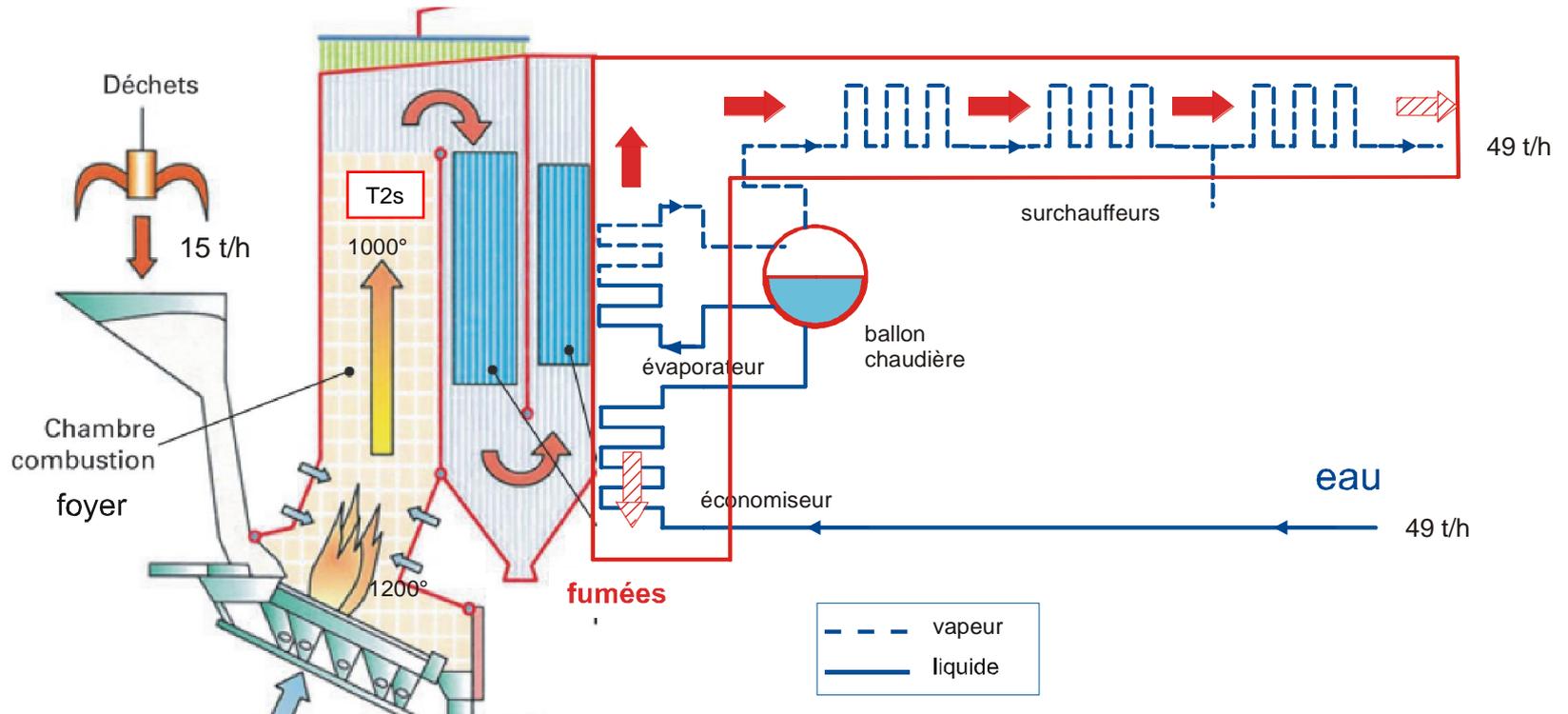
Cogénération à turbine à vapeur. Principe général



Unités :
pression relative : bar.r
pression absolue : bar.a
1 bar.r = 1 bar.a – patm
avec patm = 1,013 bar.a

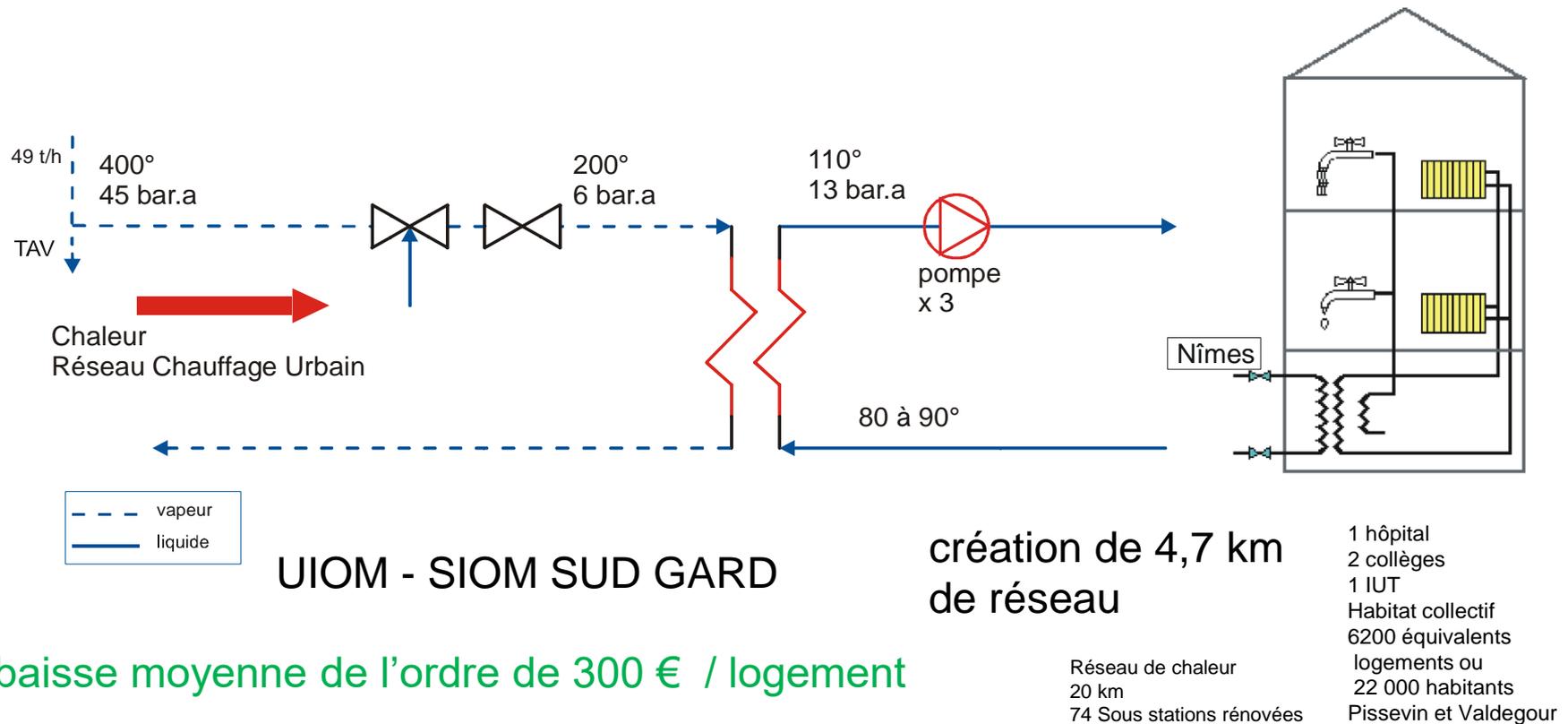
Chaudière - Générateur de vapeur

Circuit eau





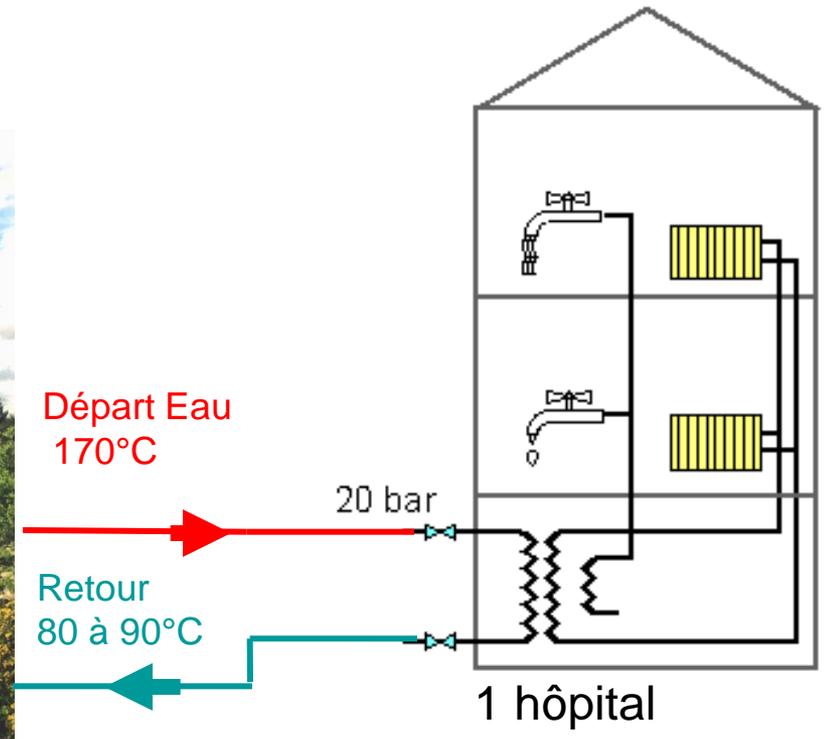
Utilisation chaleur. Réseau de Chaleur Urbain



<http://www.lereveildumidi.fr/une-chaleur-plus-economiquen-et-plus-ecologique-23-78.html> 13 mars 2015

COGÉNÉRATION à Turbine à Gaz (TAG)

Chaufferie centrale et réseau de chaleur Nîmes

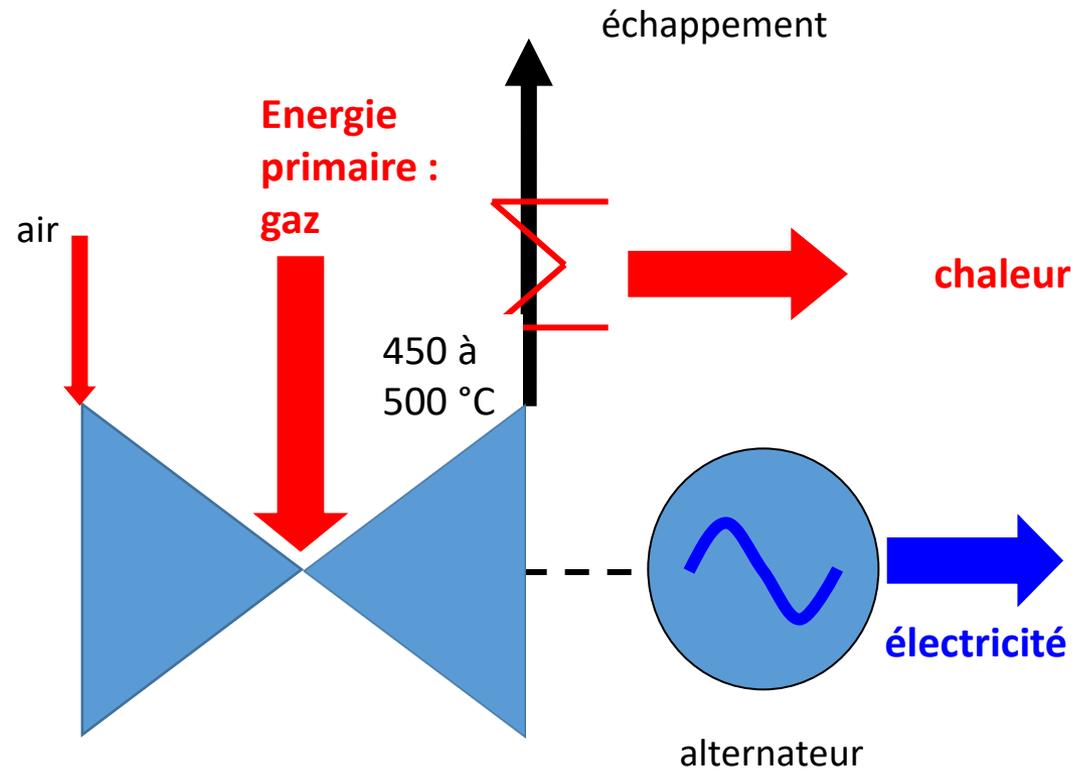


Puissances thermiques chaudières +
cogénération : 10 MW - 29 MW - 20 MW -
20 MW - 16 MW

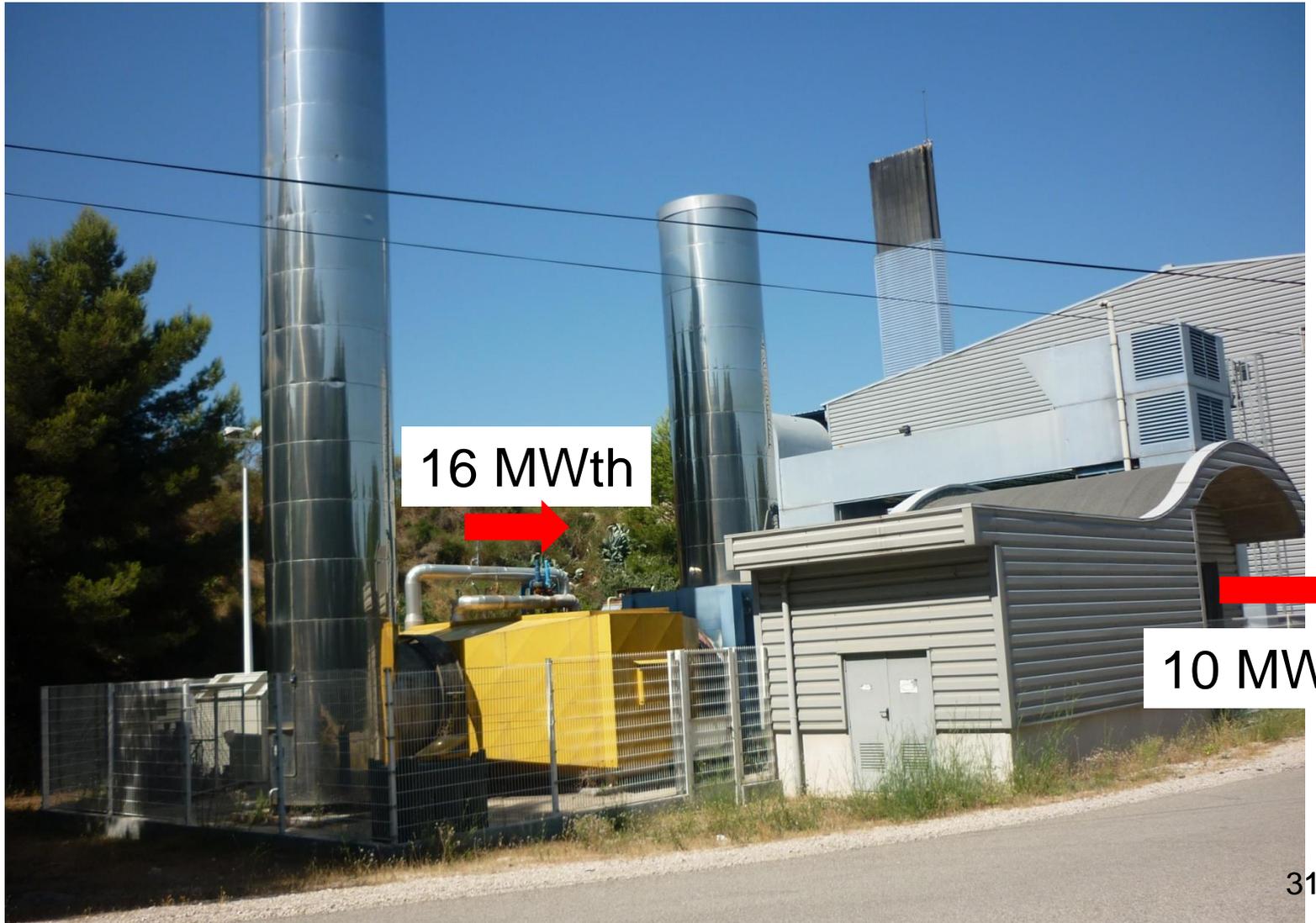
Réseau de chaleur
10 km
65 Sous stations

1 hôpital
2 collèges
1 IUT
Habitat collectif
6200 équivalents
logements

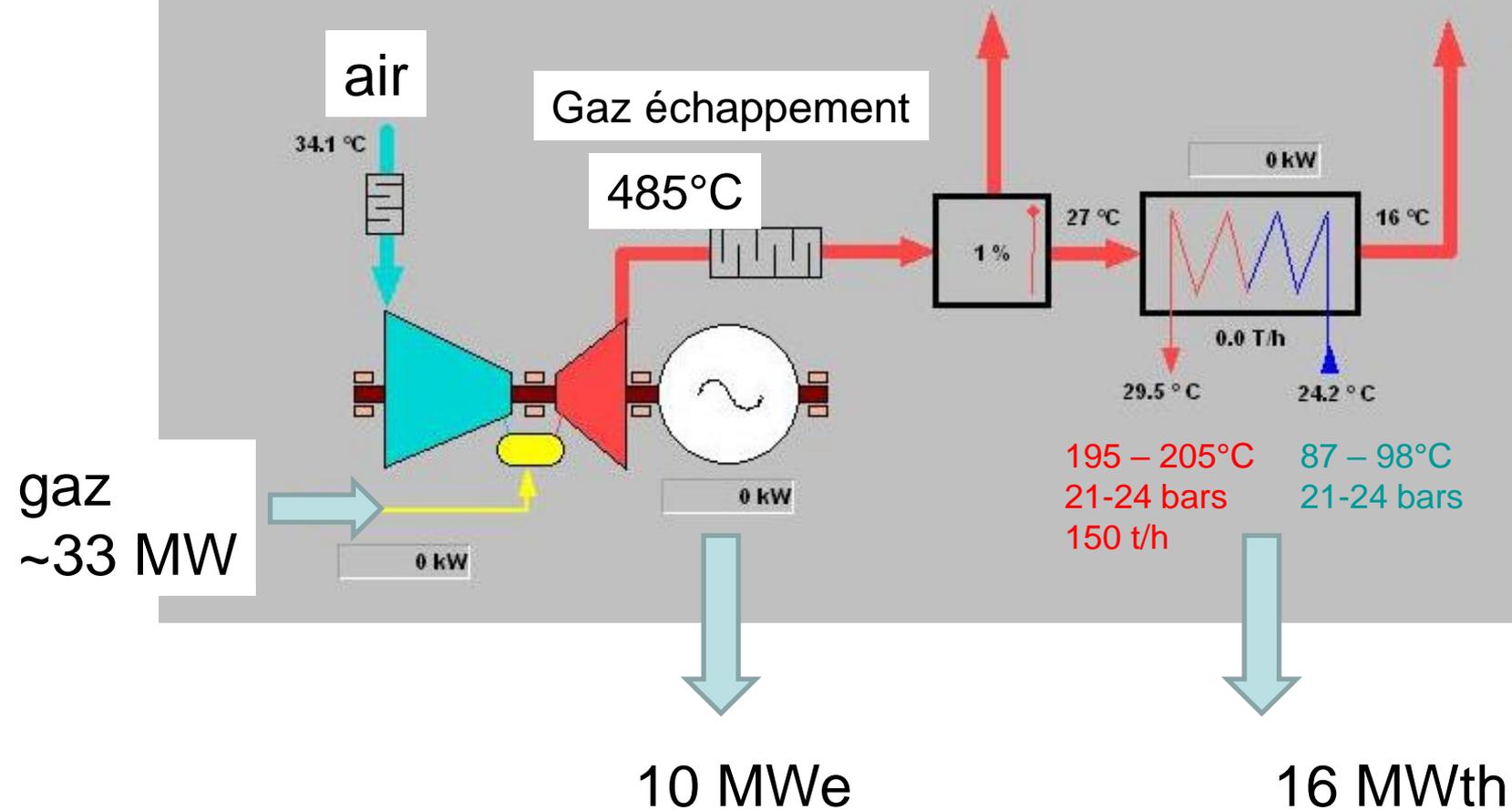
Turbine à gaz



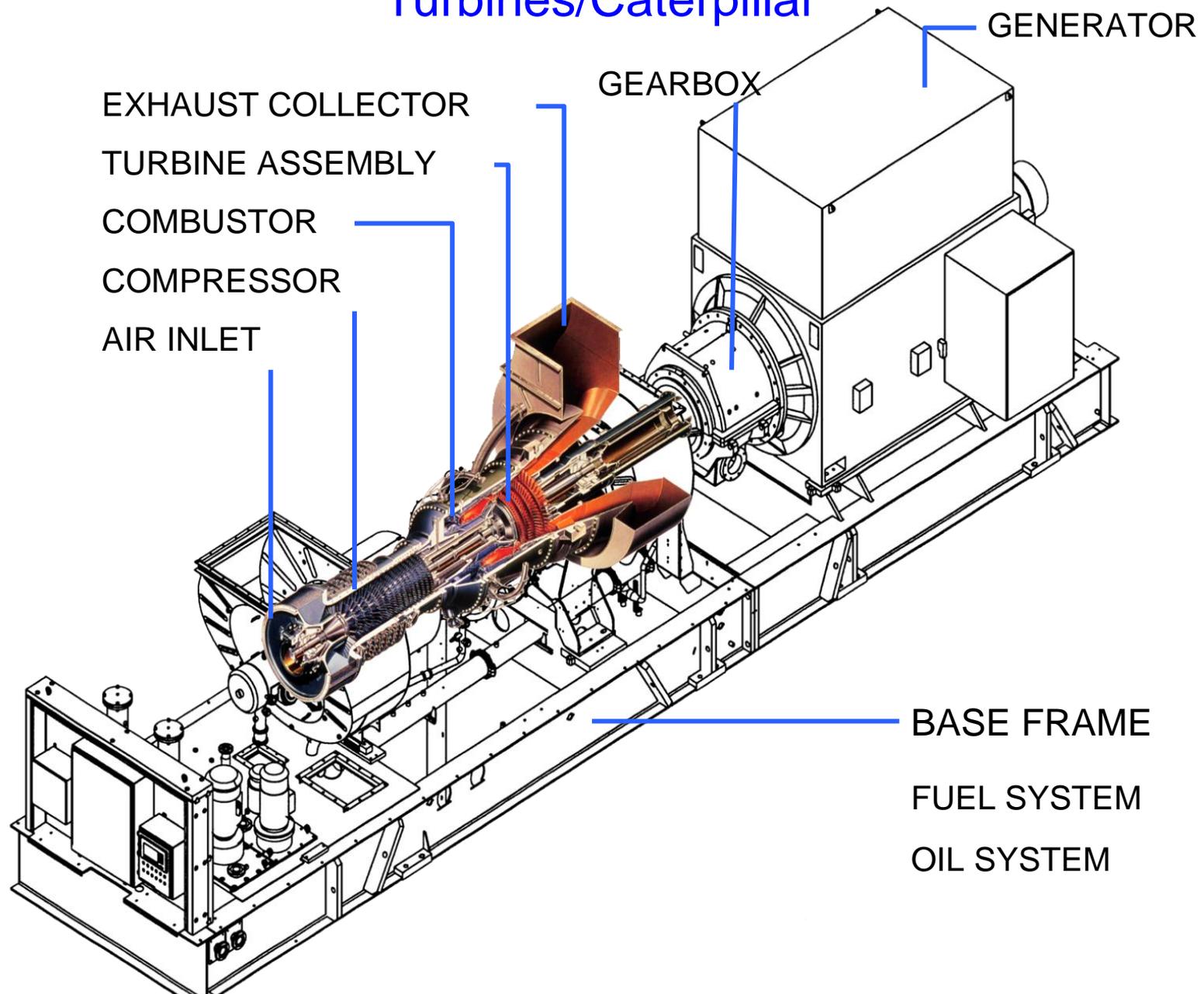
Cogénération à TAG



-- SYNOPTIQUE GENERAL -- COGENERATION --



Turbine à Gaz Mars 100. Turbomach/Solar Turbines/Caterpillar



Chaudière de récupération

16,5 MWth

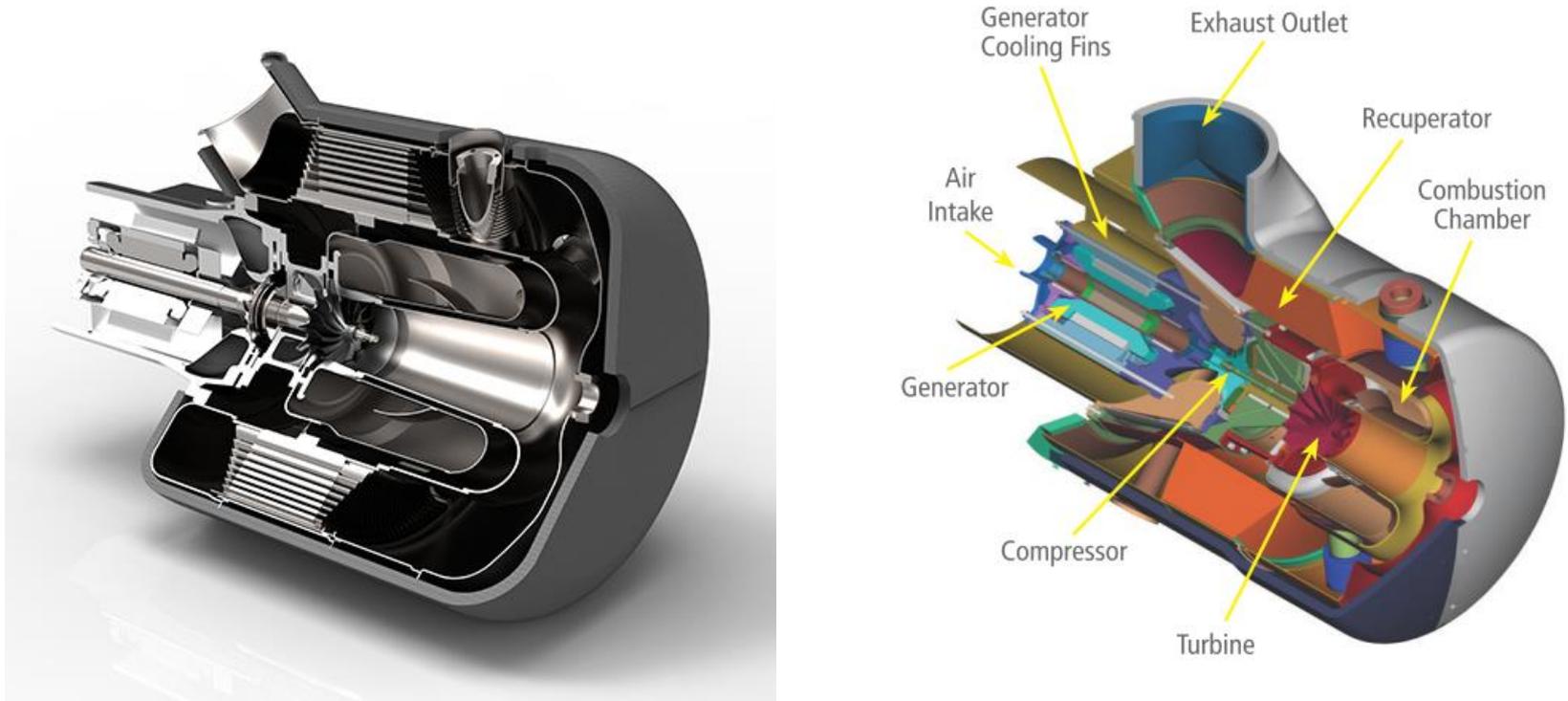


Gaz échappement
485°C 42 kg/s

119°C



Microturbines pour μ CHP



Application



A C800 Power Package is fueled by methane from the treatment of sludge waste (from grape skins and stems) following the distillation of wine to make Cognac.

Revico Wastewater Treatment Plant Cognac

- C800 CHP Power Package produces 3,000MWh-hours (MWh) of electricity and 4,000MWh of thermal energy.
- Thermal energy heats 4 anaerobic digesters that breakdown the vinasse waste material.
- Thermal energy also warms the city of Cognac's large greenhouse.
- Energy efficiency exceeds 80%.
- Energy generated is sold to utility Électricité de France (EDF).
- Electricity sales to EDF generate €400,000 – €500,000 per year.

SPECIFICATIONS

CASE STUDIES

Rating: 800 kW

Electrical Efficiency: 33%

Combined Heat Power Efficiency: Up to 90%

Cogénération - Moteur à gaz Hôpital Montpellier

Gaz
18 059 kW



Electricité
7 414 kW

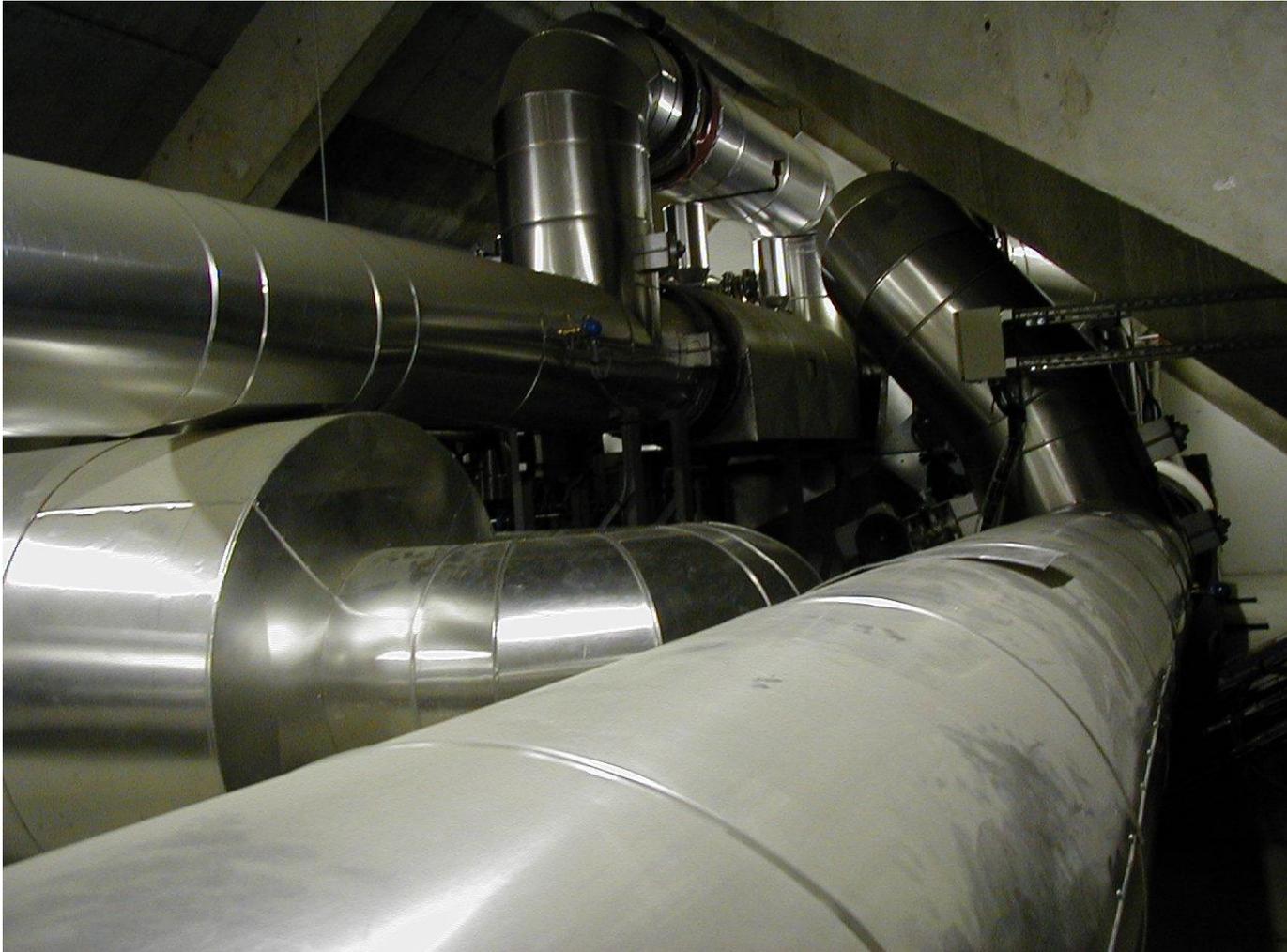
Chaleur
7 738 kW

3 x Moteur 20 cylindres – 2800 kW mécanique ou 2100 CV

Echangeur thermique (438 kW) sur eau de refroidissement du moteur



Echangeur thermique (1484 kW) sur échappement à 420 °C

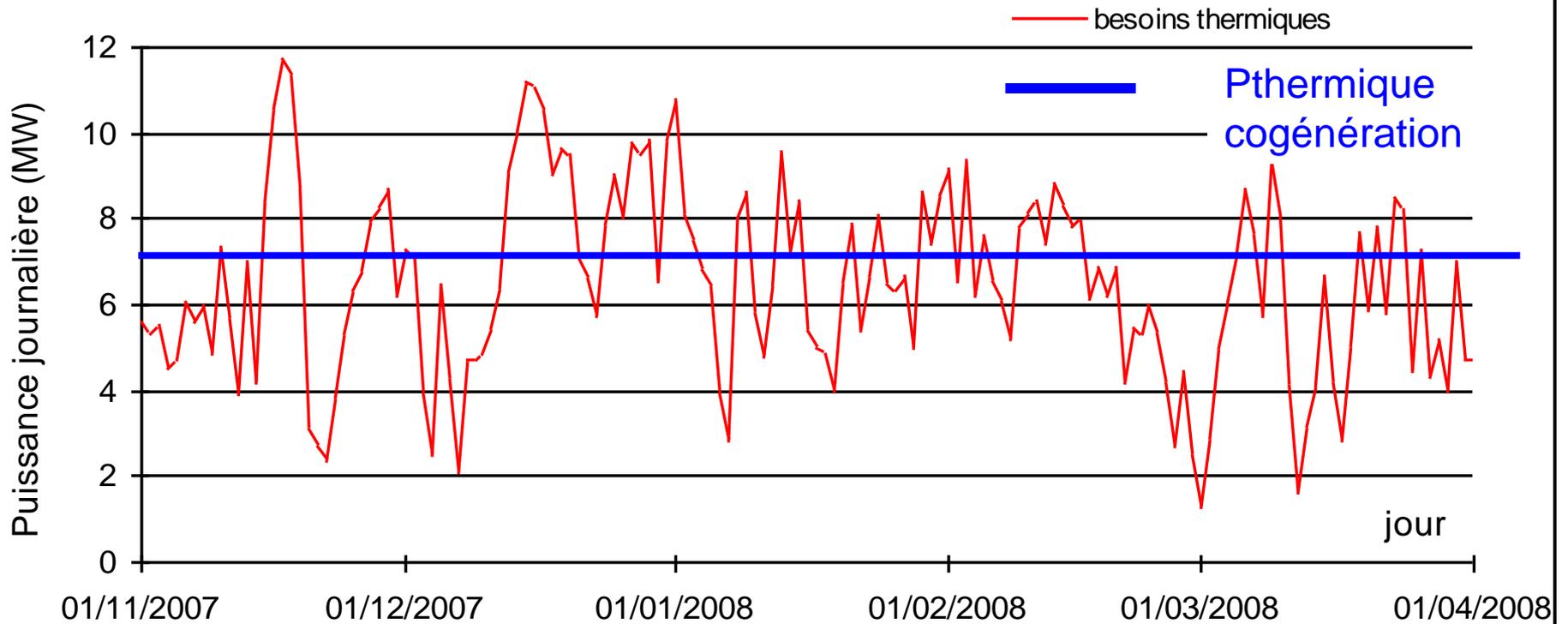


Echangeur thermique (1484 kW) sur échappement à 420 °C





Alternateur 41
2734 kW



Puissance thermique journalière (1er nov au 31 mars)

Stockage de chaleur

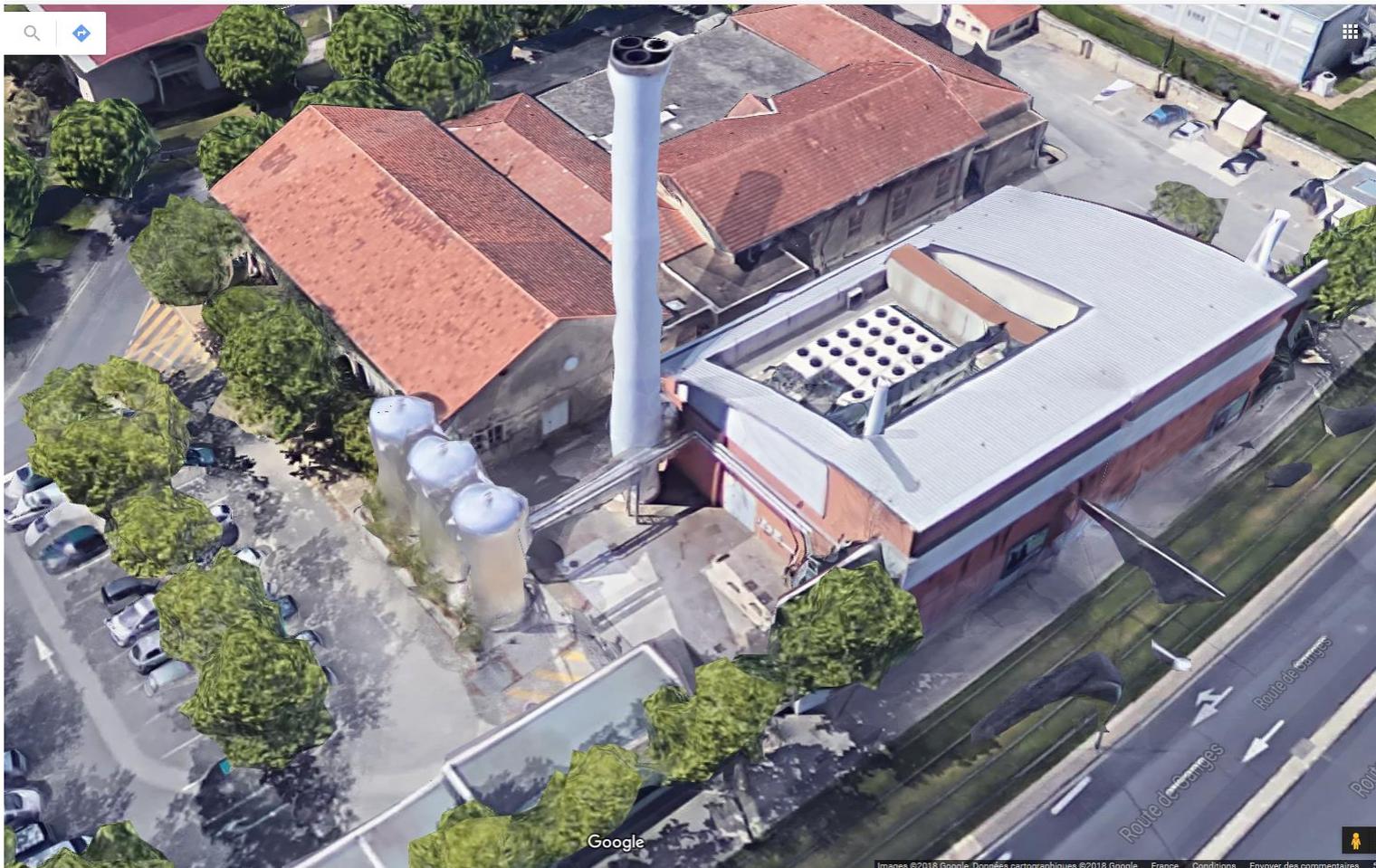
$210 \text{ m}^3 - 100^\circ\text{C}_{\text{max}} - 70^\circ\text{C}_{\text{min}} \rightarrow \sim 7 \text{ MWh}$ d'énergie thermique



360 m^3 d'eau à 1000 m de hauteur $\rightarrow 1 \text{ MWh}$ d'énergie potentielle

Stockage de chaleur

$210 \text{ m}^3 - 100^\circ\text{C}_{\text{max}} - 70^\circ\text{C}_{\text{min}} \rightarrow \sim 7 \text{ MWh}$ d'énergie thermique



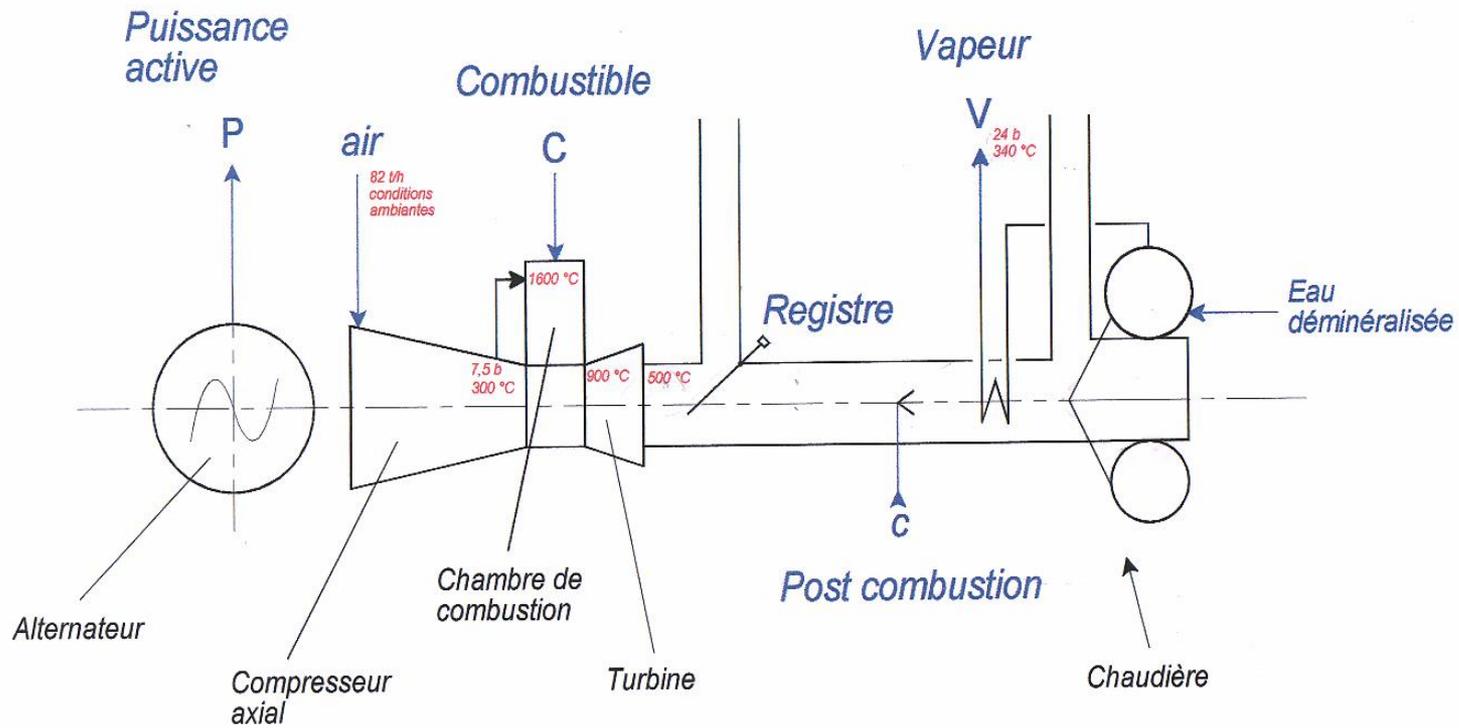
360 m^3 d'eau à 1000 m de hauteur $\rightarrow 1 \text{ MWh}$ d'énergie potentielle



Société Anonyme de la Raffinerie des Antilles(SARA)

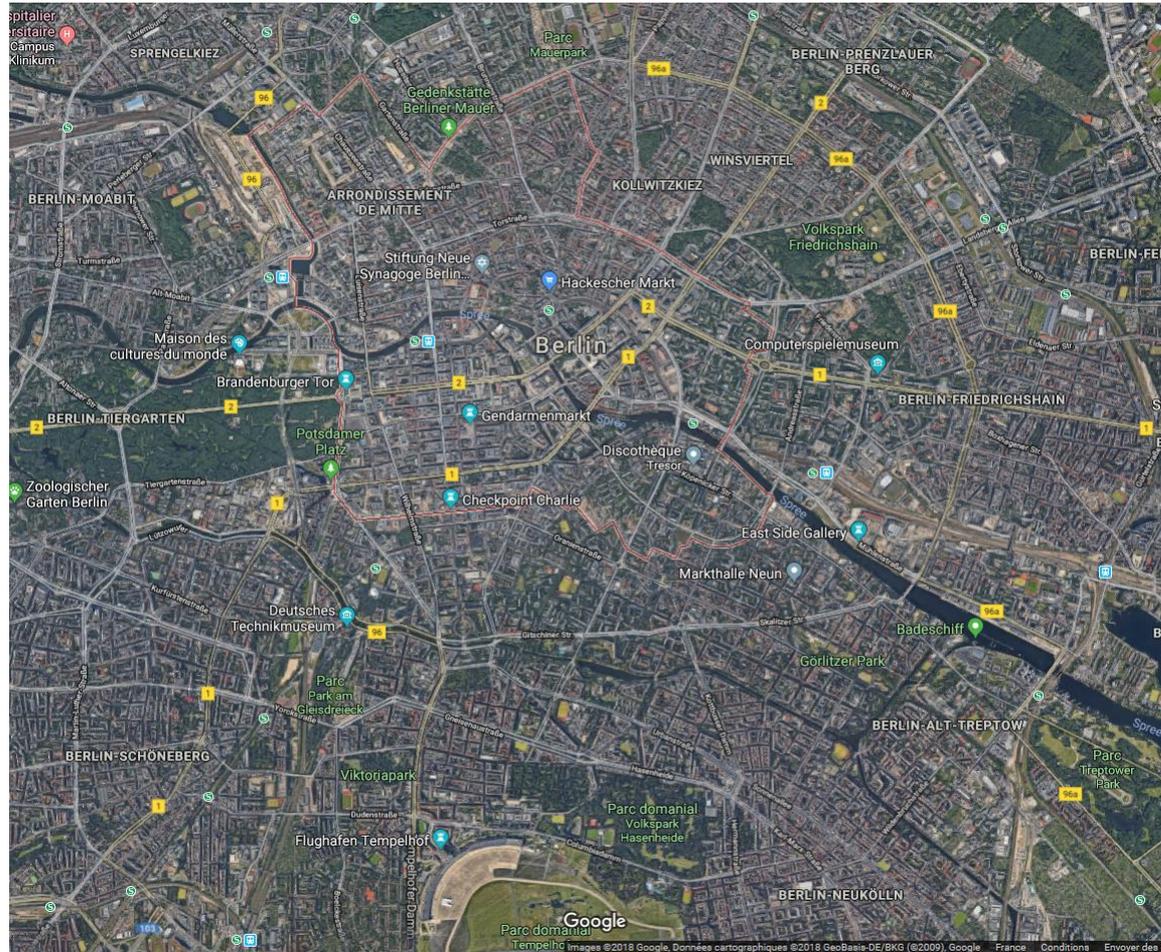
L'unité 32 est l'unité de production en énergie électrique. Elle dispose de deux Turbines A Gaz (T.A.G) 4,6 MW à cogénération qui permettent similairement de produire :

- de l'électricité par entraînement d'un alternateur
- de la vapeur par récupération des fumées de la combustion dirigées à travers un convoyeur, vers une chaudière

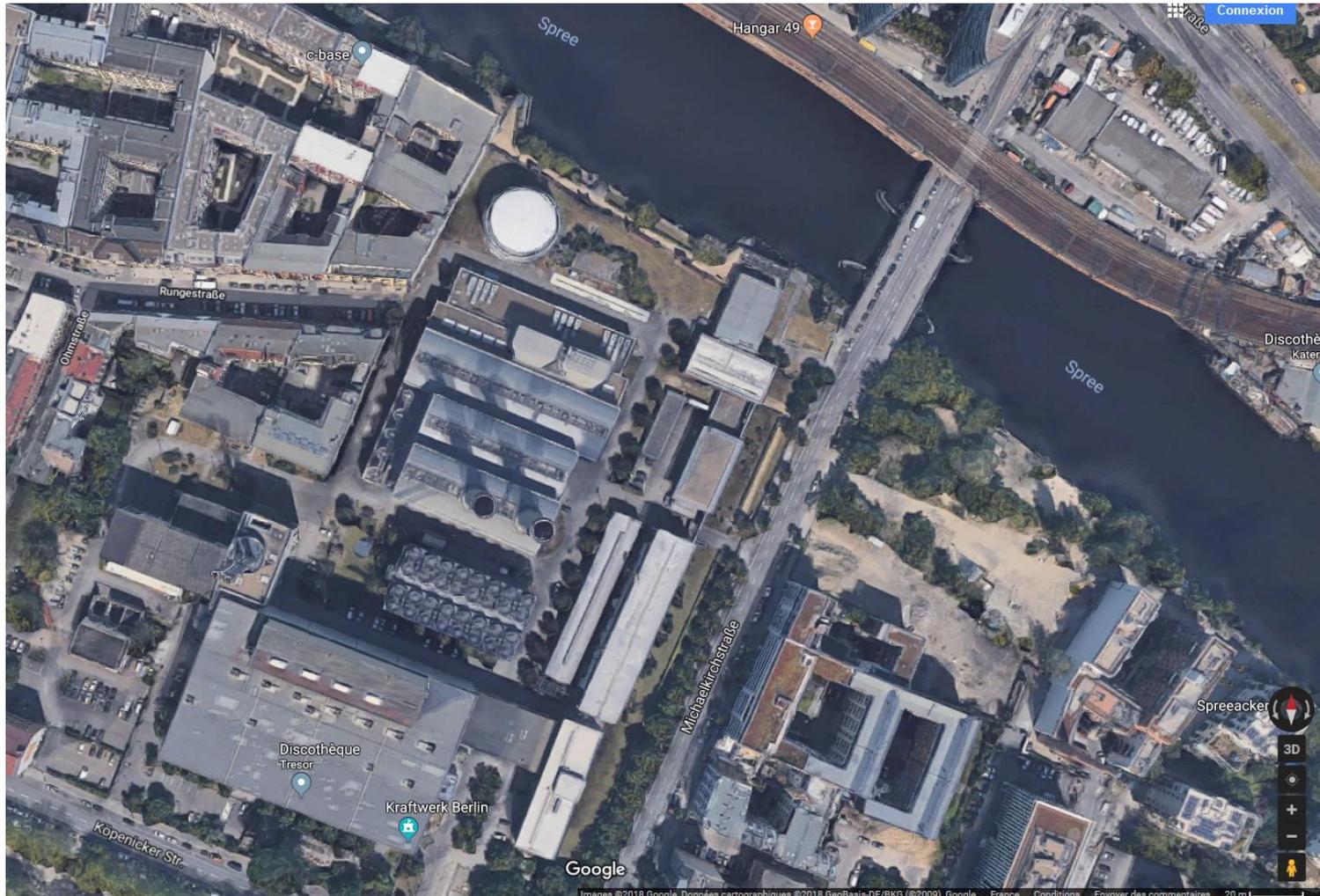


Cogénération en Europe

Berlin . Centrale cogénération Mitte



Berlin . Centrale cogénération Mitte



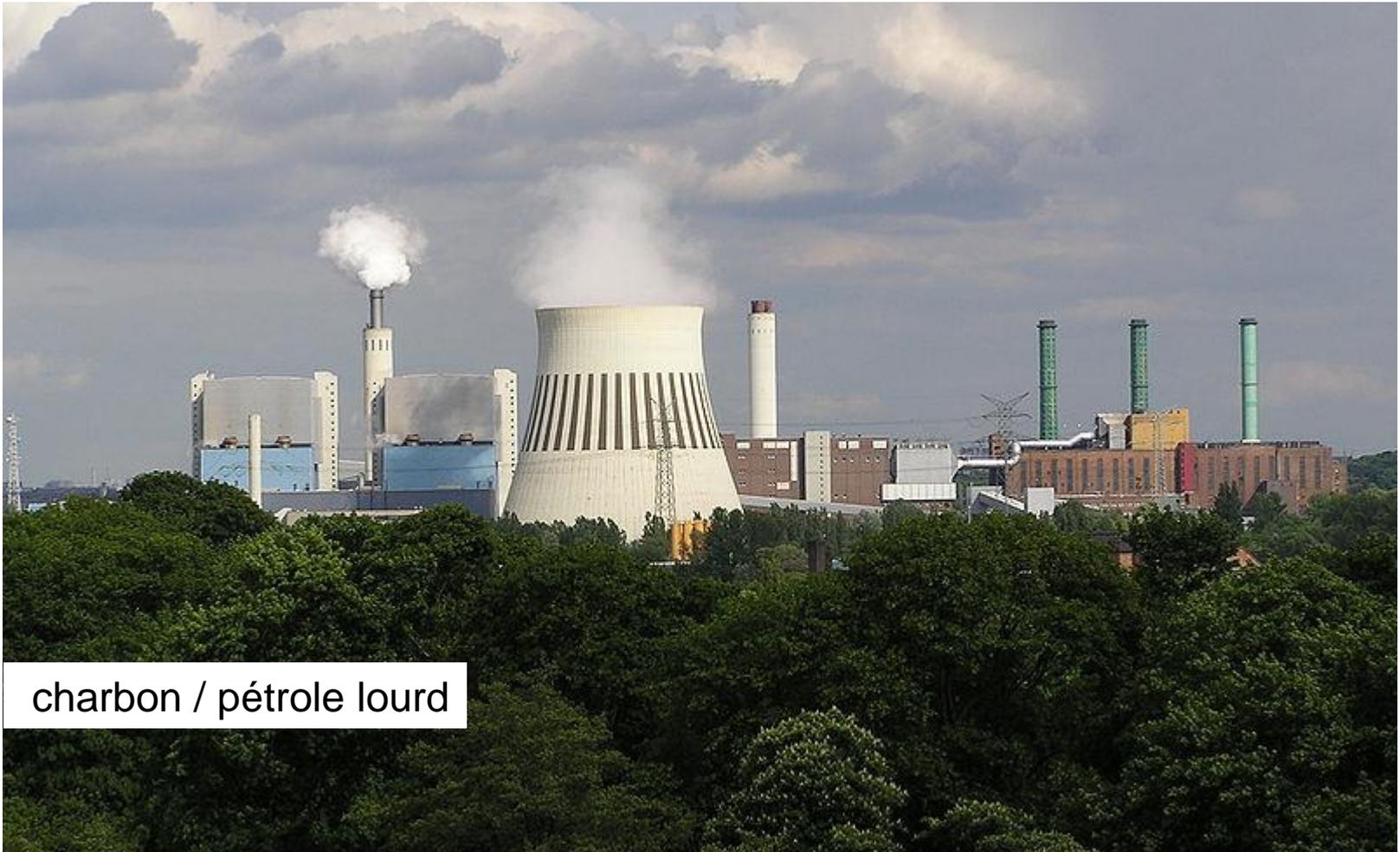
Berlin . Centrale cogénération Mitte



444 MWe et 680 MWth

charbon / pétrole lourd gaz naturel)

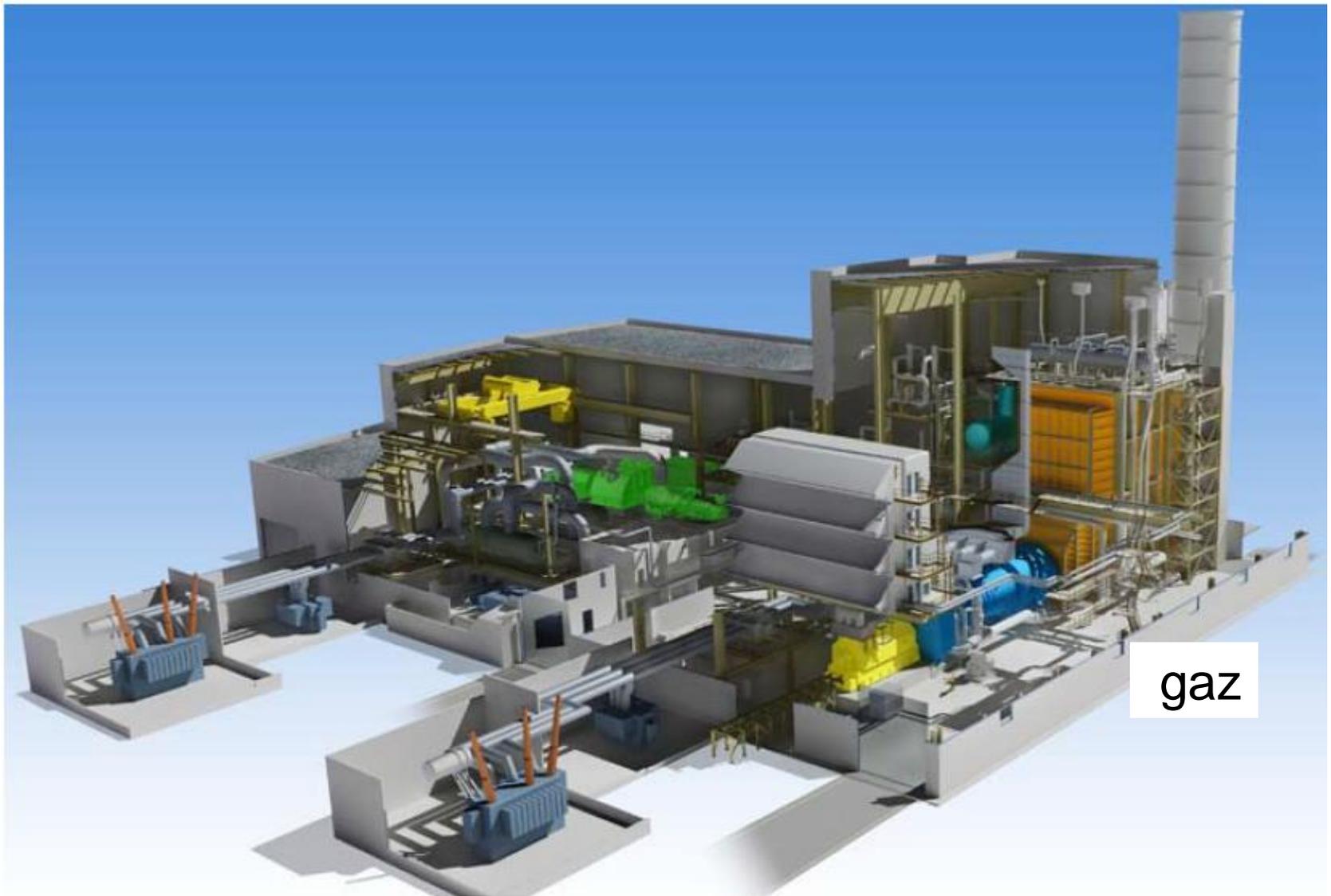
Berlin . Centrale électrique (cogénération) Reuter Ouest



charbon / pétrole lourd

255 MWe et 363 MWth (par tranche)

Moscou . Centrale TPP-26 [Mosenergo (Gazprom)]



gaz

Electric power 420MW and thermal power 265MW

Avedøre / Copenhagen . Danemark



Avedøre 2

4 combustibles
différents:

- gaz naturel,
- pétrole,
- granulés de bois
- paille.

585 MWe +
570 MWth

Chaleur → 130 000 foyers. Electricité → 1 million de foyers.

2 chaudières et 1 turbine à gaz naturel.

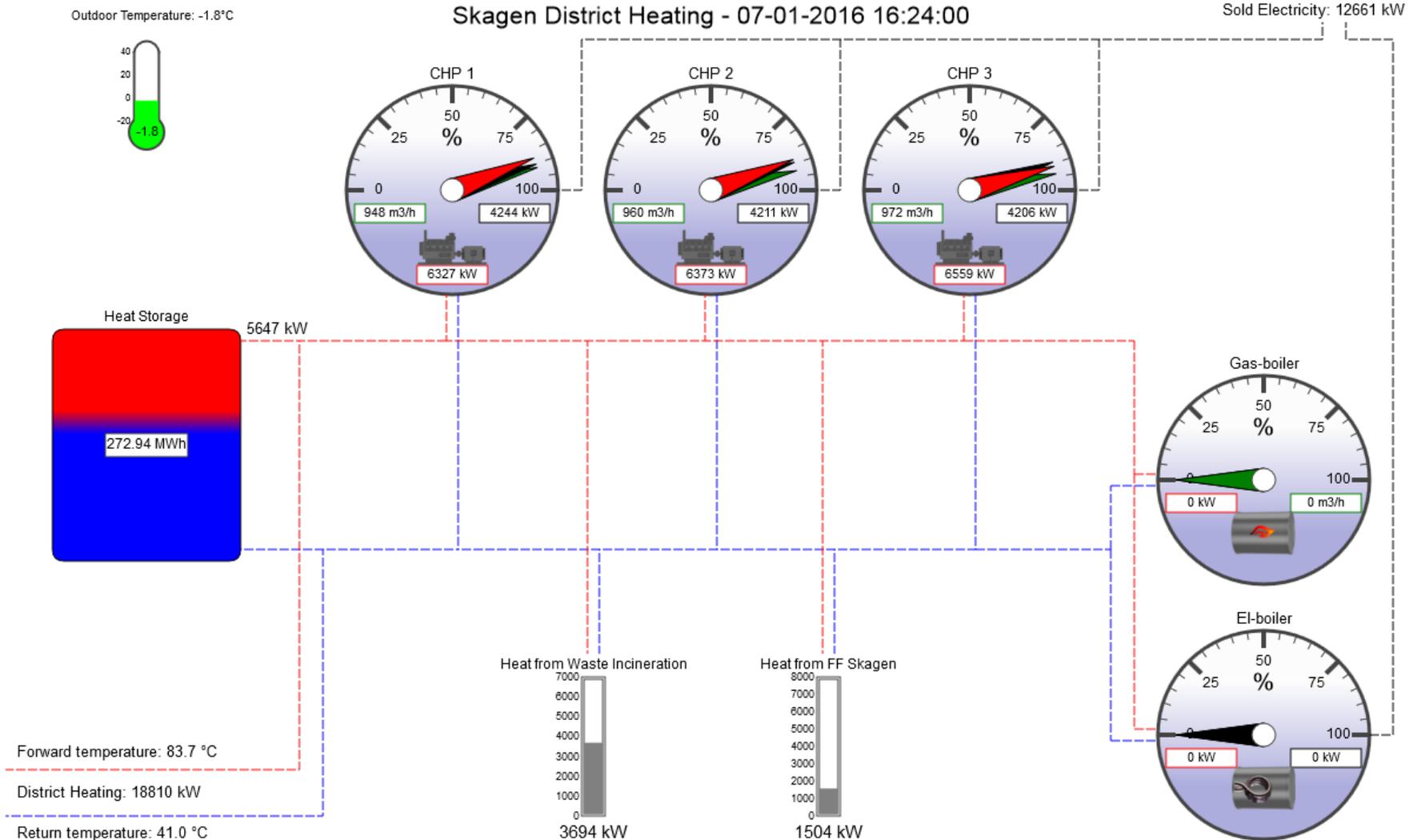
Chaudière à biomasse → matériaux ligno cellulaire (paille)

Chaudière à vapeur → gaz naturel, pétrole et granulés de bois.

Skagen - DK

Number of consumers connected to the district heating network is 2,400.

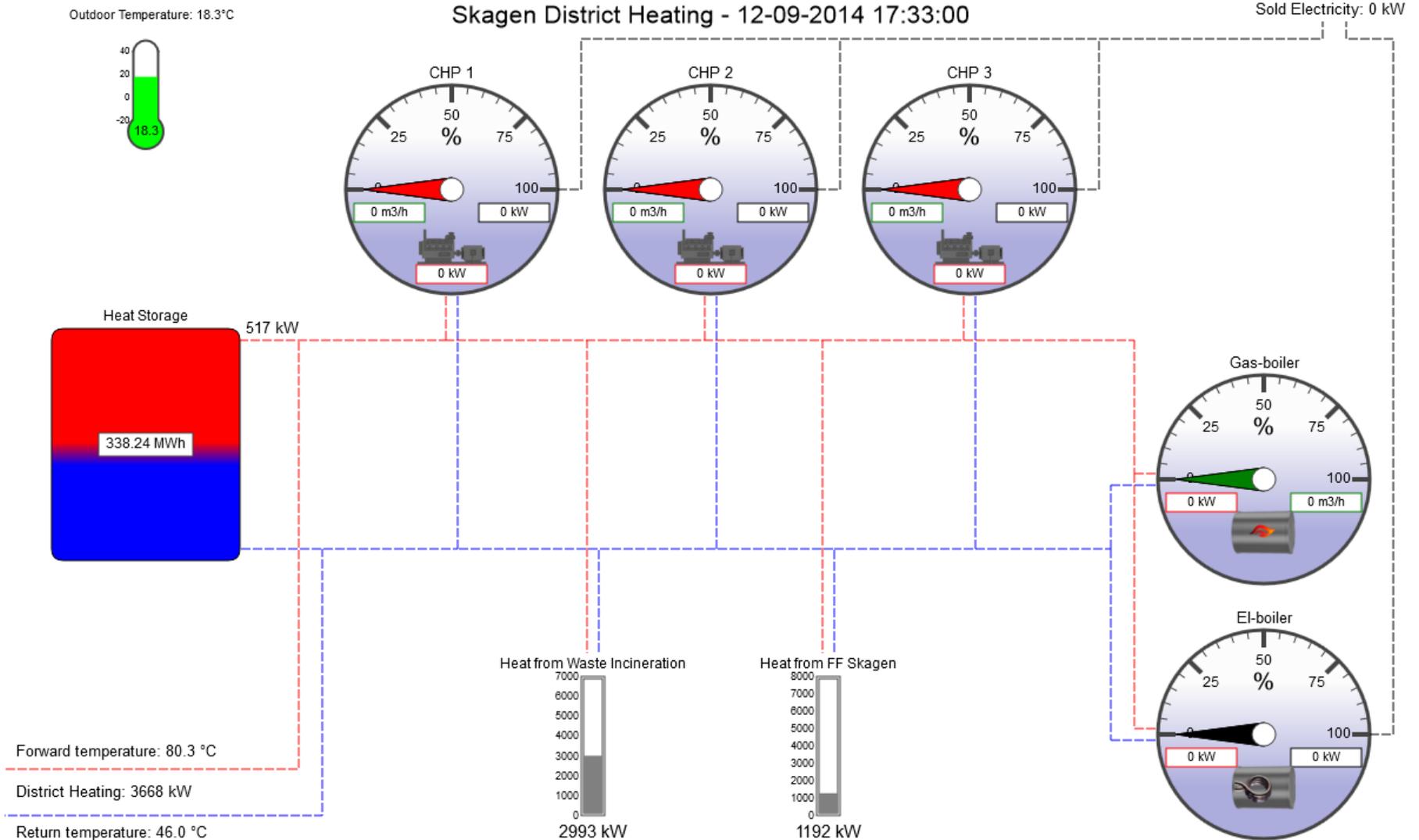
Heat storage tank : 4,150 m³



Skagen - DK

Number of consumers connected to the district heating network is 2,400.

Heat storage tank : 4,150 m³



Skagen - DK

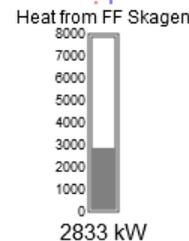
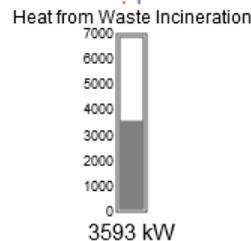
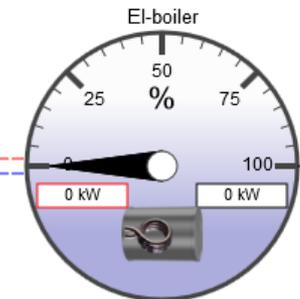
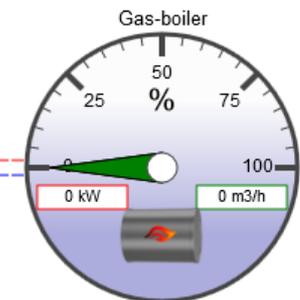
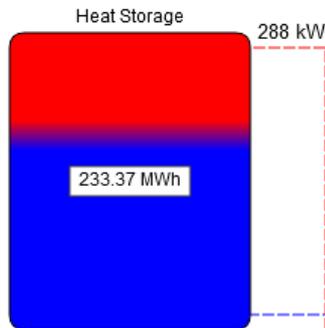
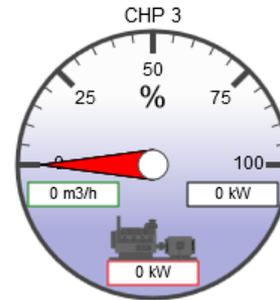
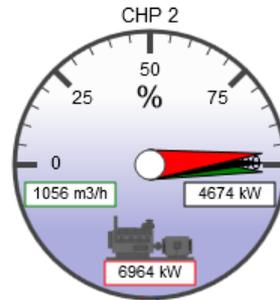
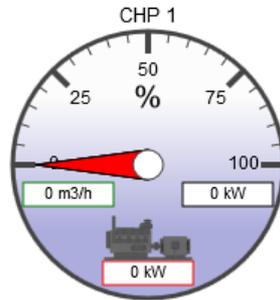
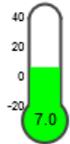
Number of consumers connected to the district heating network is 2,400.

Heat storage tank : 4,150 m³

Skagen District Heating - 14-02-2014 14:57:00

Sold Electricity: 4674 kW

Outdoor Temperature: 7.0°C



Forward temperature: 90.8 °C

District Heating: 13678 kW

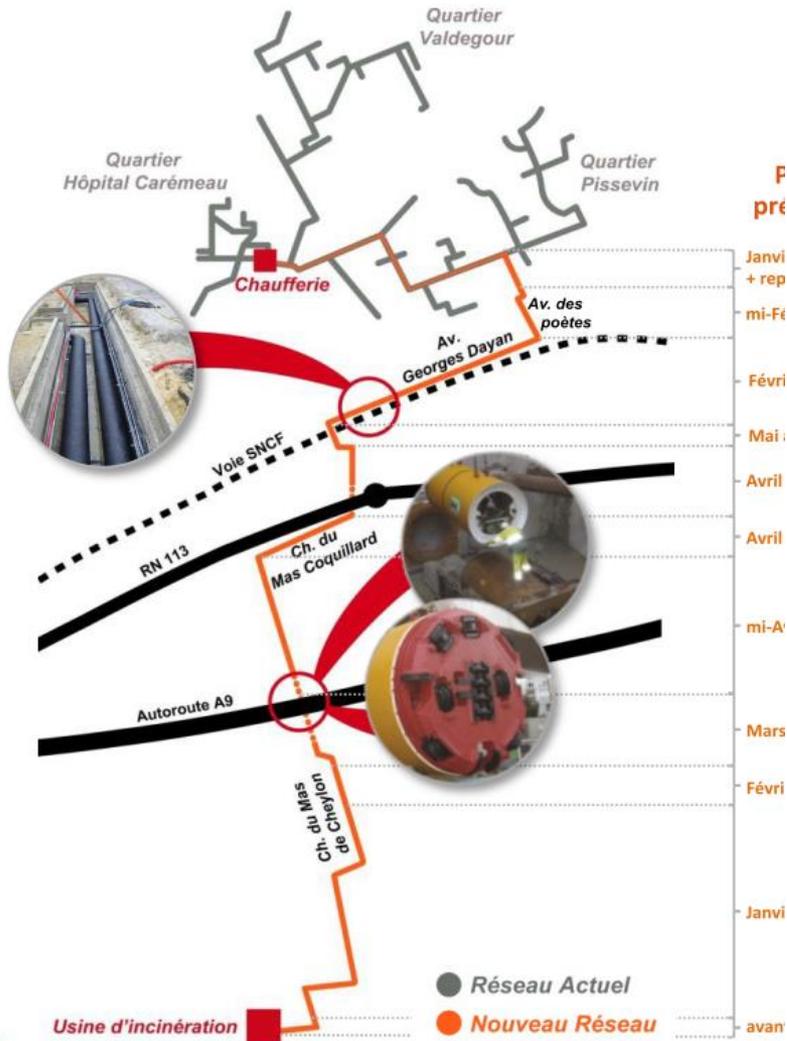
Return temperature: 42.0 °C

Actualités régionales

COGÉNÉRATION biomasse - UIOM

Réseau de chaleur Nîmes

Le tracé du nouveau réseau



Extension du réseau : 4.7 Km

Coût total de l'opération : 9.5 M€

Une **baisse significative du prix** moyen de la chaleur.

OM → vapeur →
↪ TAV + Alternateur

6200 équivalents logements

Puissances cogénération : 20 MWth + 10 MWe

Trigeneration, wood cogeneration, urban network cooling production by absorption of hot water

URBAN Network :

300 000 m2 and 18 GWh uses by years



New building for wood CHP

Technology ORC
Organic Rankine
Cycle



performance:

Combined Heat and Power CHP 500 kWélec
95% renewable heat
Efficiency cogeneration > 84%

Centrale biomasse Port-Marianne
8,3 MWth bois - 18 MW th gaz