



PROJET MICRO

Caractérisation d'une unité de microcogénération - ECOPOWER

X. Bernard
L. Rijmenans
J. Martin
J.- M. Seynhaeve
O. Squilbin

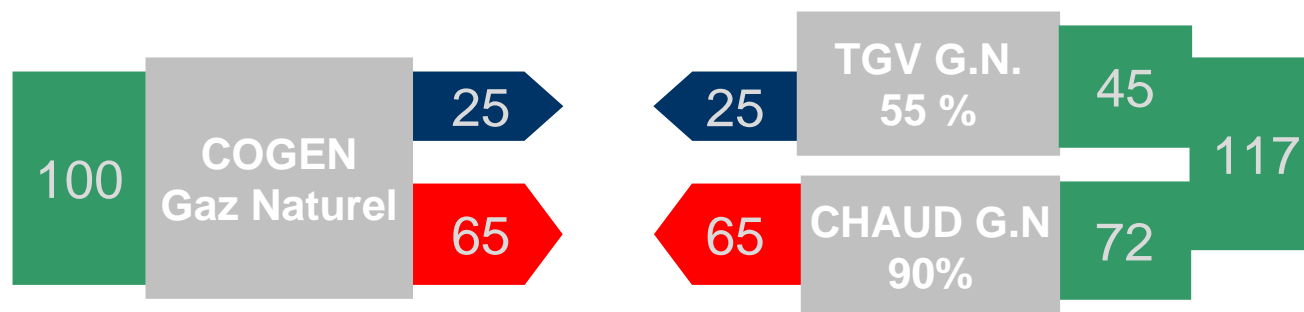


RESUME

- **Introduction**
- **Description de l'installation de cogénération**
- **Analyse énergétique**
- **Caractérisation des émissions**
- **Comparaison avec les technologies disponibles**
- **Ballons de stockage stratifiés**
- **Conclusion**

Introduction

- **Contexte**
 - Changement climatique: réduction des émissions de CO₂
 - Libéralisation du marché de l'énergie
 - Promotion de l'énergie verte (certificats verts)
- **Cogénération: intérêt en théorie**

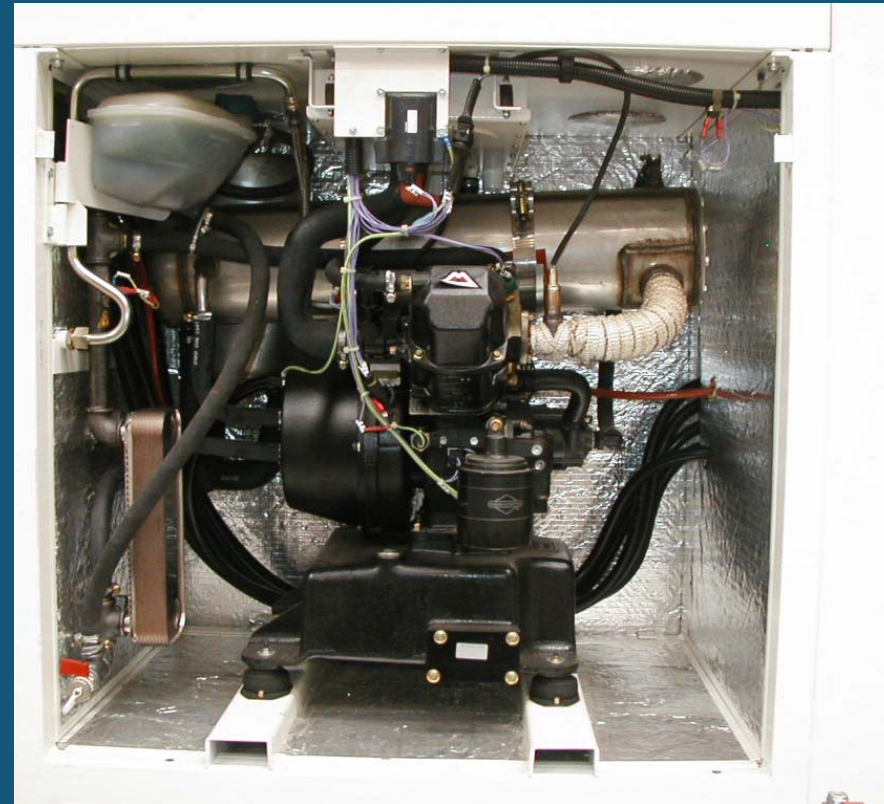


Economie en énergie primaire : $1 - 100 / 117 = 15 \%$

- **Micro: <20 kWe (utilisation domestique)**



Installation : Moteur



Régime : 1700 à 3600 rpm

Puissance électrique : 2 à 4,7 kW

Puissance thermique : 6 à 12,5 kW

Rendement cogen : 90 %

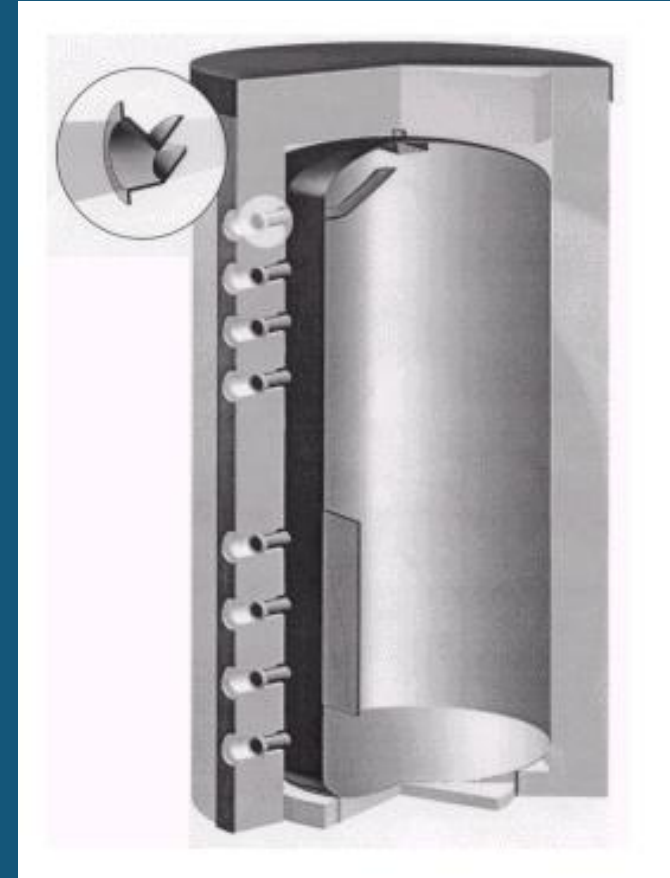
Rendement électrique : 25 %

Rendement thermique : 65 %



Installation : Cuve de stockage

- **Intérêt**
 - Couvrir les pointes
 - Réduire le nombre d'arrêt / démarrage
 - Découpler la demande et la production

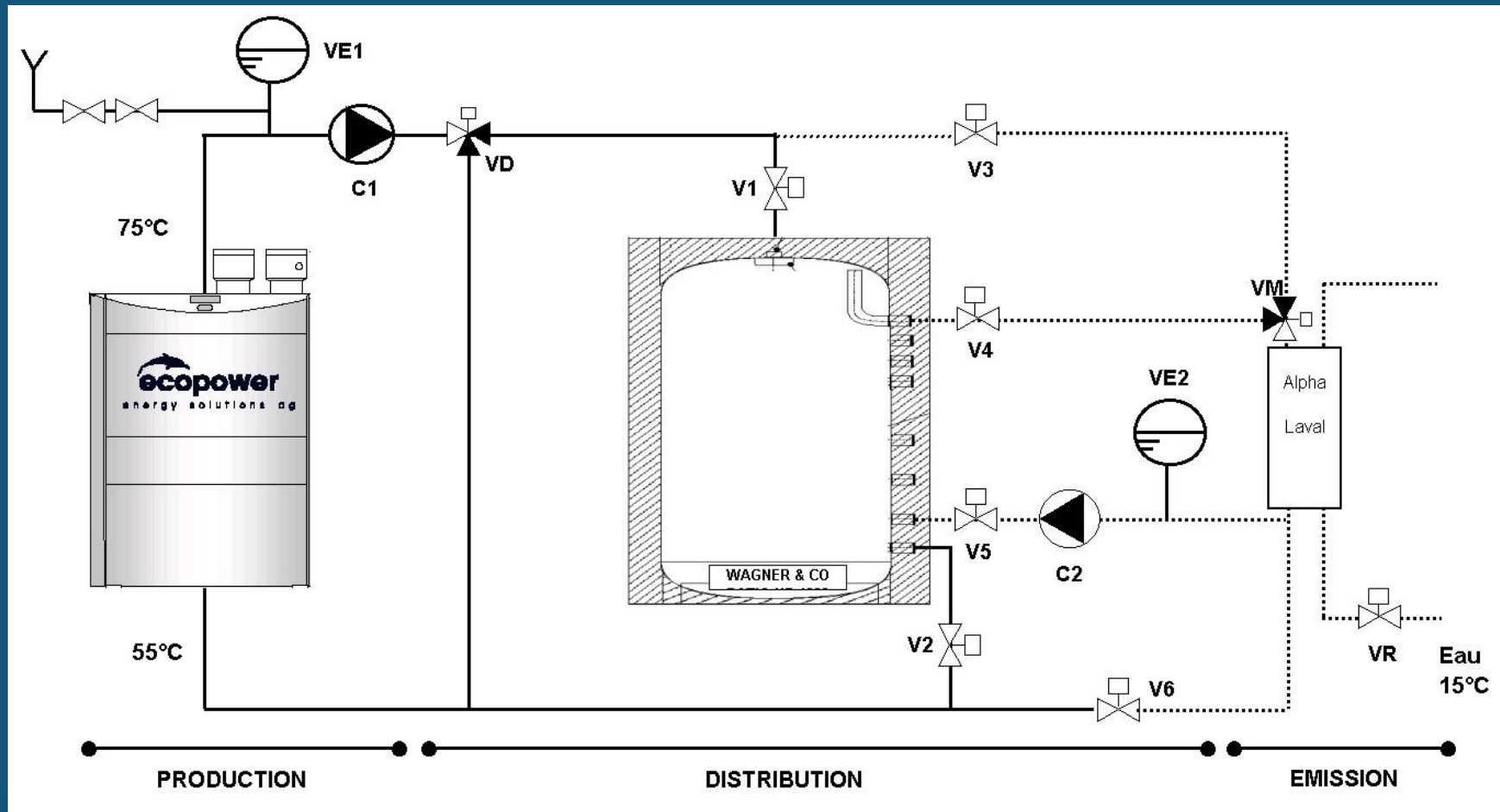


**Ratio HP Wagner&CO
1000 I**



Installation : Schéma hydraulique

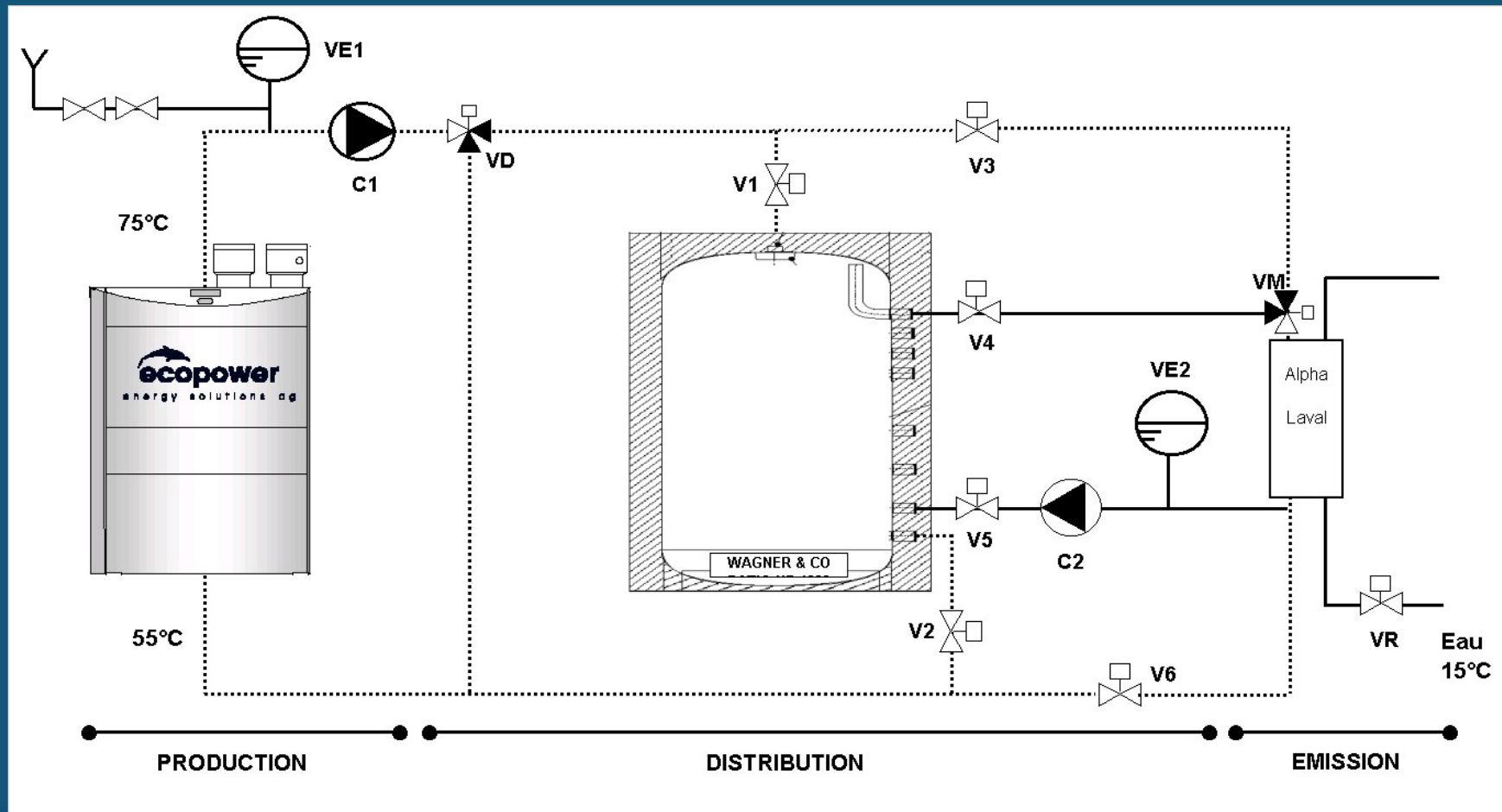
- Mode 1 : Chauffage du ballon





Installation : Schéma hydraulique

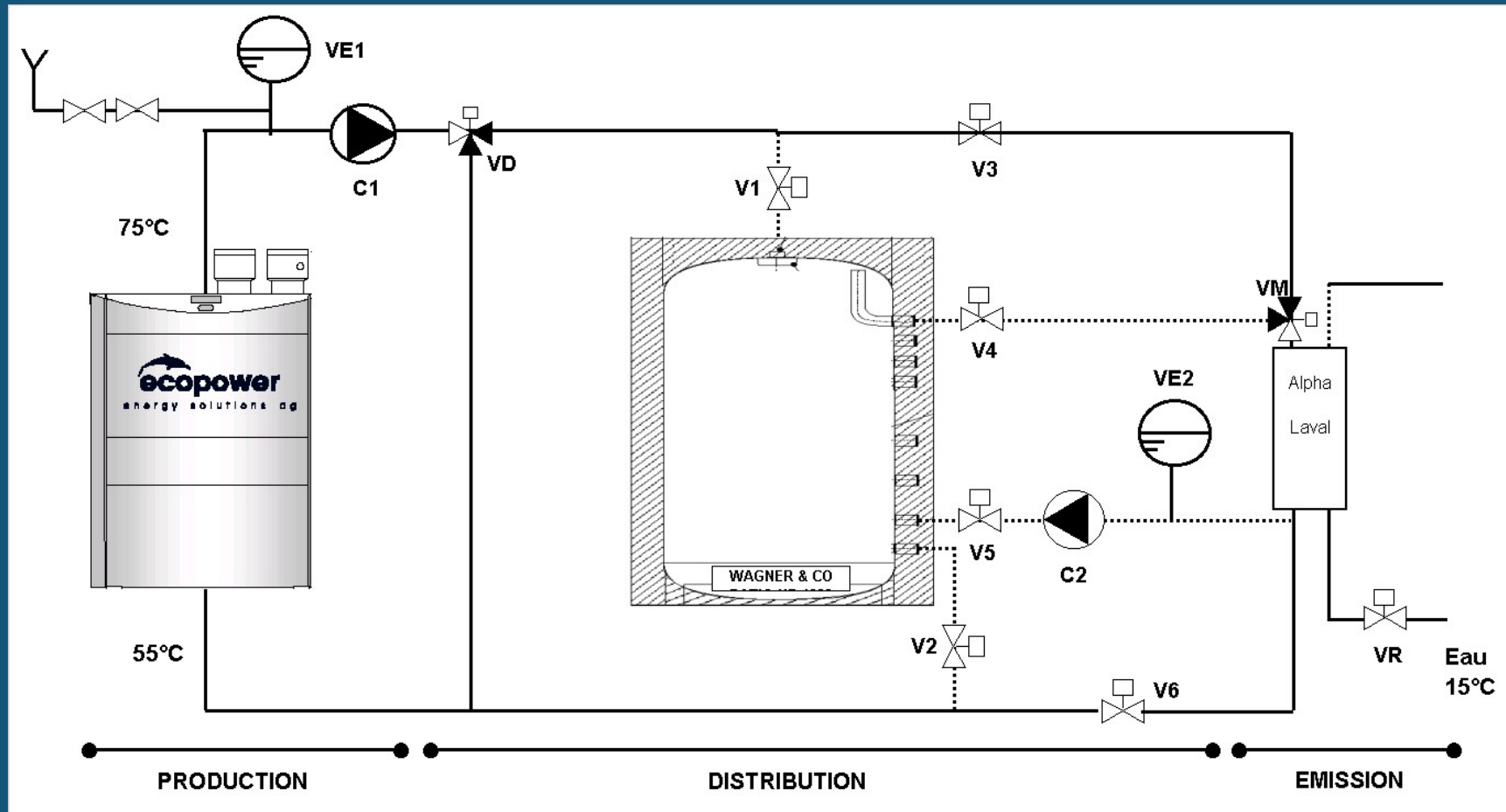
- Mode 2 : Chauffage par le ballon





Installation : Schéma hydraulique

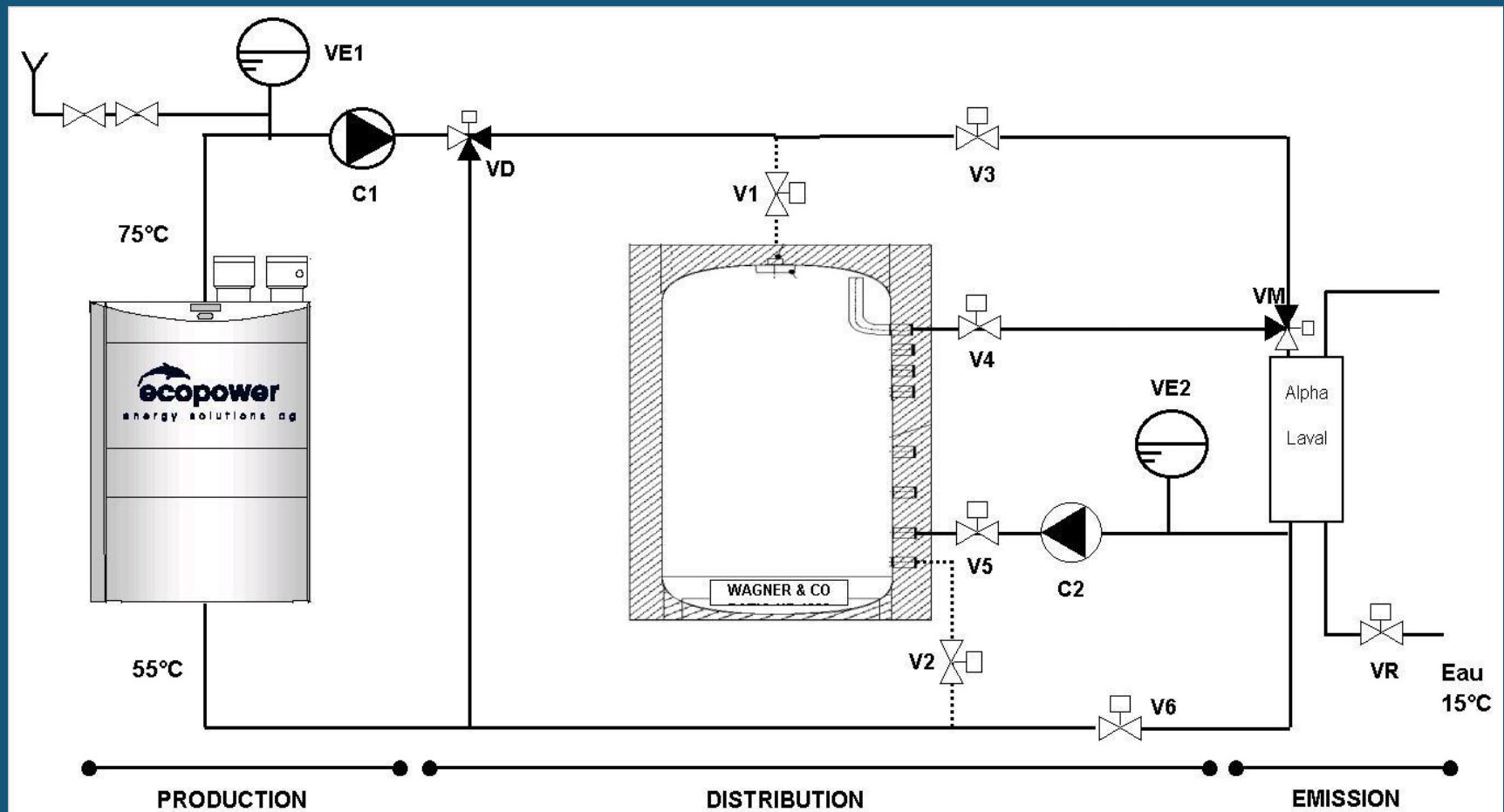
- Mode 3 : Chauffage par l'Ecopower





Installation : Schéma hydraulique

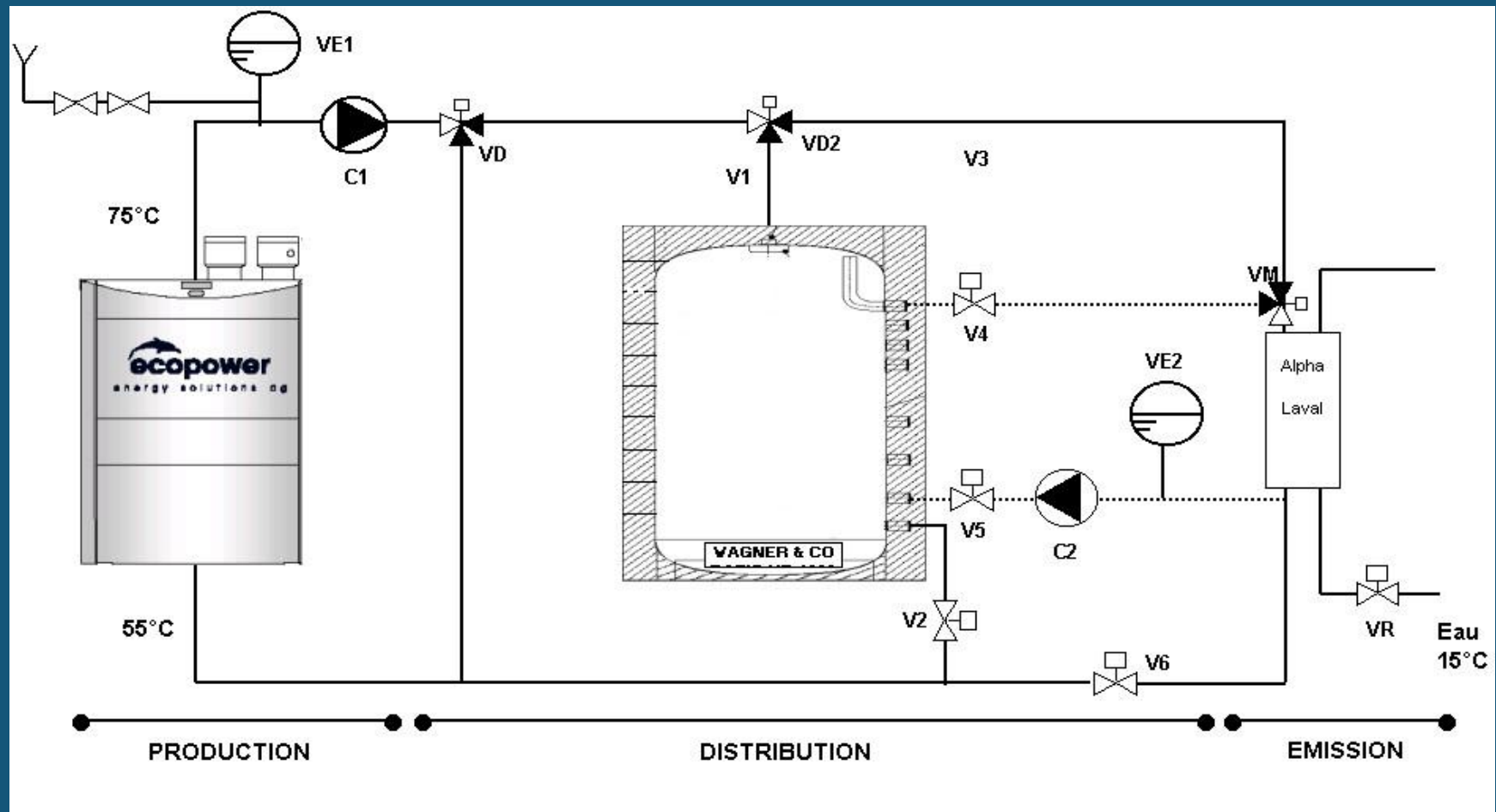
- Mode 4 : Chauffage double





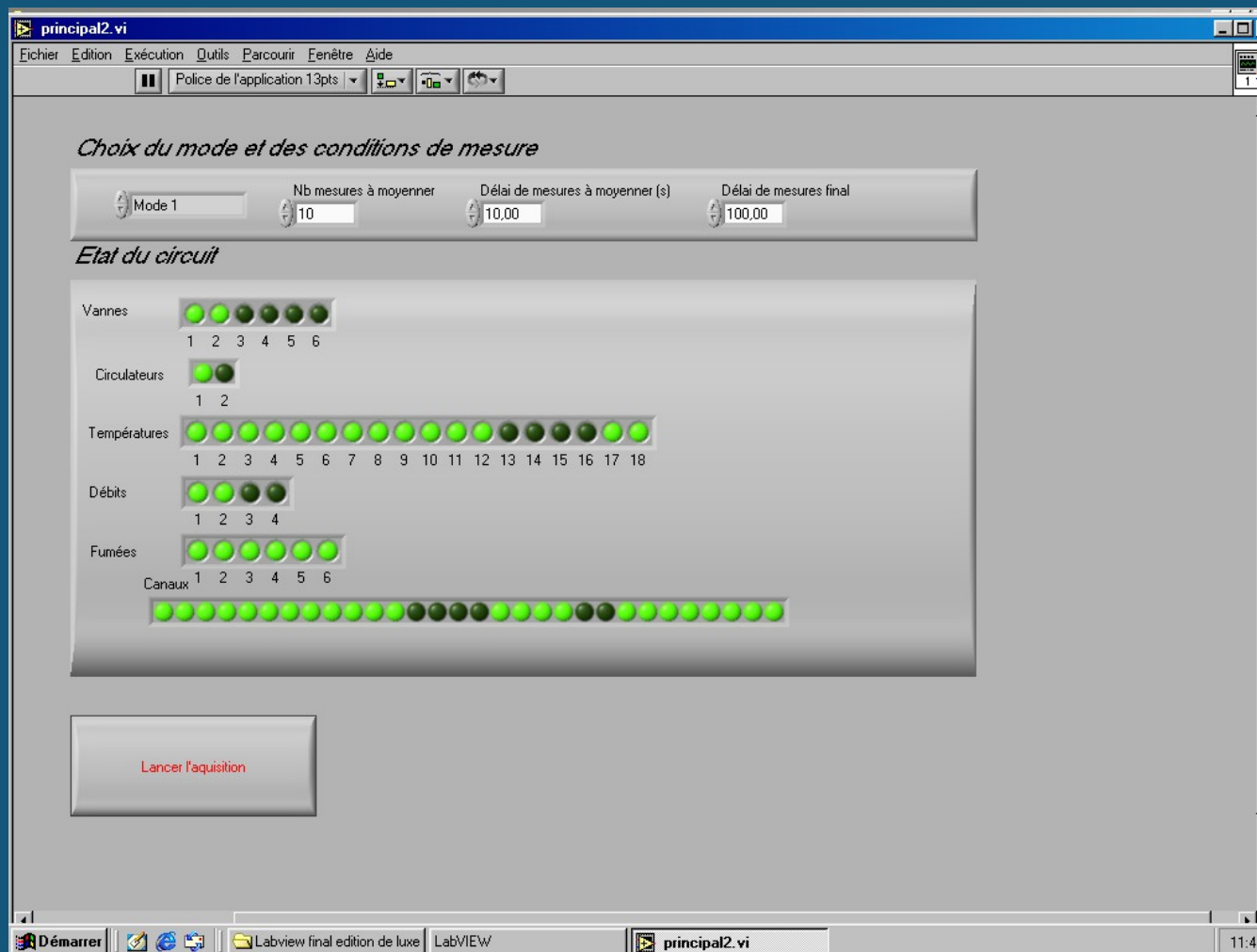
Installation : Schéma hydraulique

- Mode 5 : Chauffage Mixte





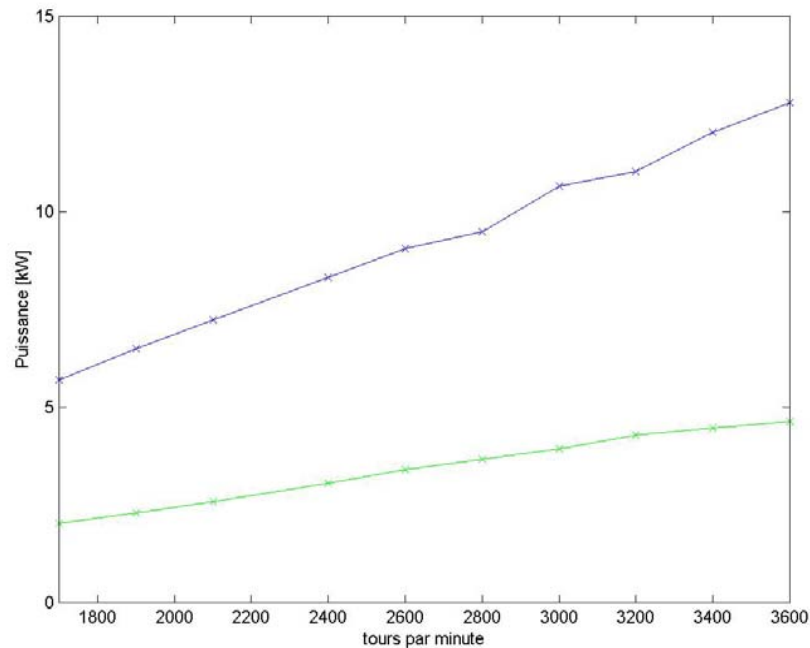
Installation : Automatisation et acquisition



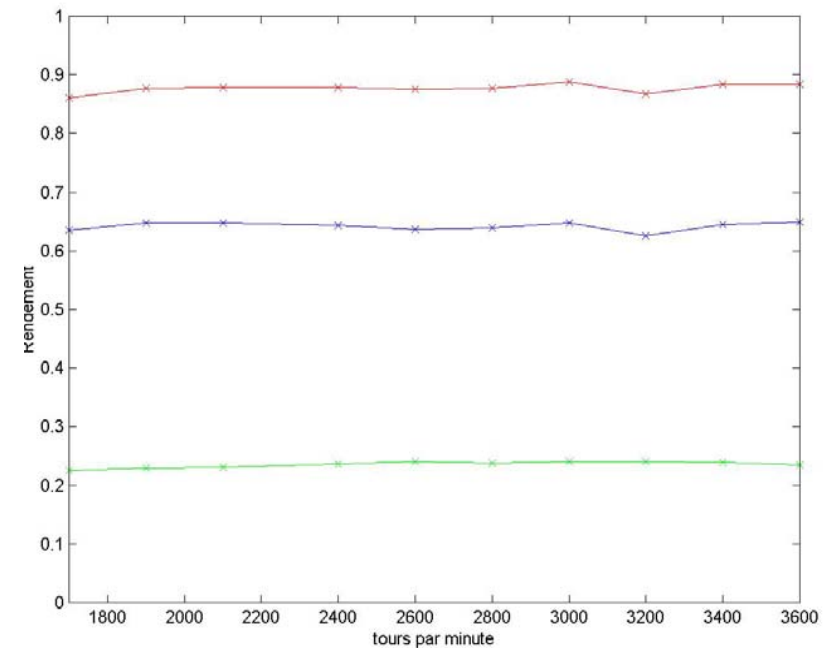


Analyse énergétique

- Puissances



- Rendements

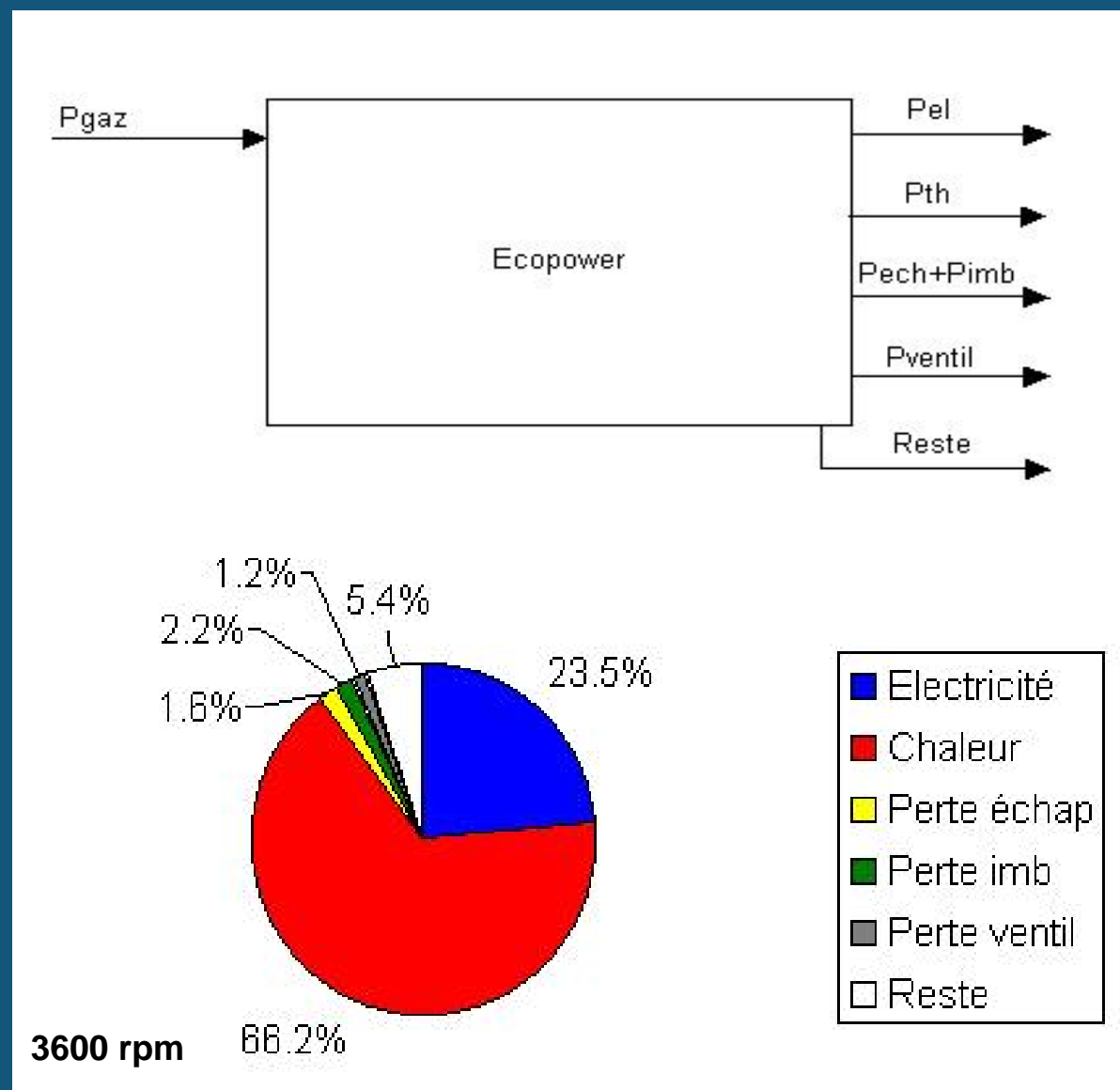


$P_{\text{él}}$: 2 à 4,6 kW
 P_{th} : 5,7 à 12,8 kW

$\alpha_{\text{él}}$: 22,4 à 24 %
 α_{th} : 62,6 à 64,9 %
 η_{cogen} : 86 à 88 %



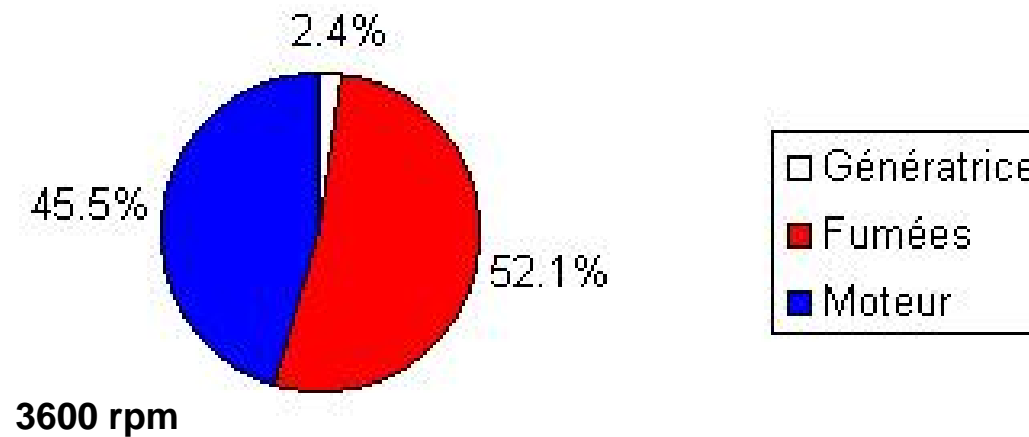
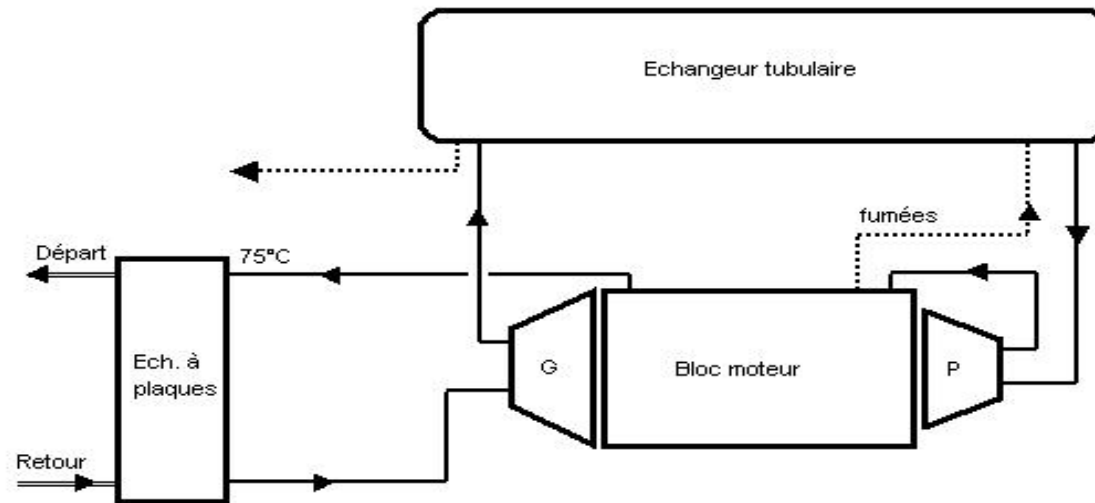
Analyse énergétique : bilan



Exemple de cogénération



Analyse énergétique : récupération de la chaleur

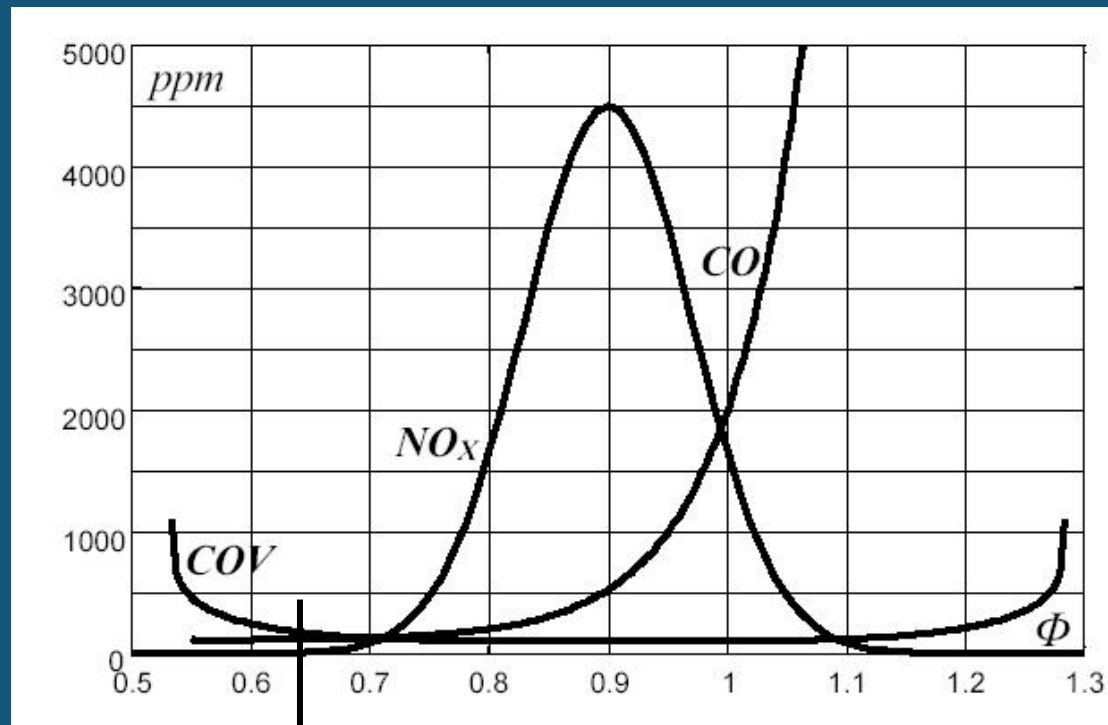


Exemple de cogénération



Emissions

- Réduction des émissions
 - Catalyseur 3 voies → choix Ecopower
 - Le « lean burn »



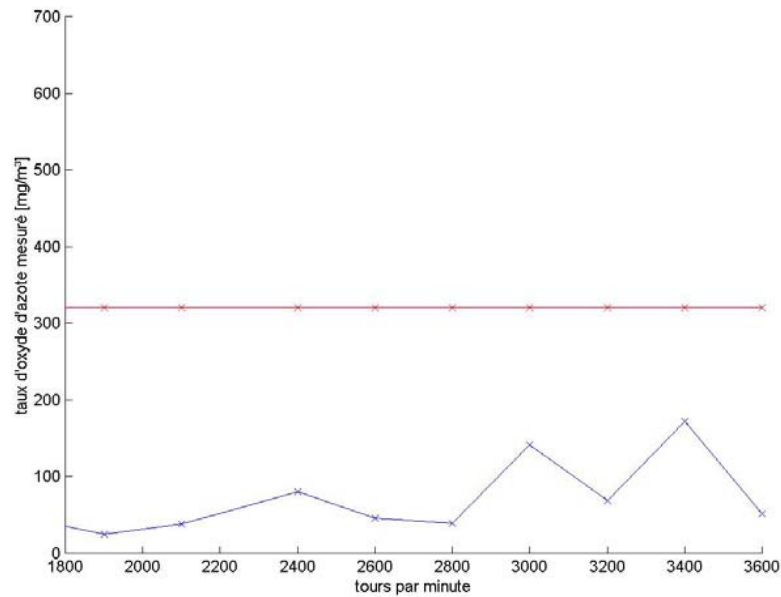
$\eta_{meca} : 60 \%$

Exemple de cogénération



Emissions

NOx

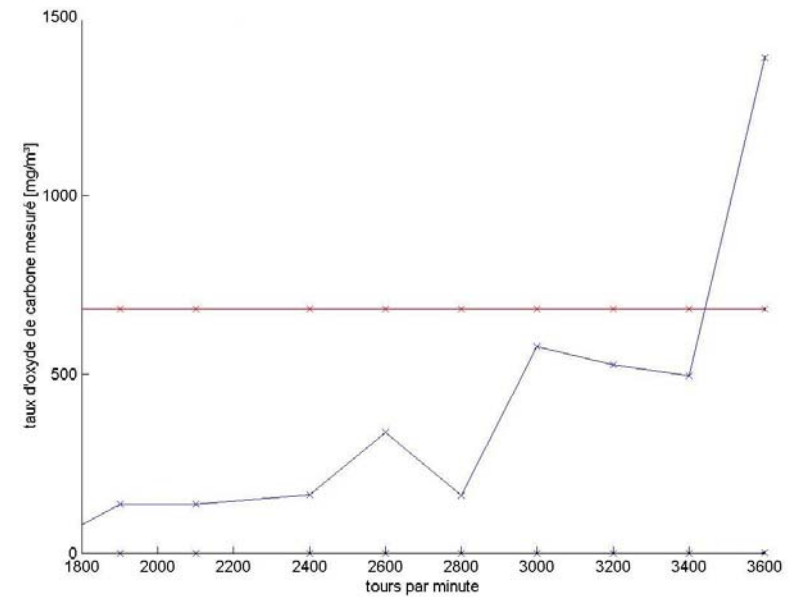


NOx mesuré : 20 à 200 mg/m³

NOx constructeur : 70 mg/m³

Norme TA Luft : 500 mg/m³

CO



CO mesuré : 60 à 1375 mg/m³

CO constructeur : 400 mg/m³

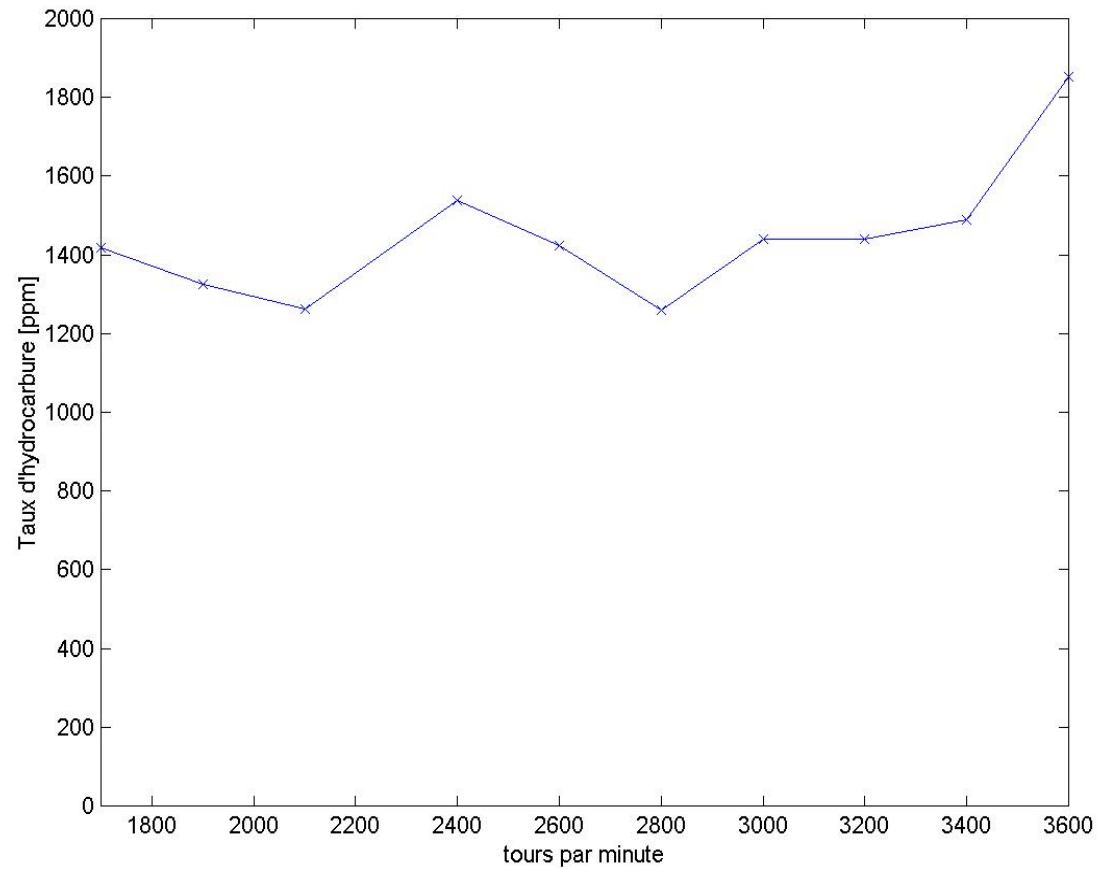
Norme TA Luft : 650 mg/m³



CH₄

- Pas de normes
- 95 % de méthane
- PRG : 21

Emissions



Hydrocarbures : 1200 à 1800 ppm



Emissions

- Economie en production de CO₂ – Effet de serre ?

- $\eta_{\text{chaud}} = 90 \%$ et $\eta_{\text{tgv}} = 55 \%$

- Index d'économie en CO₂ : $1 - \frac{(CO_2)_{\text{cogen}}}{(CO_2)_{\text{chaud}} + (CO_2)_{\text{tgv}}}$

→ **14,2 %**

- En tenant compte du méthane : $1 - \frac{(CO_2)_{\text{equiv,cogen}}}{(CO_2)_{\text{chaud}} + (CO_2)_{\text{tgv}}}$

PRG=21 → **- 8 % !!!**



Comparaison avec d'autres sytèmes de cogénération ENERGIE

| Cogénérateur | Rpm | $P_{\text{élec}}$ [kW] | P_{th} [kW] | α_{elec} | α_{th} | Eco.Comb. |
|---------------|-----------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|-----------|
| Ecopower C. | 1700-3600 | 2 à 4,7 | 6 à 12,5 | 25% | 65% | 15% |
| Senertec C. | 1500 | 5,5 | 12,6 | 28% | 62% | 16,5 % |
| Solo C. | 1500 | 2 à 9,5 | 8 à 26 | 24% | 66% | 14.50% |
| Ecopower exp. | 1700-3600 | 2 à 4.6 | 5,7 à 12.8 | 22.4 à 24 % | 62,6 à 64,9 % | 14,2% |
| Senertec exp. | 1500 | 5,16 | 11,23 | 26% | 56,6 % | 9,2 % |

C. : Constructeur

Ecopower exp. : Expériences UCL

Senertec exp. : Expériences KUL



Comparaison avec d'autres sytèmes de cogénération EMISSIONS

$$\varphi = \frac{Q}{E}$$

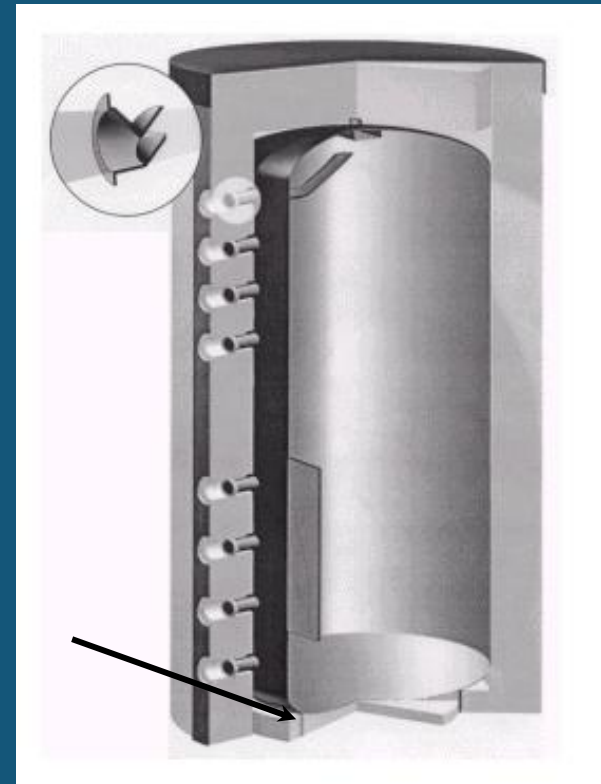
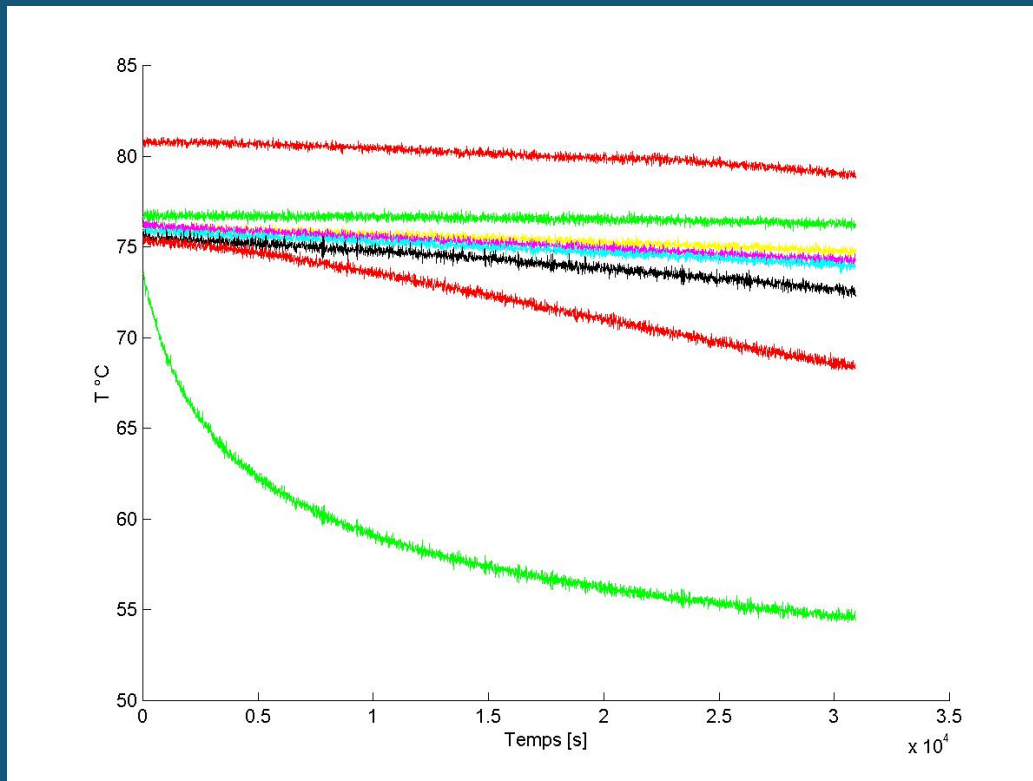
| Cogénérateur | NOx [mg/m ³] | CO [mg/m ³] | CH ₄ [mg/m ³] | φ | C.V. / an |
|---------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-----------|-----------|
| Ecopower C. | 70 | 400 | - | 2,6 | 0,15Q |
| Senertec C. | - | - | - | 2,21 | 0,176Q |
| Solo C. | 80 | 50 | 0 | 2,75 | 0,141Q |
| Ecopower exp. | 148 | 577 | 1205 | 2,76 | 0,141Q |
| Senertec exp. | 200 | 5.5 | 2200 | 2,18 | 0,099Q |

**C.V./an: nombre de certificats verts obtenus en 1 an
pour une même production Q de chaleur**



Ballons stratifiés

- Refroidissement statique



→ **Nécessité de placer un panneau isolant sous la cuve.**

Exemple de cogénération

Conclusions

- **Réalisation des objectifs**
 - Réalisation d'une installation de chauffage ✓
 - Instrumentation et automatisation de l'installation ✓
 - Caractérisation du cogénérateur ✓
 - Expériences réalisées sur la cuve de stockage
- **Principaux résultats**
 - réduction de CO₂ : 14%
 - mais effet de serre : – 8 % ?
 - Performances constructeur ECOPOWER vérifiées