



Gestion optimale de solutions de micro cogénération

BOUVENOT Jean-Baptiste
ICube UMR 7357
jean-baptiste.bouvenot@insa-strasbourg.fr
0388144967



-  Introduction
-  Micro cogénération gaz à moteur Stirling
-  Micro cogénération biomasse à cycle de Rankine
-  Optimisation
-  Conclusion

 Introduction

 Micro cogénération gaz à moteur Stirling

 Micro cogénération biomasse à cycle de Rankine

 Optimisation

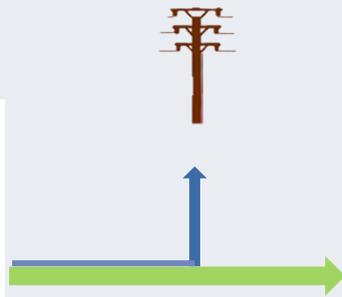
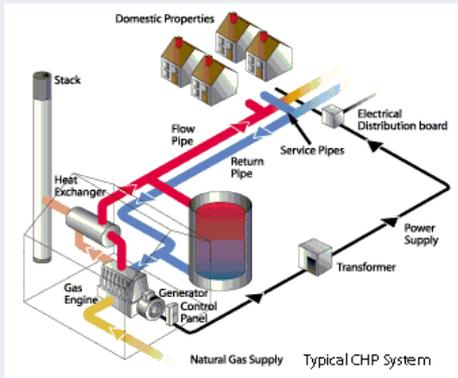
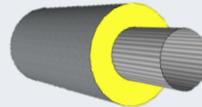
 Conclusion



$\eta_{el} = 39 \%$
 $P_{el} = 1\,500 \text{ MW}$



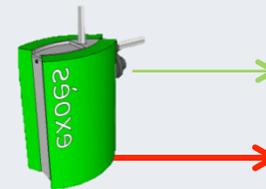
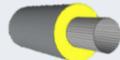
$\eta_g = 39 \%$



$\eta_{el} = 25-35 \%$
 $P_{el} = 0,1-100 \text{ MW}$



$\eta_g = 70-85 \%$



$\eta_{el} = 10-30 \%$
 $P_{el} = 1-10 \text{ kW}$

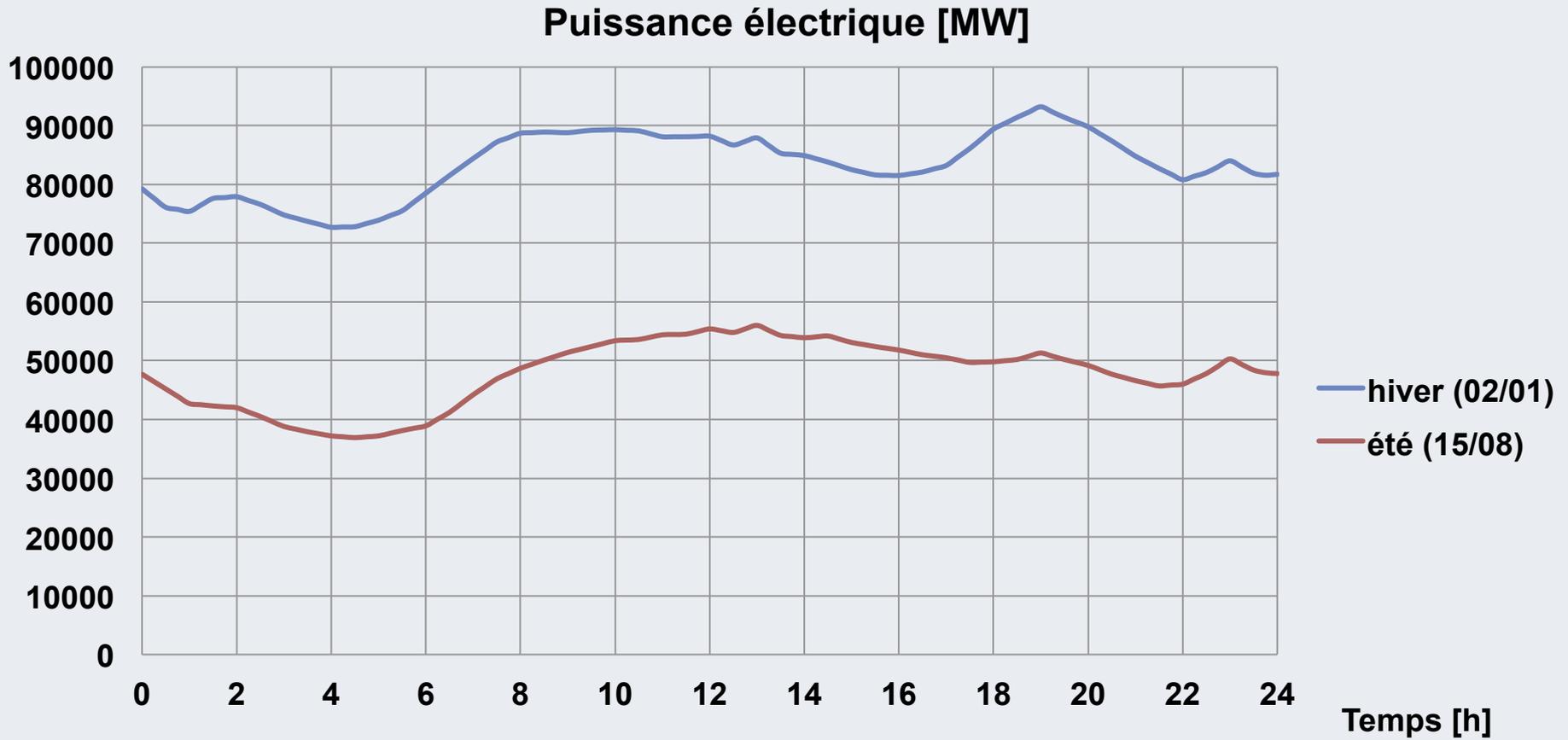
$\eta_g = 80-100 \%$



Ou?

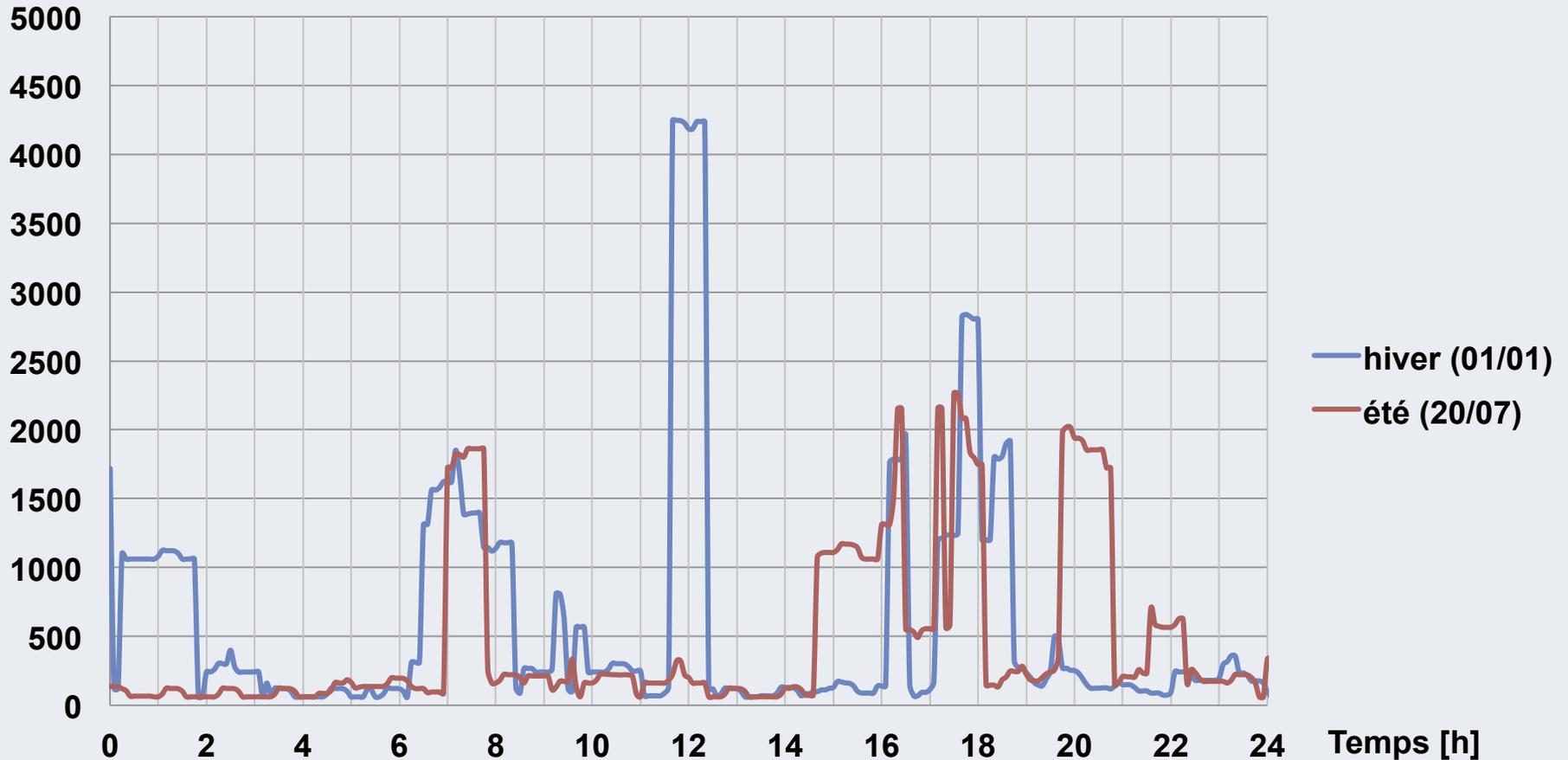


☐ Consommation globale

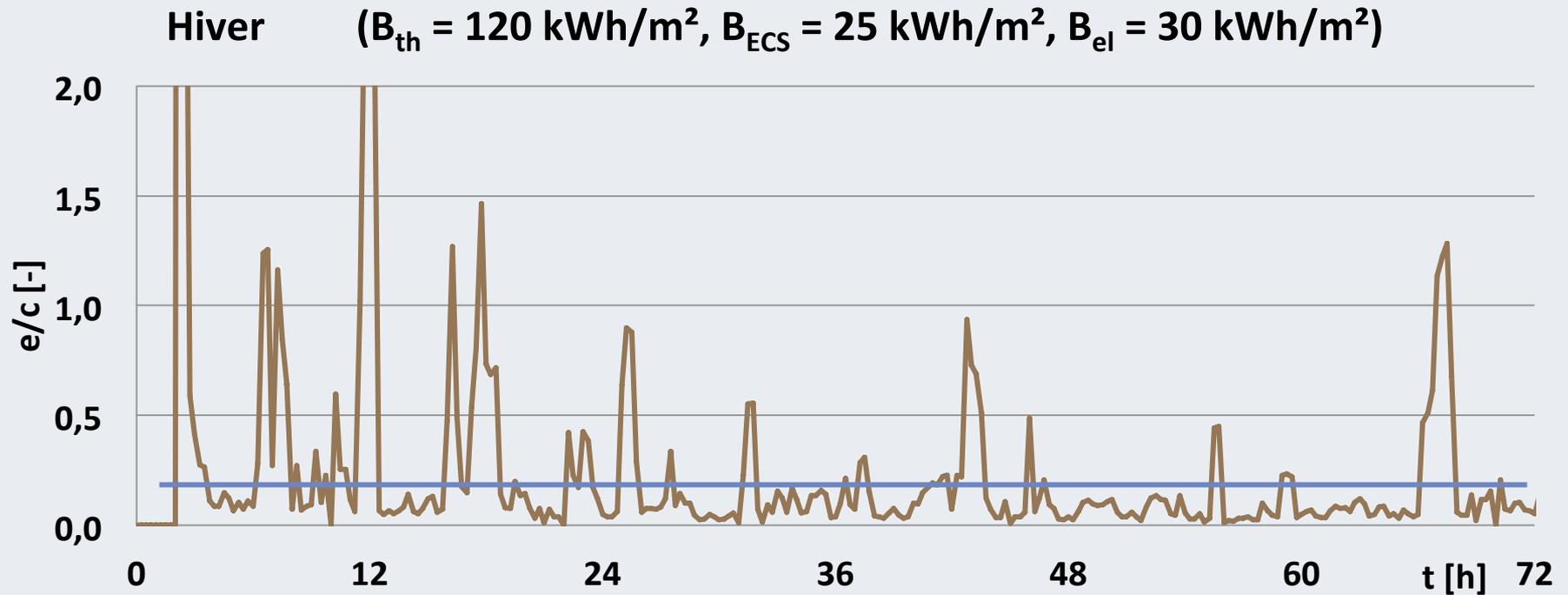


□ Consommation individuelle

Puissance électrique [W]

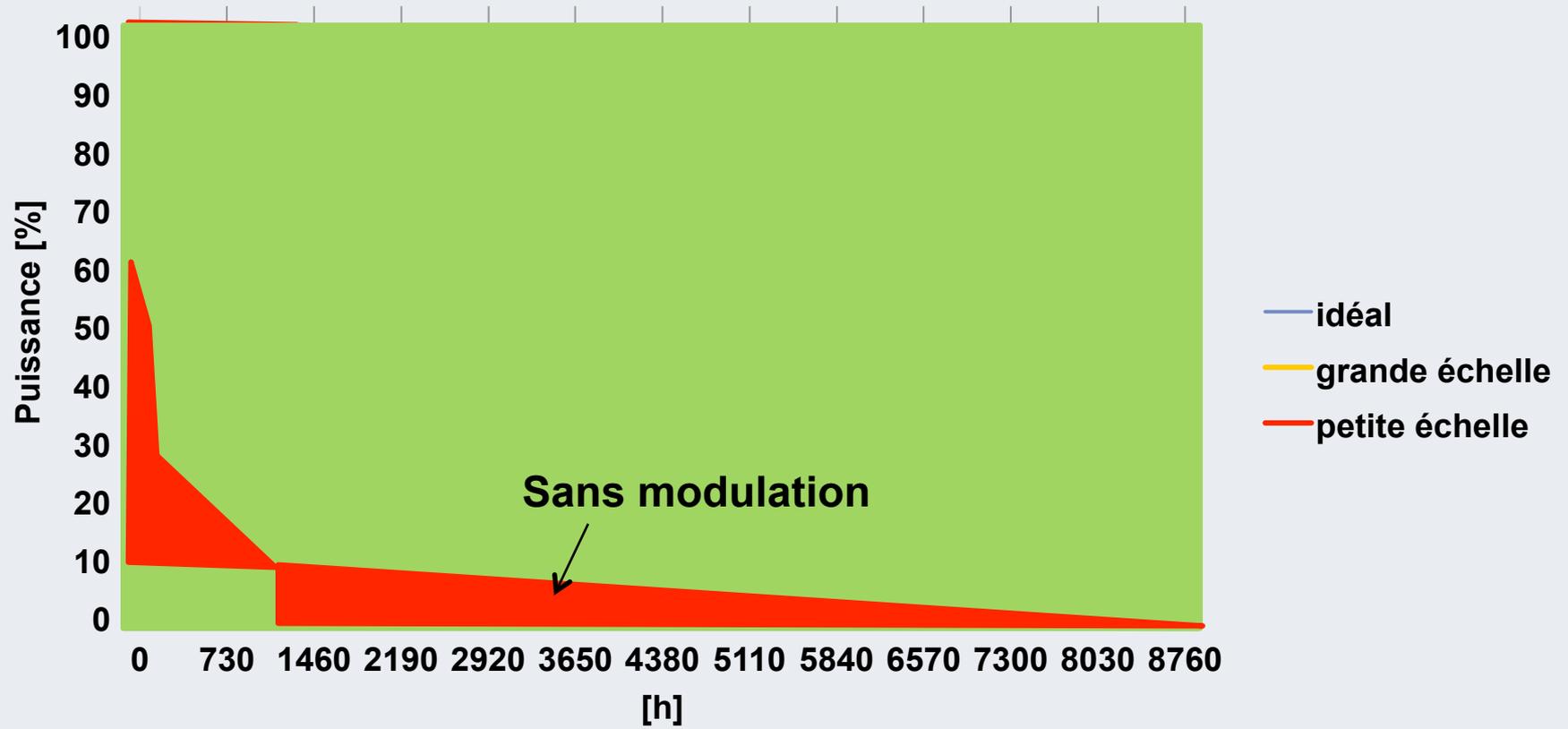


□ Evolution du ratio e/c



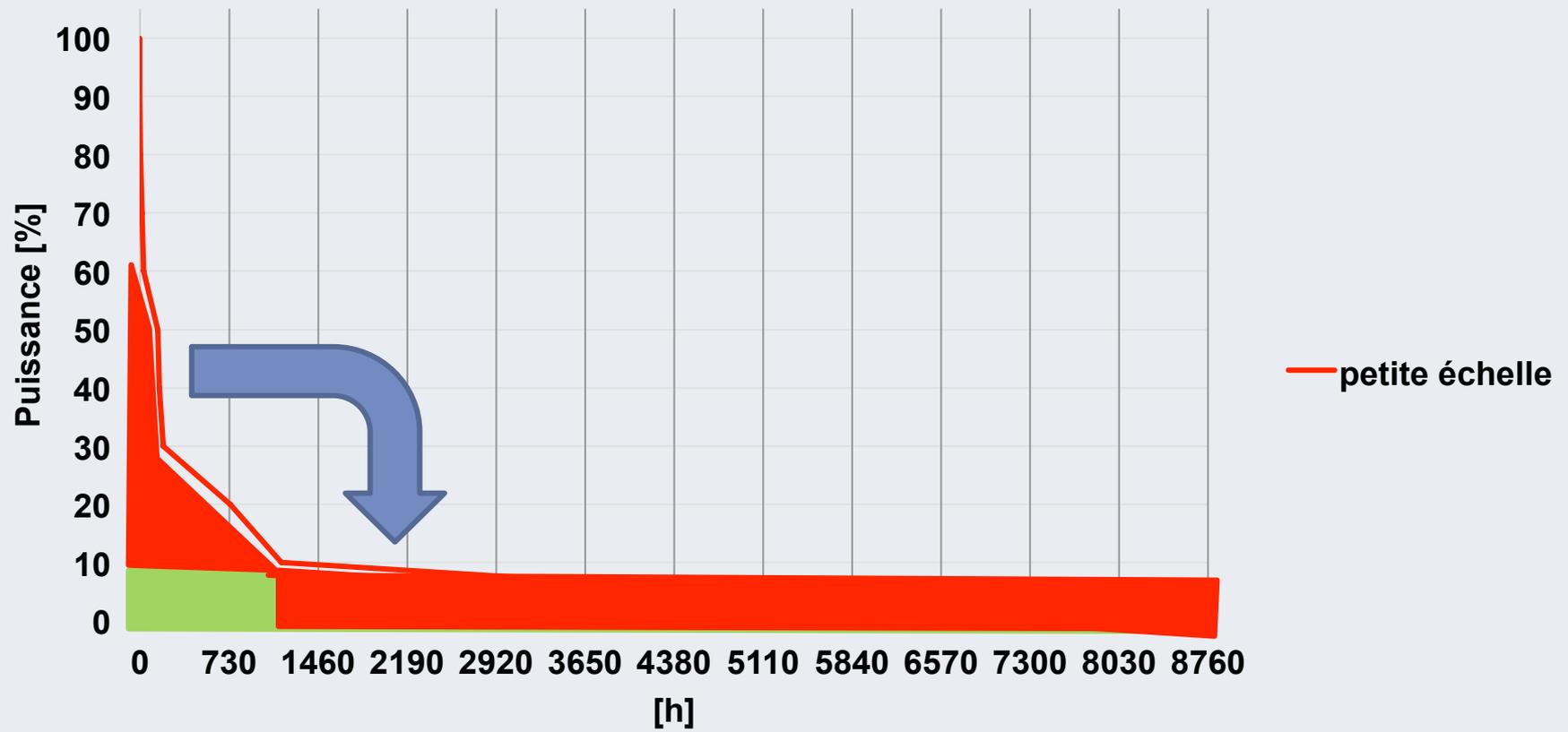
☐ Monotones (1/2)

Monotone



☐ Monotones (2/2)

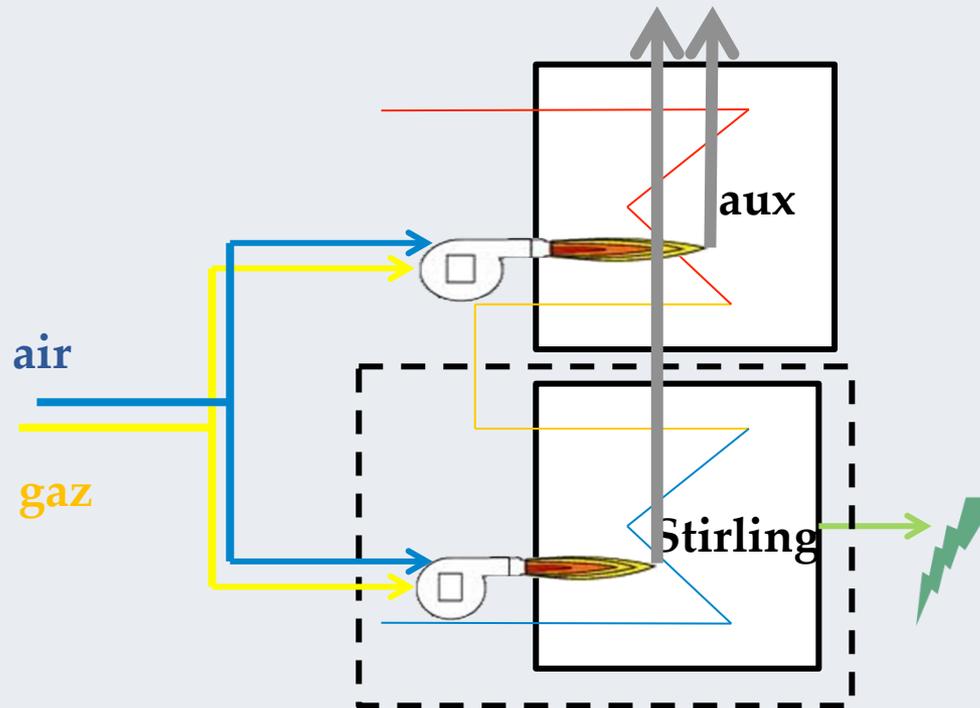
Monotone



-  Introduction
-  **Micro cogénération gaz à moteur Stirling**
-  Micro cogénération biomasse à cycle de Rankine
-  Optimisation
-  Conclusion

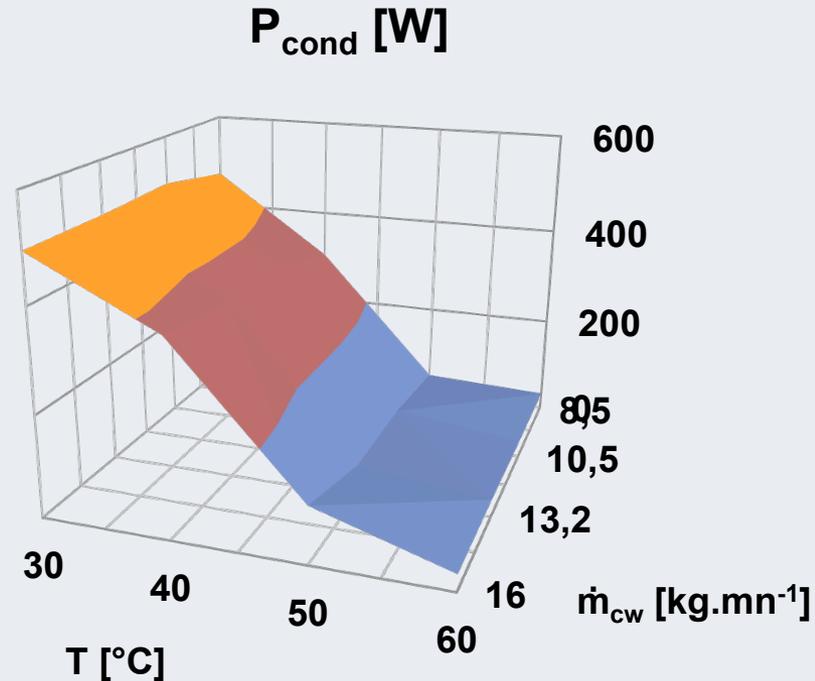
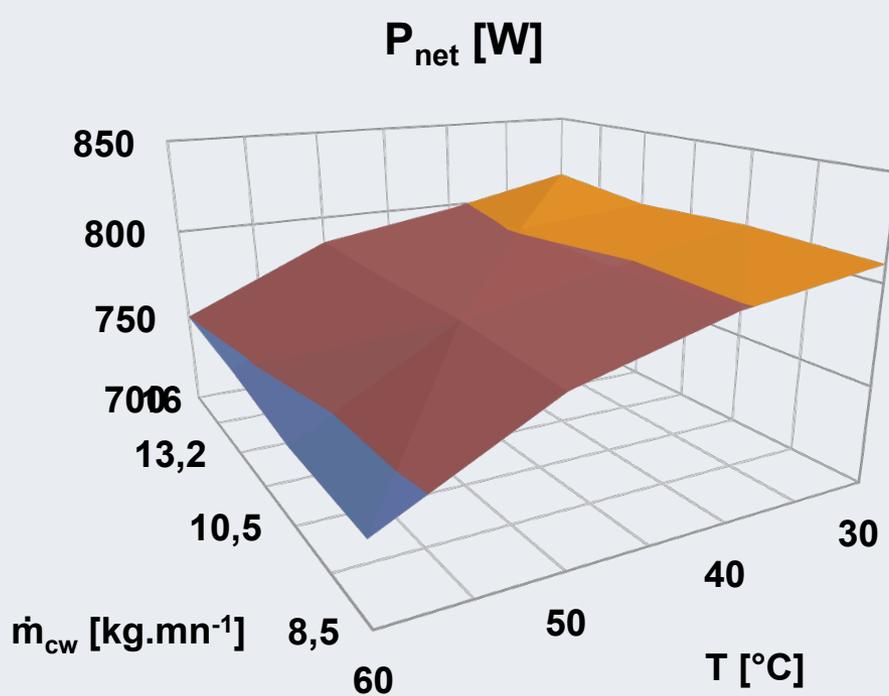
□ Micro cogénération gaz (1/3)

- Modification du modèle **TRNSYS (type 253)**
 - Prise en compte de la chaudière auxiliaire



□ Micro cogénération gaz (2/3)

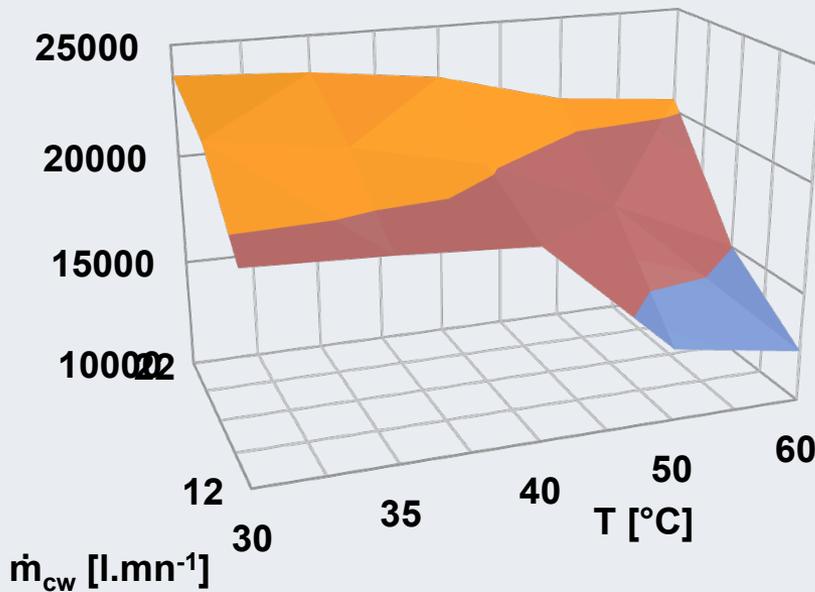
- Nouvelle campagne d'essais sur le moteur Stirling



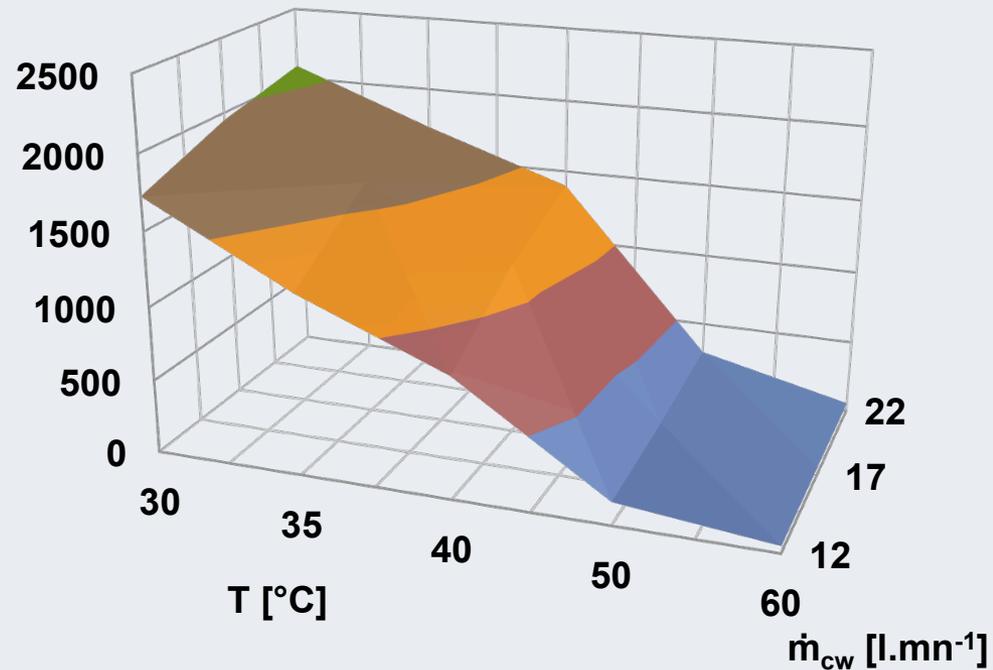
□ Micro cogénération gaz (3/3)

- Campagne d'essais sur la chaudière auxiliaire

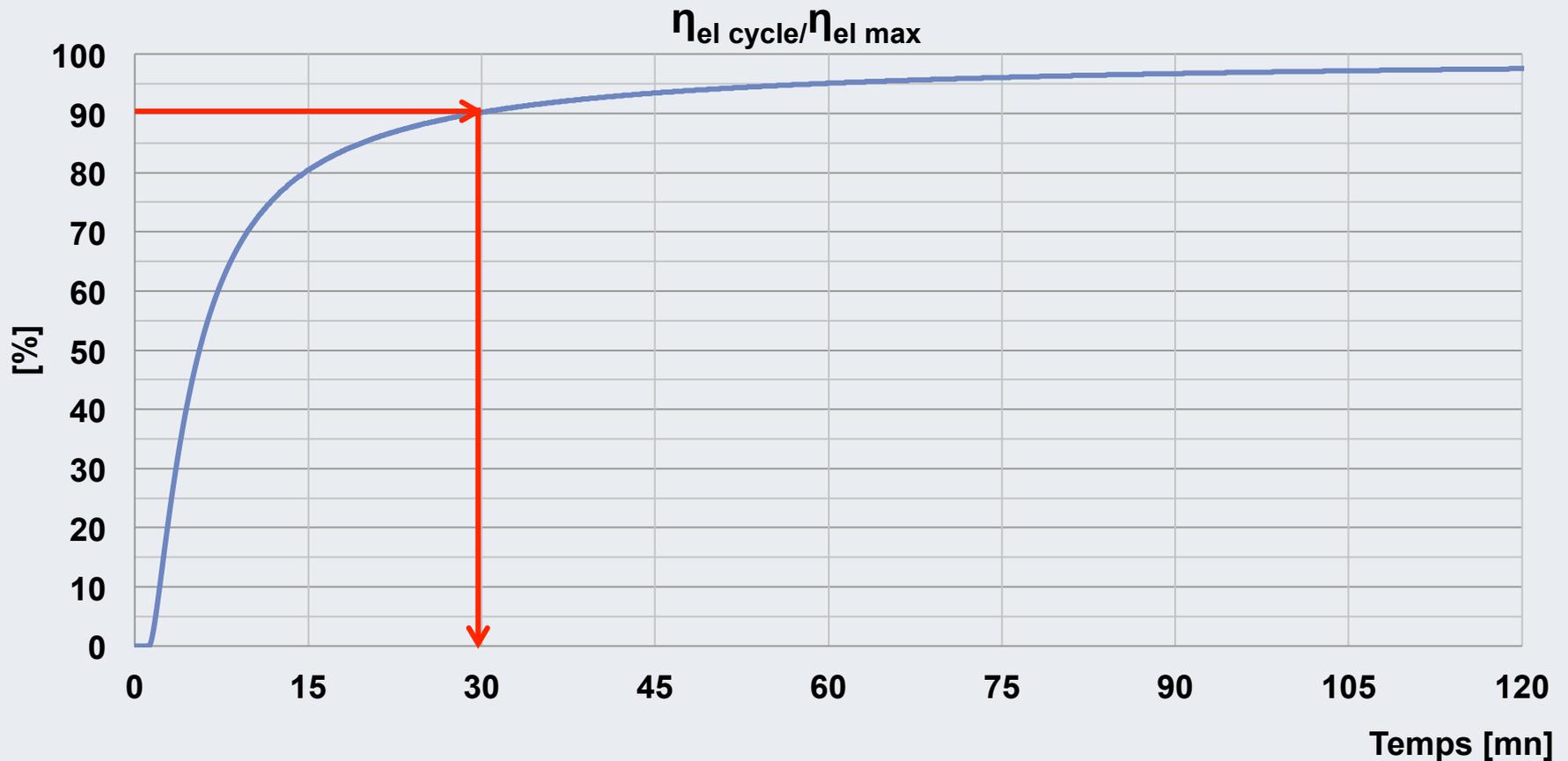
P_{th} [W]



P_{cond} [W]

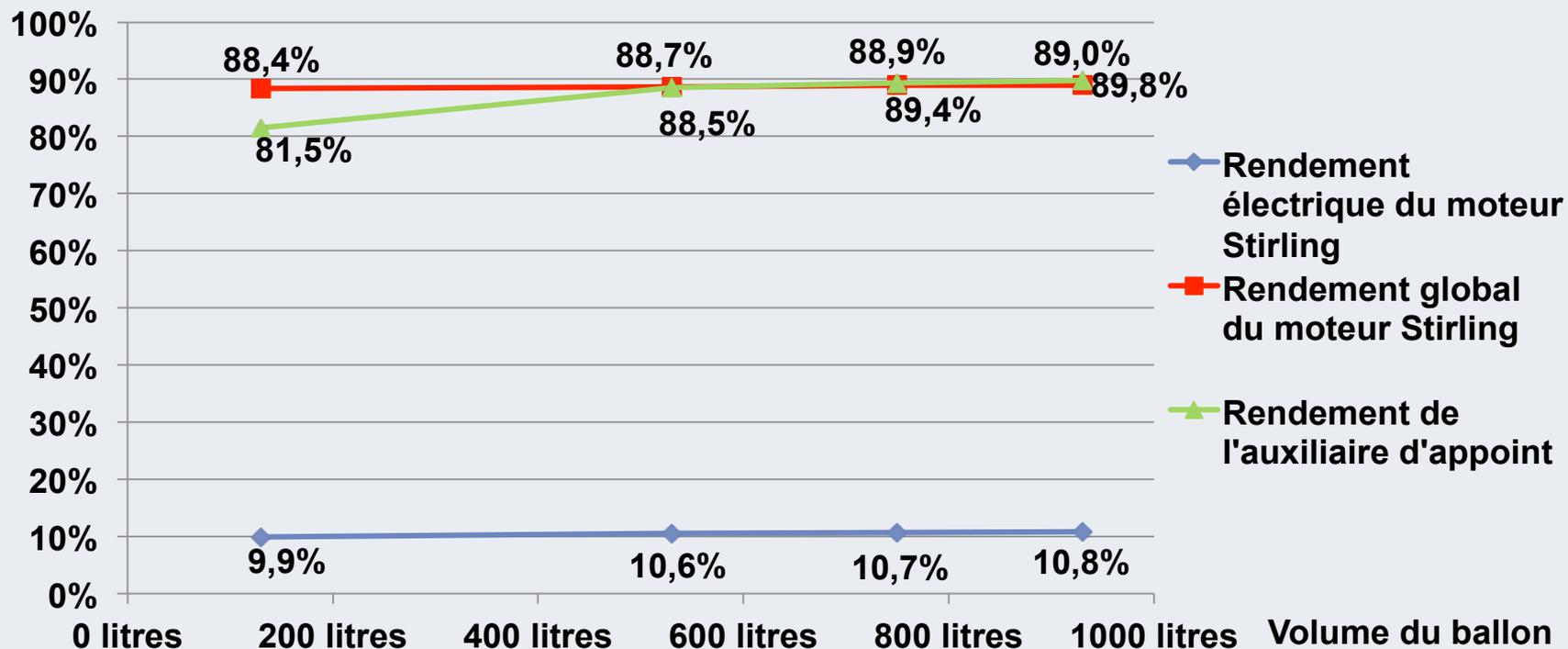


☐ Quelques résultats (1/6)



☐ Quelques résultats (2/6)

Bâtiment RÉNOVÉ [2013]

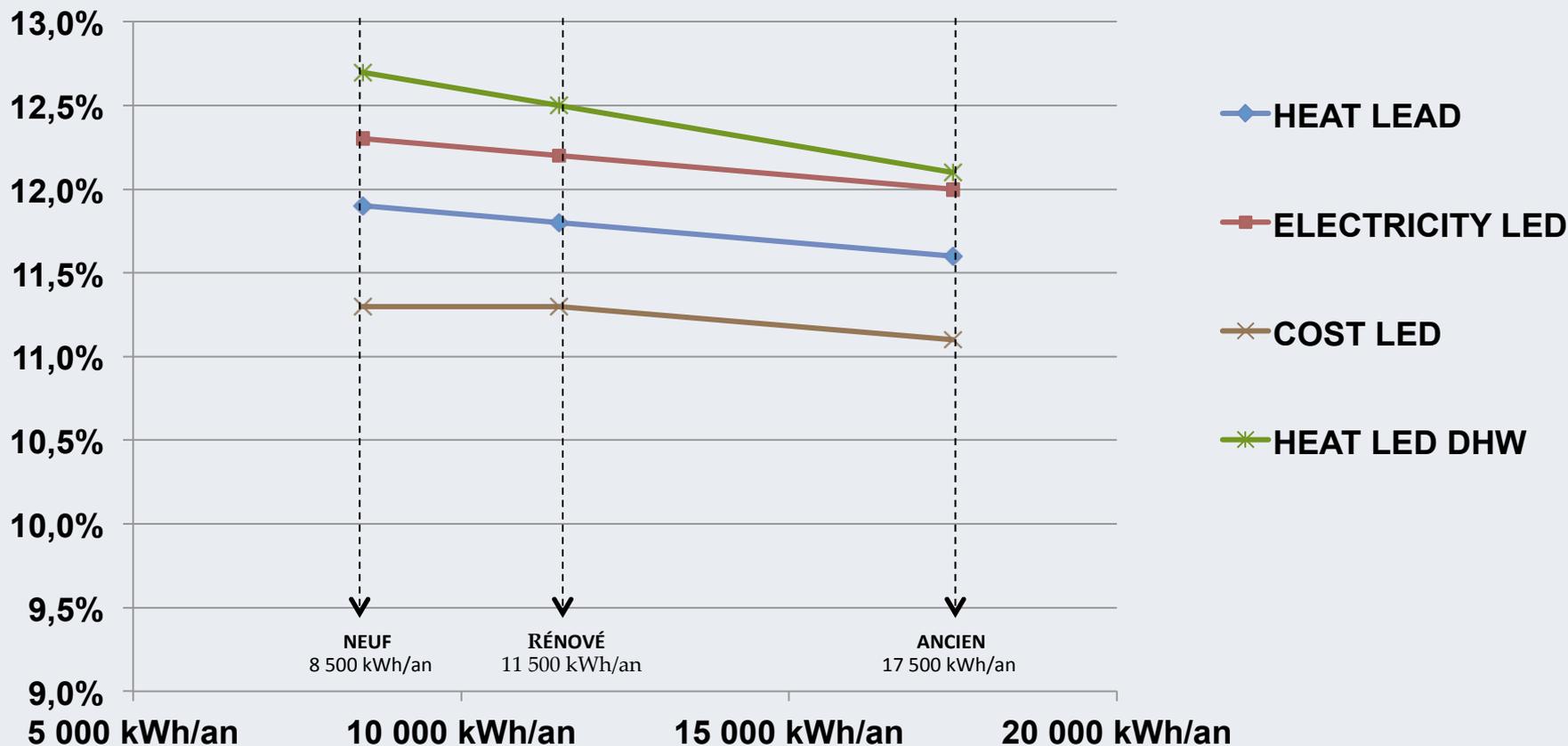


☐ Quelques résultats (3/6)



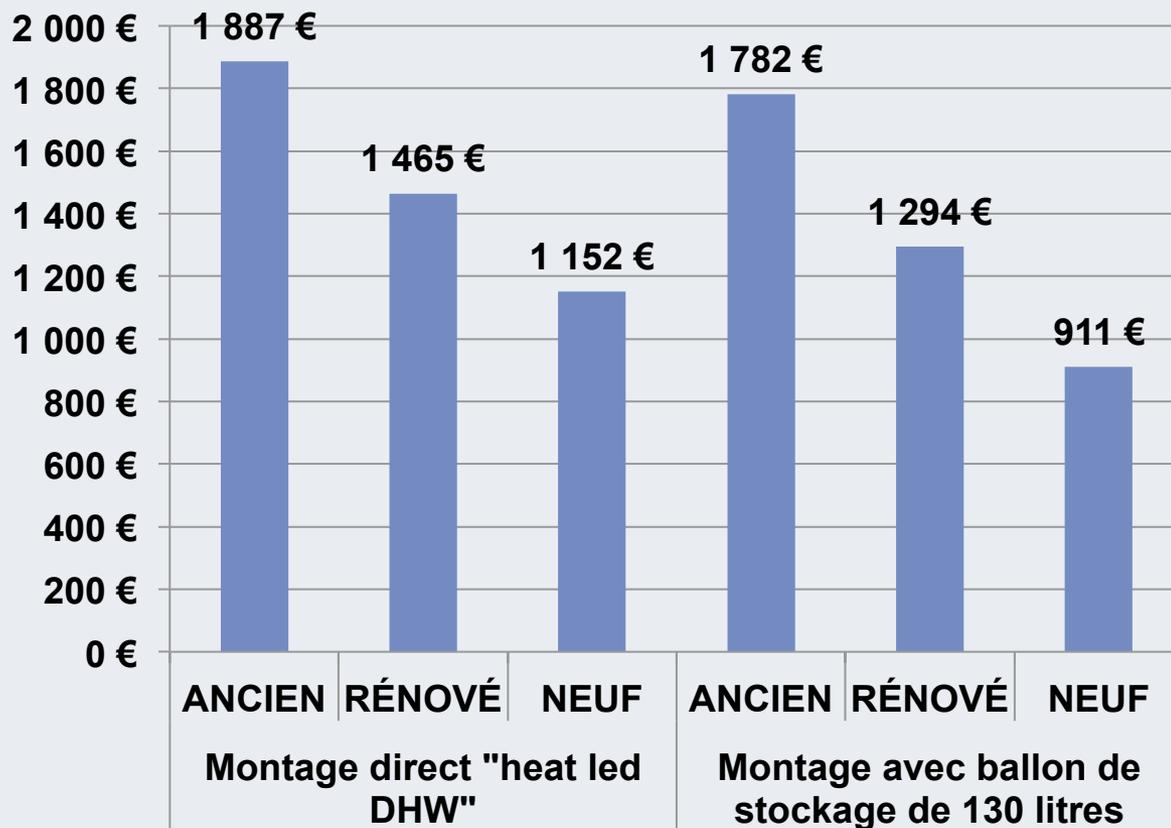
☐ Quelques résultats (4/6)

Rendement électrique du moteur Stirling



☐ Quelques résultats (5/6)

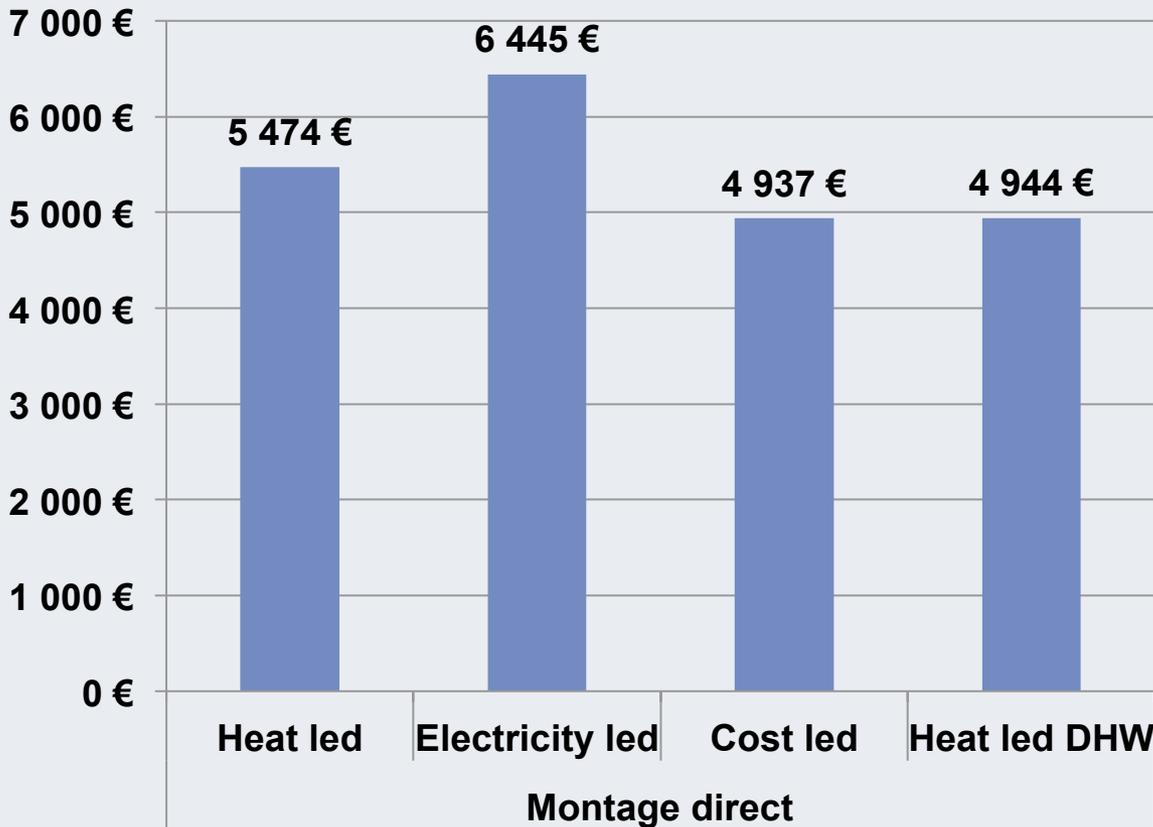
Coût total



■ Autoconsommation totale
(sans revente de l'électricité
produite en surplus)

☐ Quelques résultats (6/6)

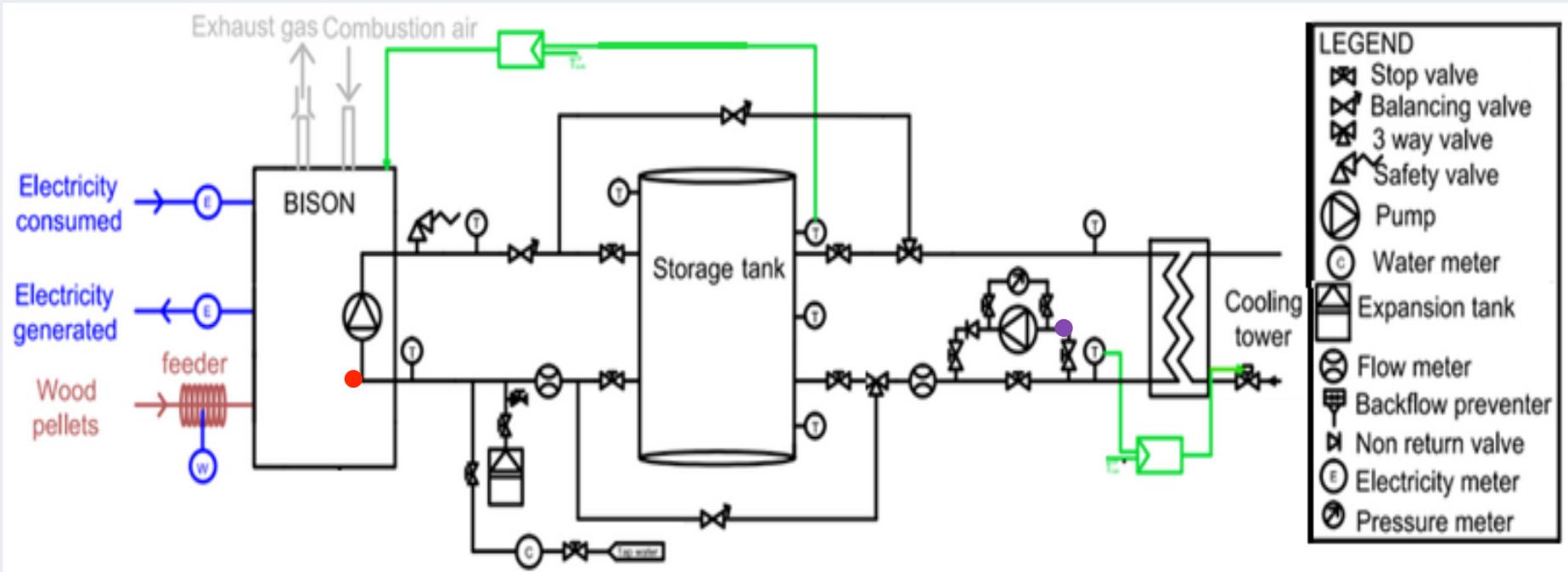
Collectif



■ Autoconsommation totale (sans revente de l'électricité produite en surplus)

-  Introduction
-  Micro cogénération gaz à moteur Stirling
-  **Micro cogénération biomasse à cycle de Rankine**
-  Optimisation
-  Conclusion

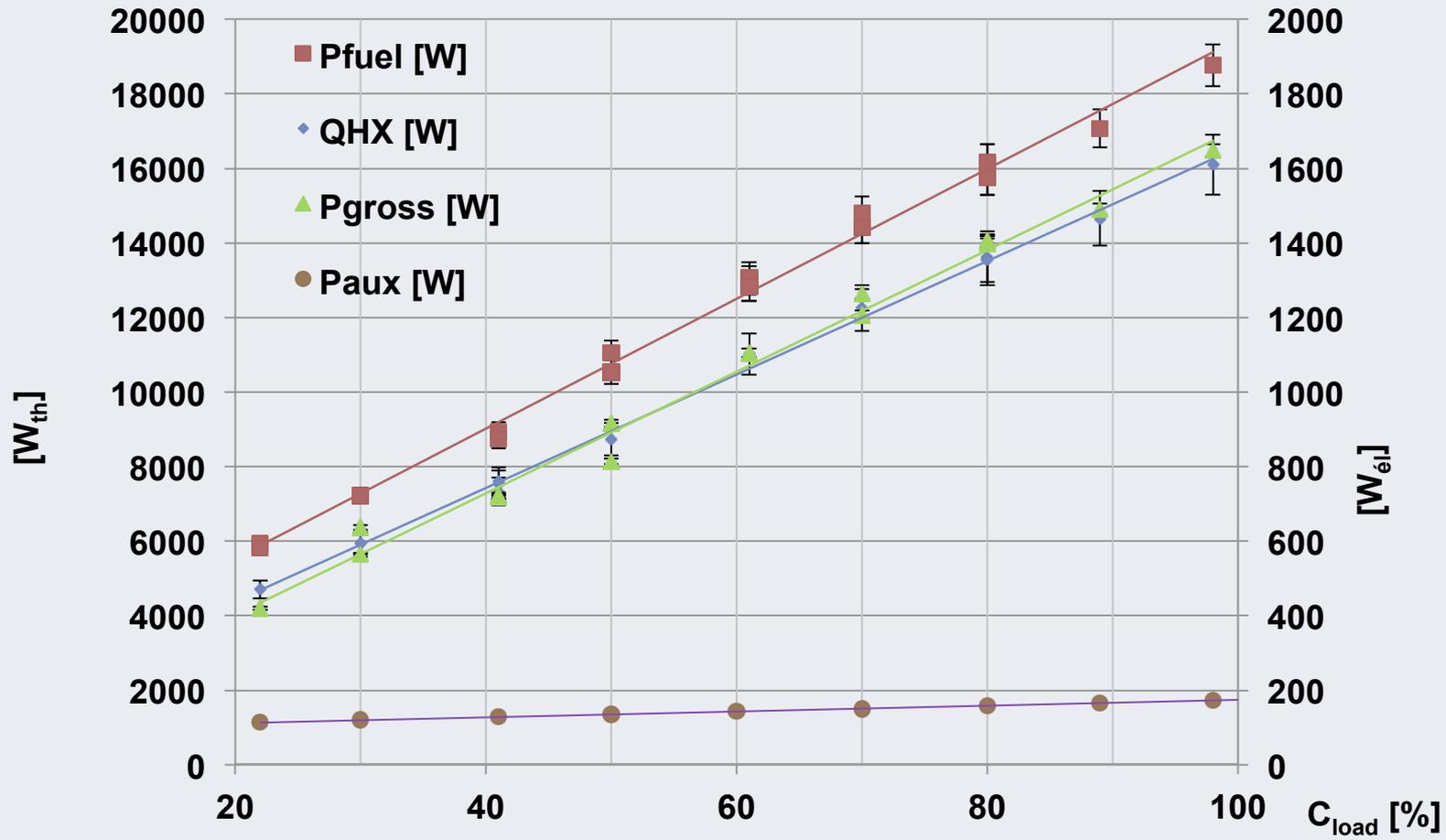
□ Essais (1/7)



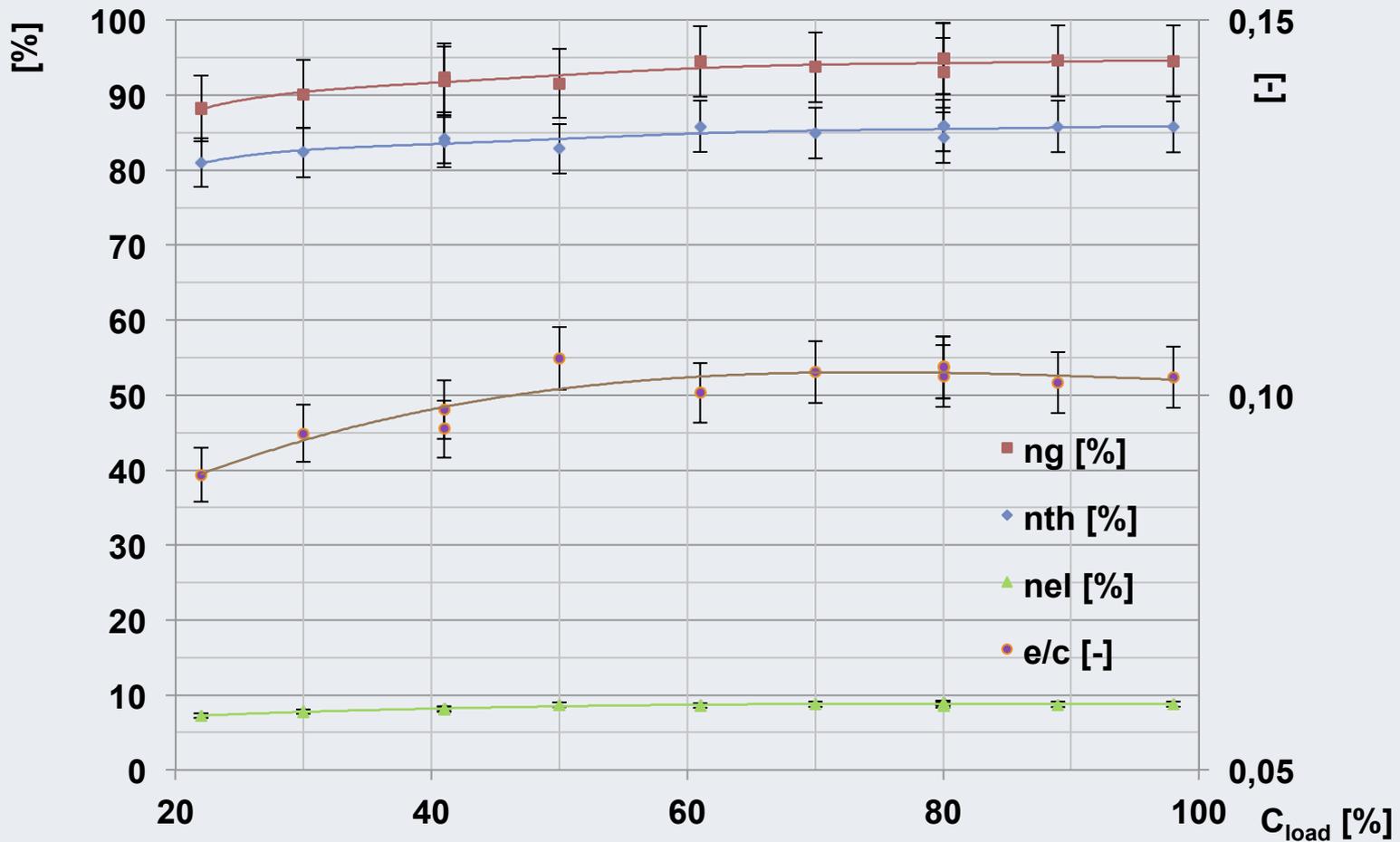
□ Essais (2/7)



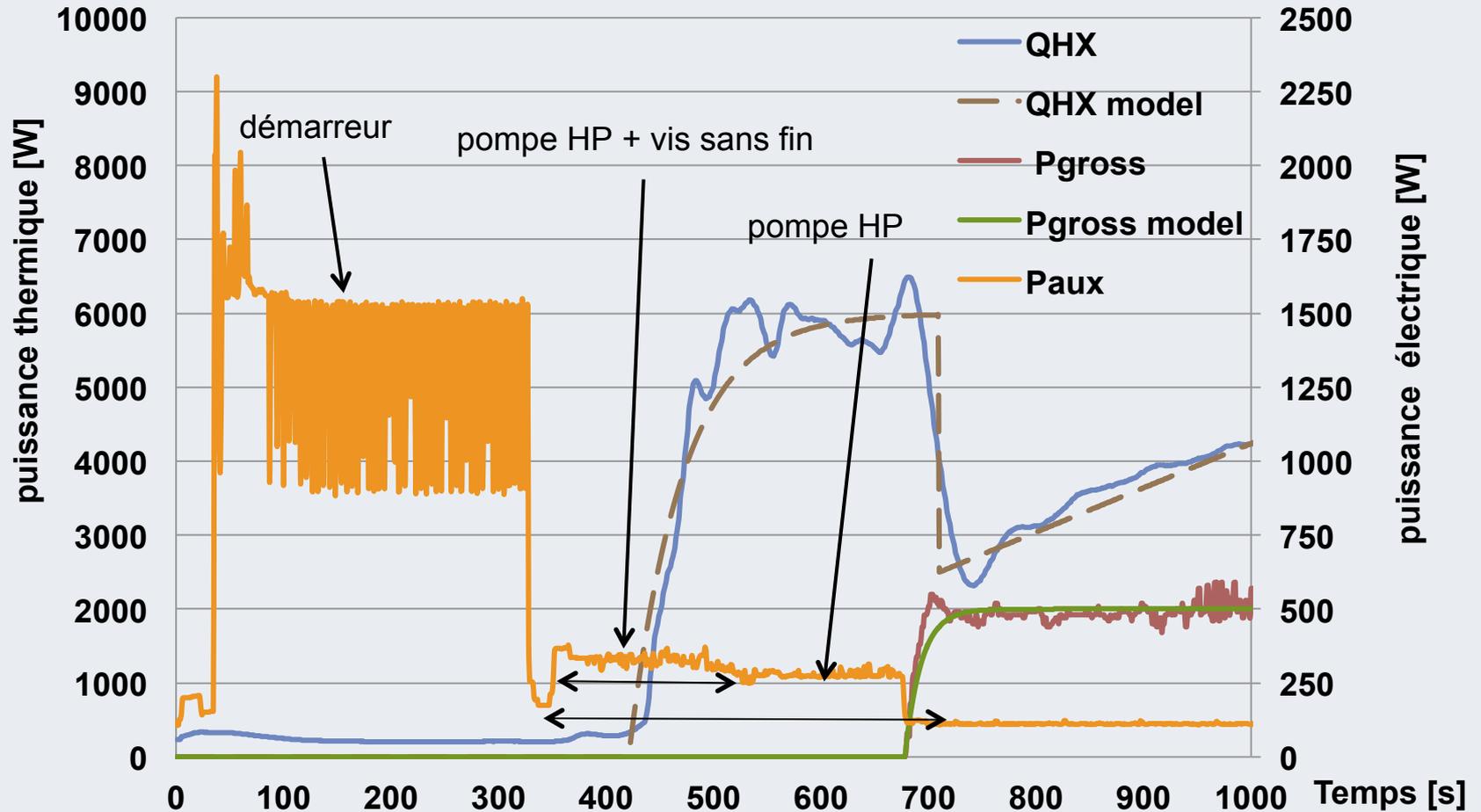
Essais (3/7)



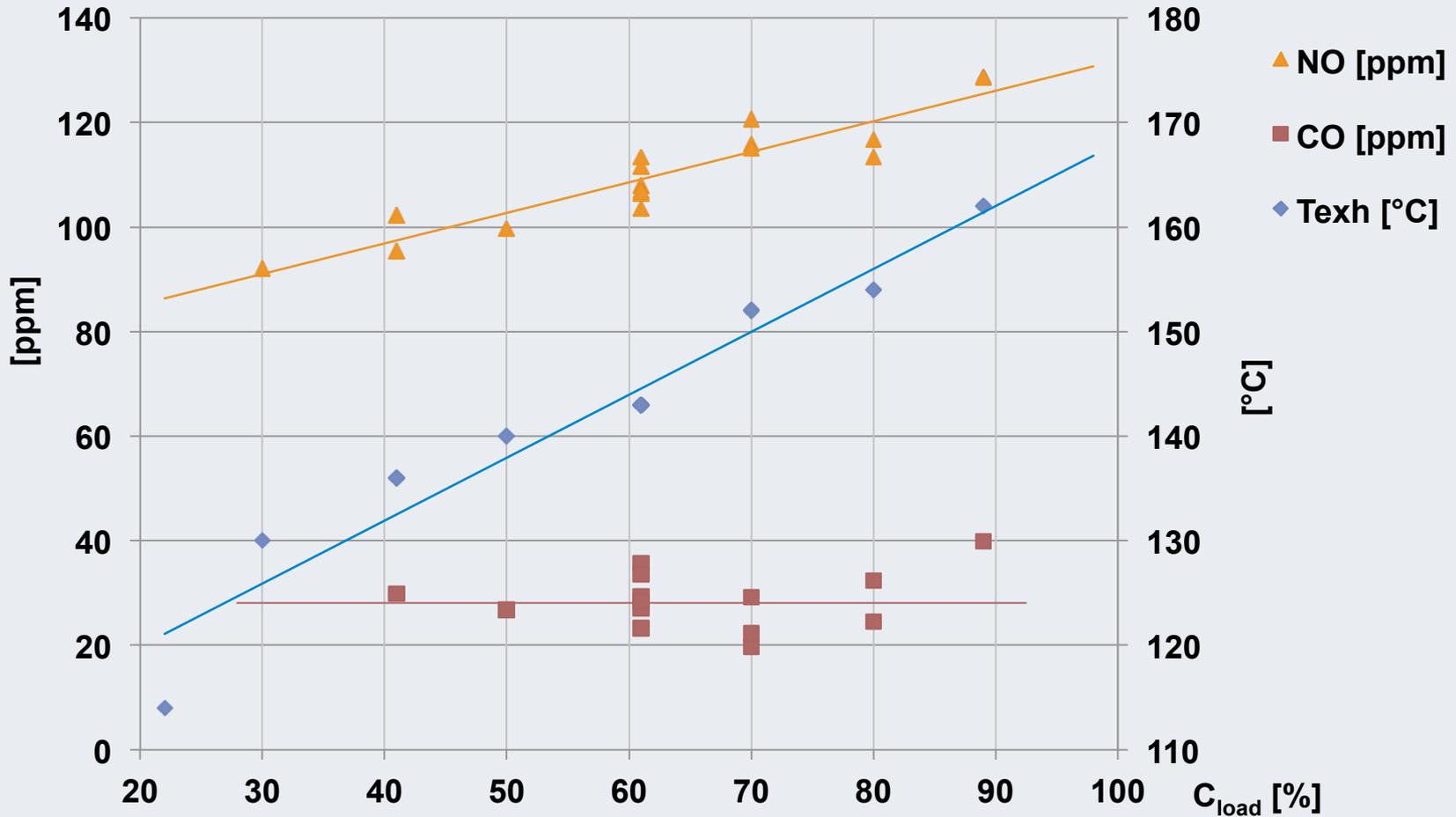
Essais (4/7)



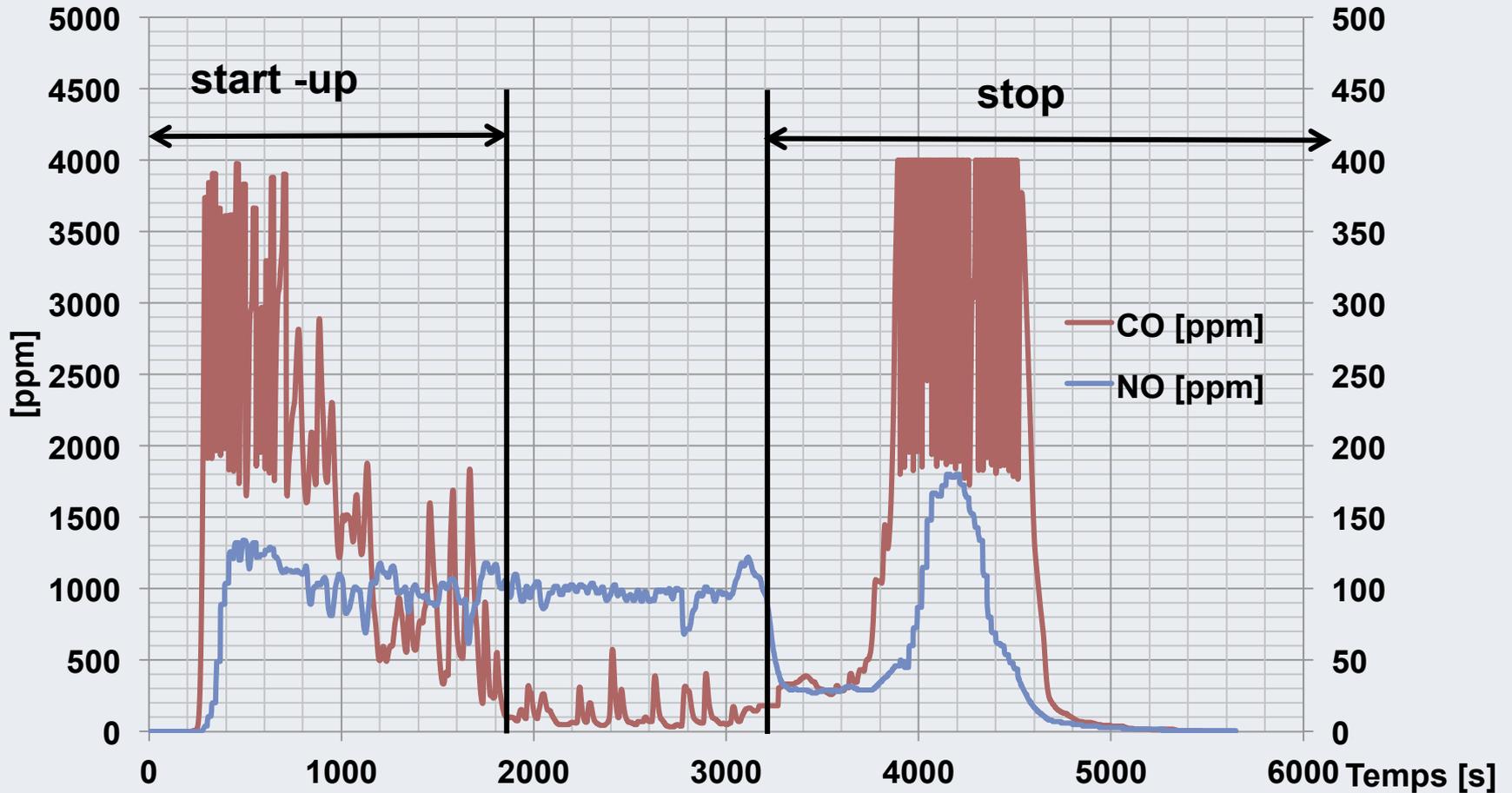
Essais (5/7)



□ Essais (6/7)



□ Essais (7/7)



☐ Modèle

$\eta_{el\ cycle}/\eta_{el\ max}$



-  Introduction
-  Micro cogénération gaz à moteur Stirling
-  Micro cogénération biomasse à cycle de Rankine
-  **Optimisation**
-  Conclusion

□ Besoins électriques et thermiques

- STD : seulement pour les besoins thermiques (trop lourds)
- Relevés in situ (trop restreints)
- Générateurs de besoins thermiques et électriques
 - ✓ Générateurs sur la base de fichiers météorologiques
 - ✓ Générateurs de besoins ECS selon la norme NF ou le guide AICVF (habitations, hôtels, bureaux, etc) (Travaux de R. Bonabe De Rougé)
- Générateurs de profils électriques en utilisant 2 grands paramètres :
 - ✓ Le niveau de la base
 - ✓ La pointe modélisée de manière probabiliste et aléatoire (Travaux de R. Bonabe De Rougé)

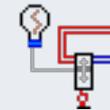
□ Composants de la plateforme d'optimisation

- Micro cogénérateur biomasse



Type254

- Micro cogénérateur gaz + auxiliaire



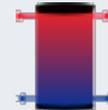
Type253

- Modèle de batterie électrique (voiture électrique, stockage)



type261

- Modèles de ballons tampon



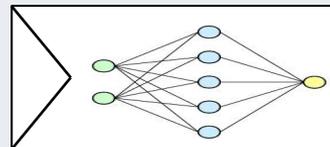
Ballon

- Compteur LINKY



type260

- Régulateur intelligent



❑ Stratégies (1/3)

Paramètres d'entrée :

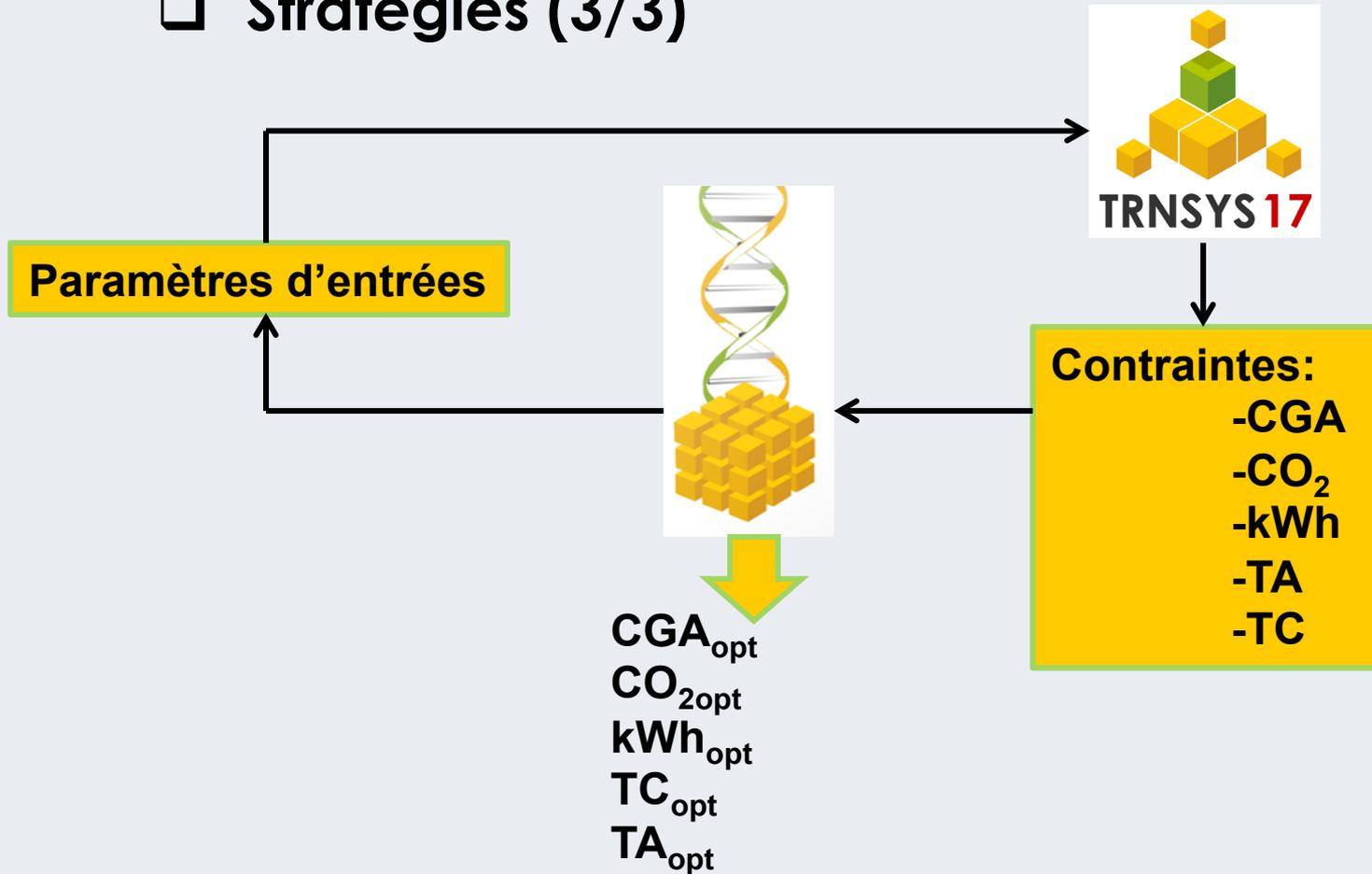
- **Bâtiments** : individuel, collectif, tertiaire, etc
- **Besoins de chauffage** : climat, performance du bâtiment
- **Besoins ECS** : instantanée, accumulation, bâtiment
- **Besoins électriques** : niveau de la base, pointe, part « effaçable »
- **Micro cogénérateur** : modulation, puissances thermique et électrique, « inertie », technologie
- **Montage hydraulique** : direct, stockage, 2 stockages (ECS + chauffage)
- **Stockage électrique** : capacité de la batterie, voiture électrique
- **Stratégie de commande** : « heat led », « power led », « cost led »
- **Coût des énergies** : fixe, HP/HC, variable (EPEX SPOT)
- **Coûts d'investissements** : micro cogénérateur, stockage

❑ Stratégies (2/3)

Paramètres de sorties:

- **Coûts global**
- **Rendements** : thermiques, électriques, globales
- **Taux de couverture**
- **Taux d'auto suffisance**
- **Taux d'auto-consommation**
- **CO₂**

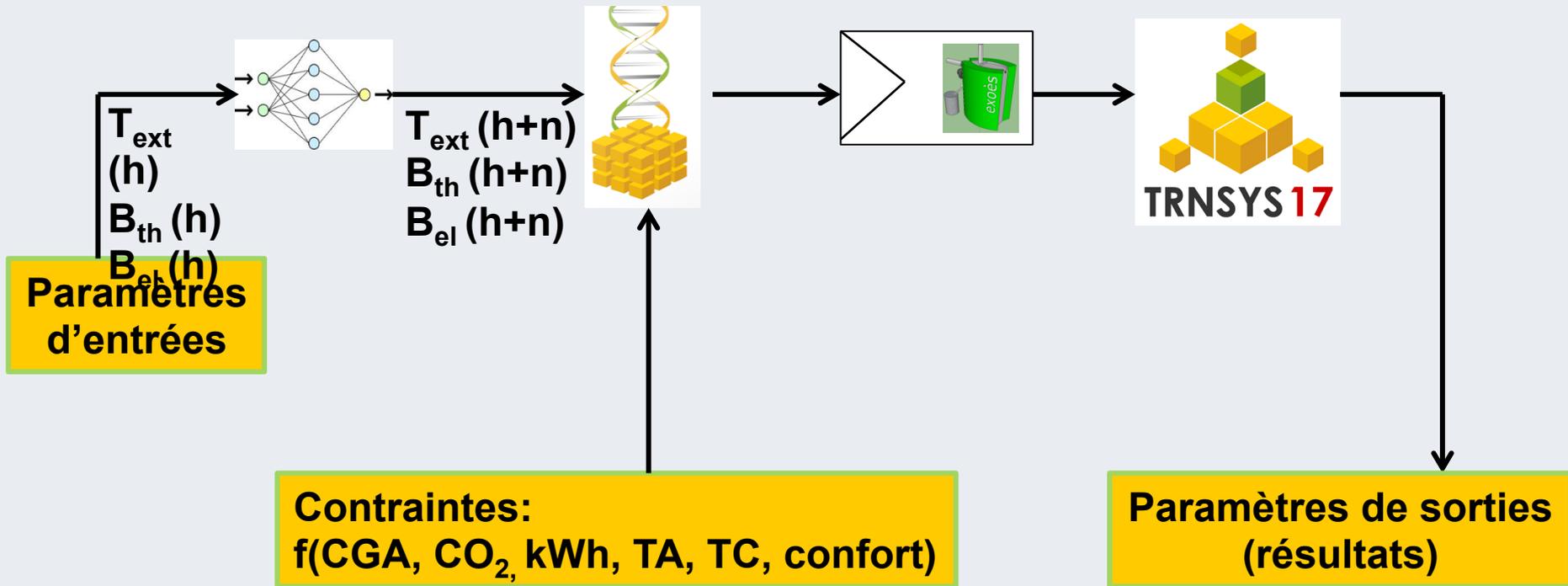
❑ Stratégies (3/3)



□ Régulation prédictive (1/2)

- **Régulation prédictive** : identifier les habitudes et anticiper les besoins afin de pouvoir optimiser le stockage d'énergie et dé-corréler les 2 besoins (intelligence artificielle : **ANN, SMA**)

□ Régulation prédictive (2/2)



-  Introduction
-  Micro cogénération gaz à moteur Stirling
-  Micro cogénération biomasse à cycle de Rankine
-  Optimisation
-  Conclusion

- **Première phase de la thèse achevée:**
 - Essais
 - Développement de modèles numériques:
 - Batterie électrique
 - Micro cogénérateur biomasse
 - Micro cogénérateur gaz
 - Chaudière auxiliaire d'appoint

- **Deuxième phase de la thèse**
 - Etudes d'optimisation
 - Régulateur prédictif

Merci de votre attention

