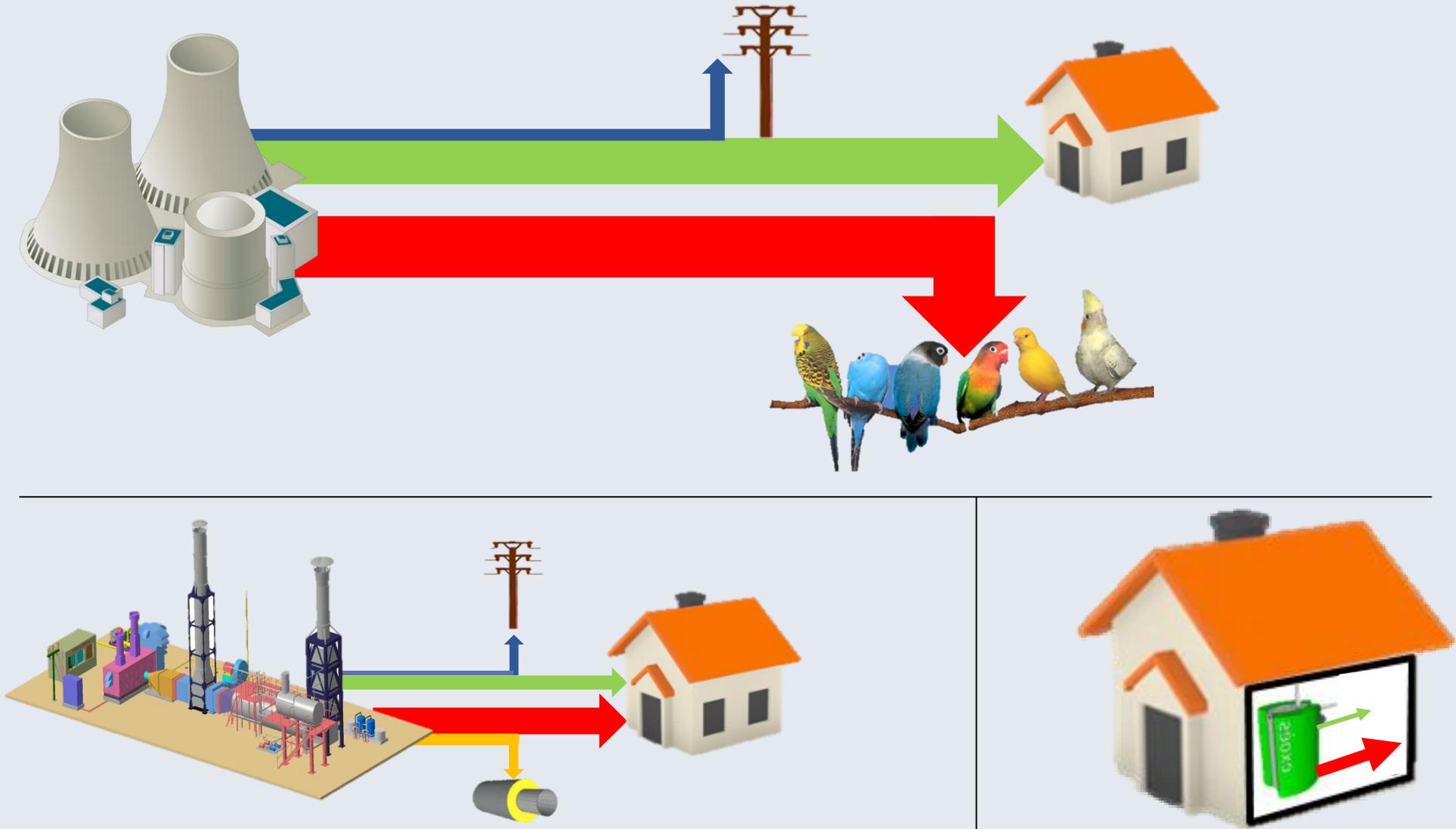


Optimisation multicritères du couplage de solutions de micro cogénération avec le bâtiment

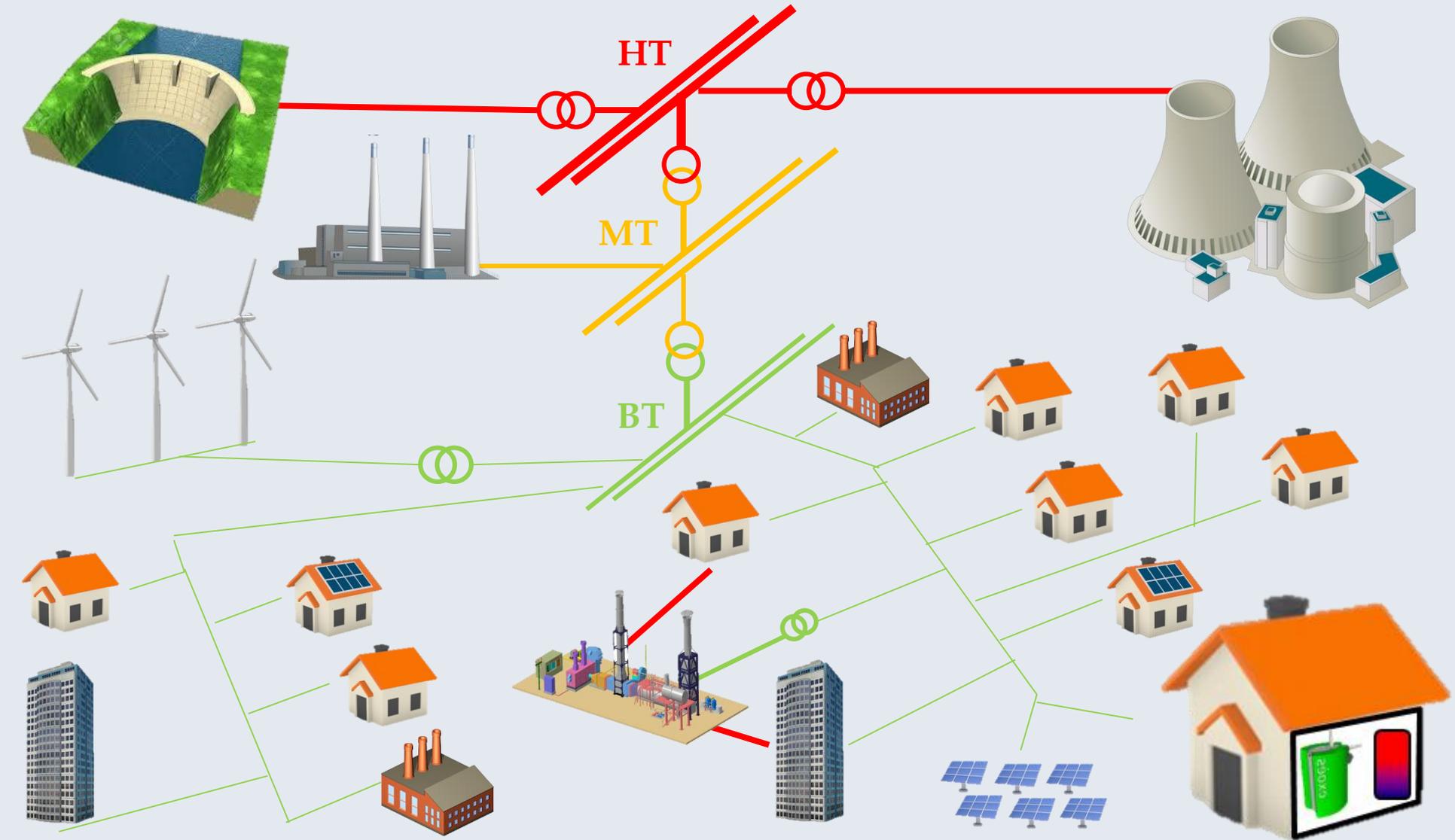


-  **Contexte du projet**
-  **Plateforme d'optimisation**
-  **Les besoins énergétiques**
-  **Optimisation énergétique, environnementale et économique**
-  **Quelques résultats**

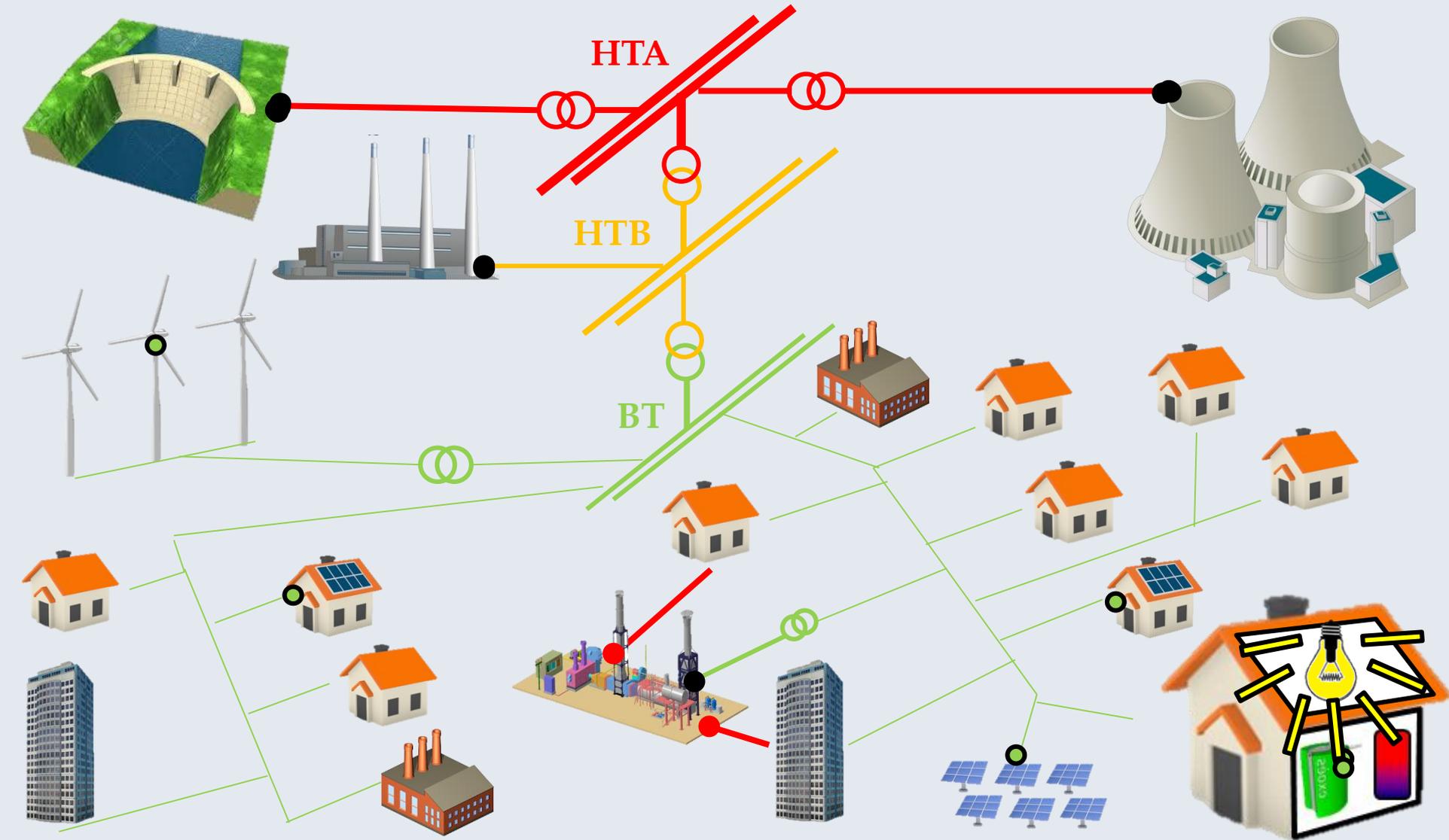
Contexte



Contexte



Contexte



Le paquet **climat-énergie** de l'UE: 20-20-20:

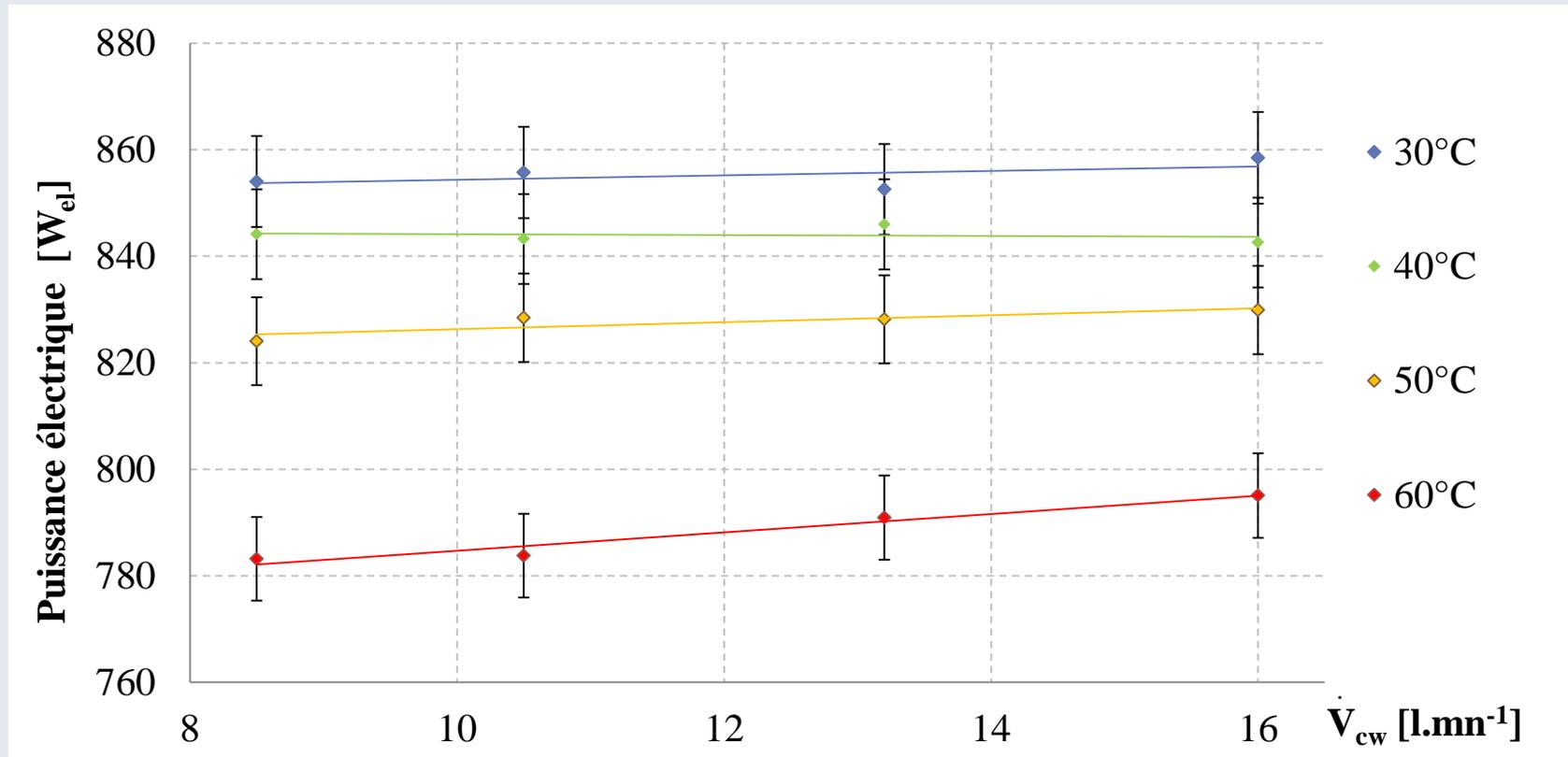
- réduction de **20 %** des émissions de CO₂
- accroître l'efficacité énergétiques de **20 %**
- intégration dans le mix énergétique de **20 %** d'énergie renouvelable

La micro cogénération permet de jouer sur les 3 paramètres!

-  Contexte du projet
-  Plateforme d'optimisation
-  Les besoins énergétiques
-  Optimisation énergétique, environnementale et économique
-  Quelques résultats

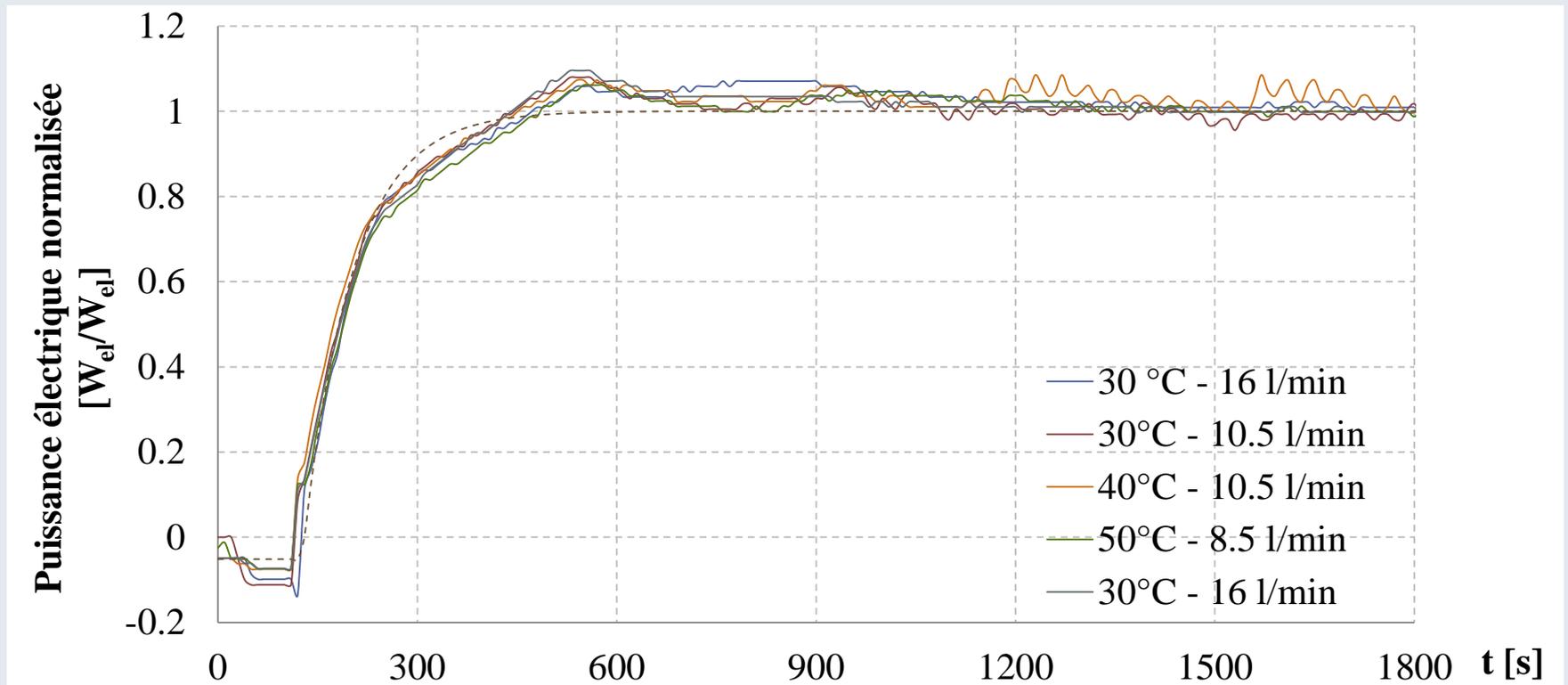
1- Les micro cogénérateurs

- Modèles dynamiques semi physiques (Stirling gaz, régime stationnaire)



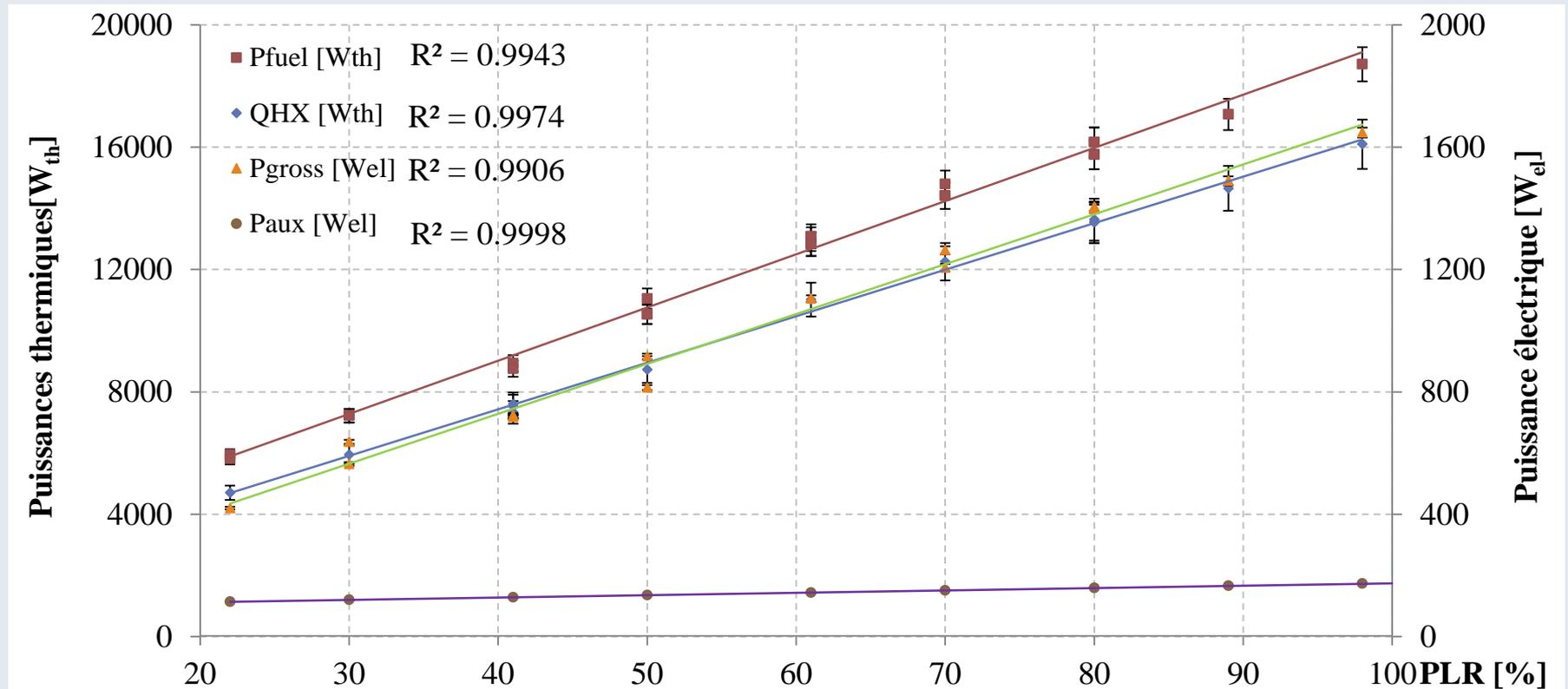
1- Les micro cogénérateurs

- Modèles dynamiques semi physiques (Stirling gaz, régime instationnaire)



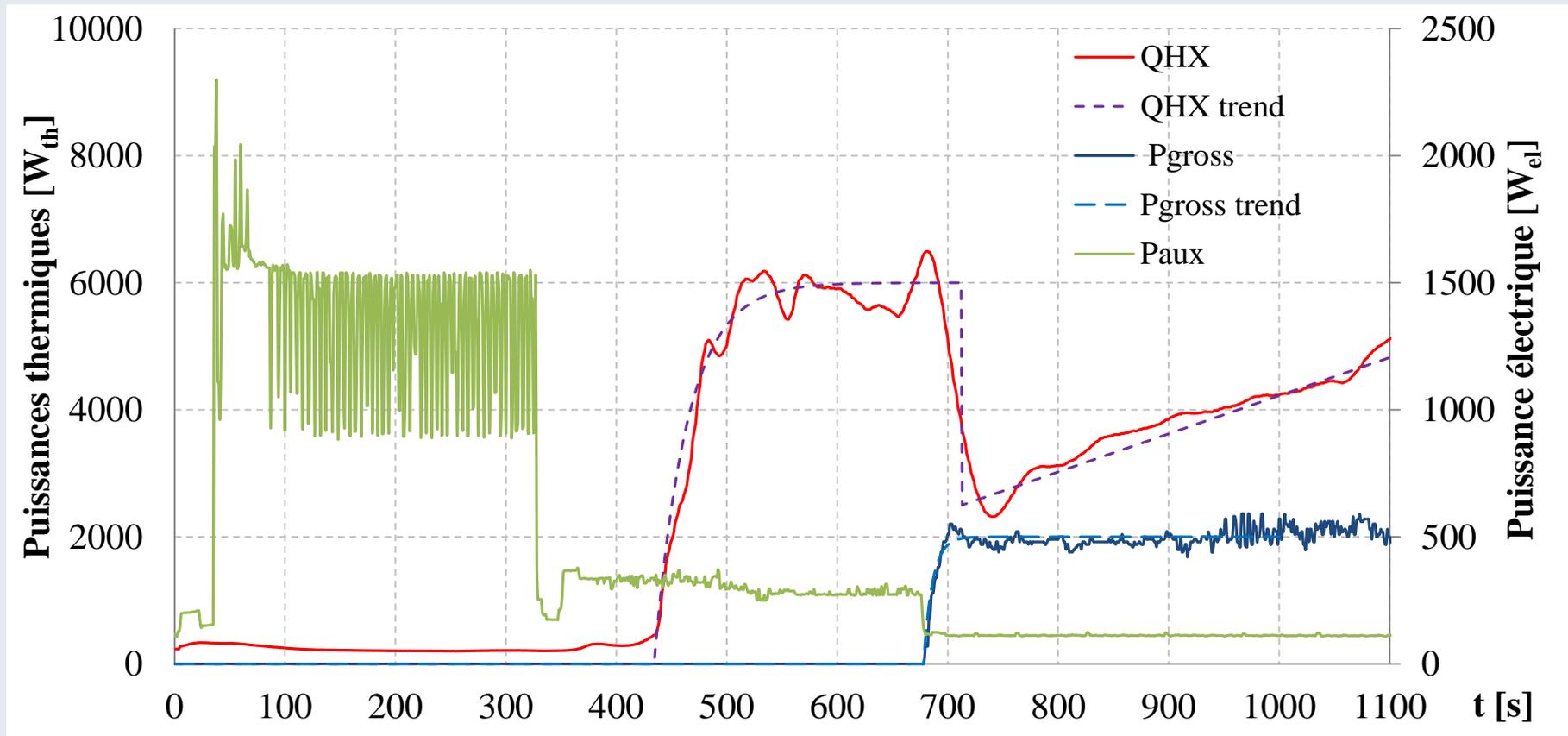
1- Les micro cogénérateurs

- Modèles dynamiques semi physiques (Rankine biomasse, régime stationnaire)



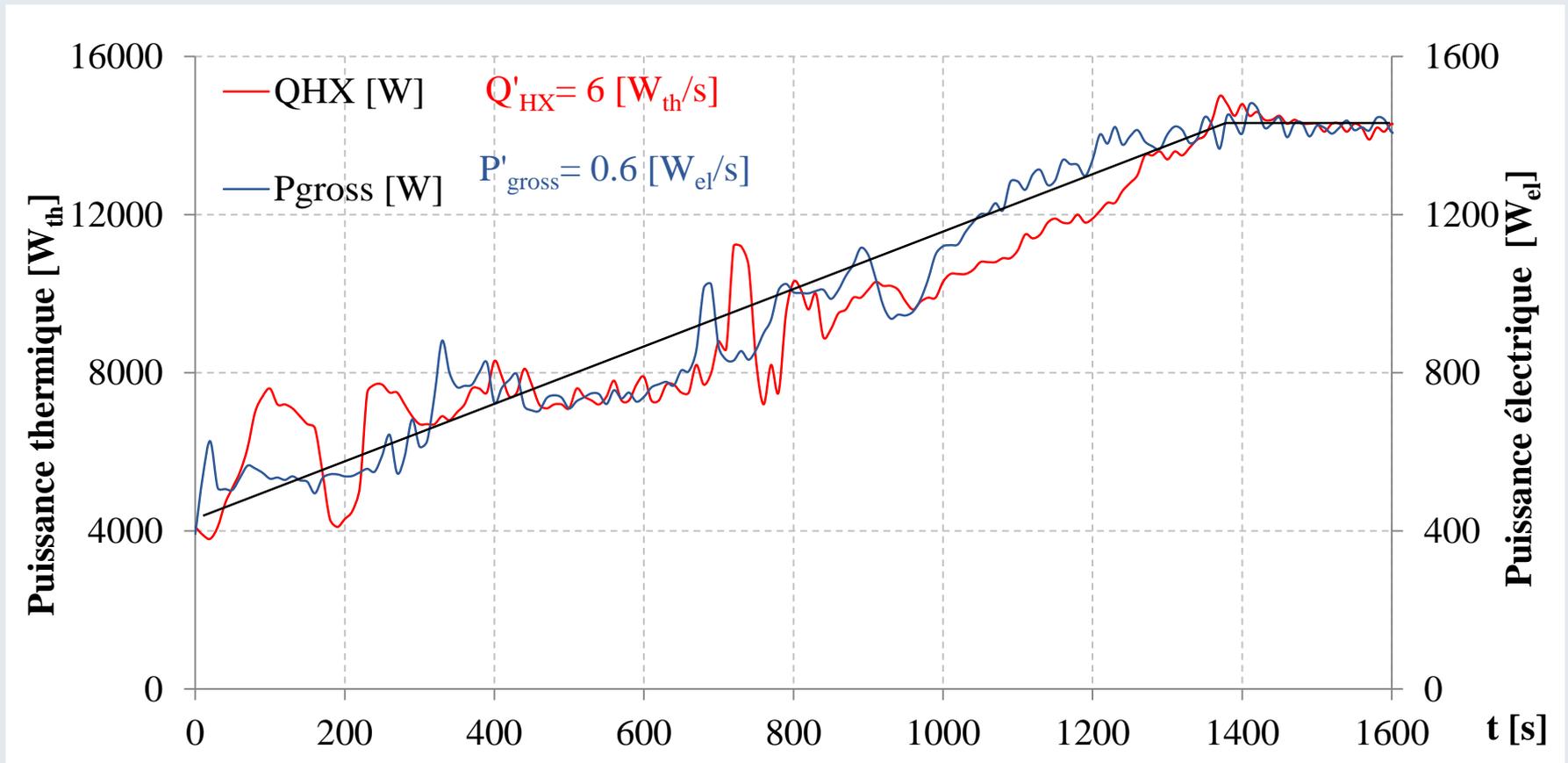
1- Les micro cogénérateurs

- Modèles dynamiques semi physiques (Stirling gaz, régime instationnaire)



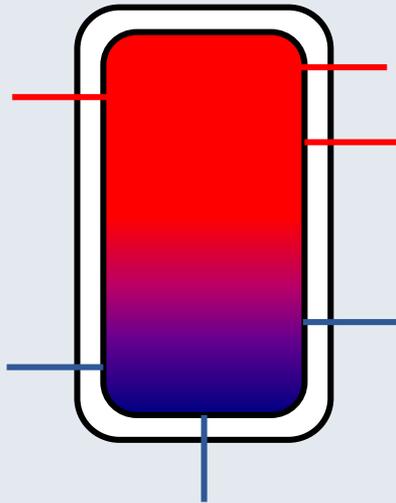
1- Les micro cogénérateurs

- Modèles dynamiques semi physiques (Rankine biomasse, régime instationnaire):



2- Les systèmes de stockage

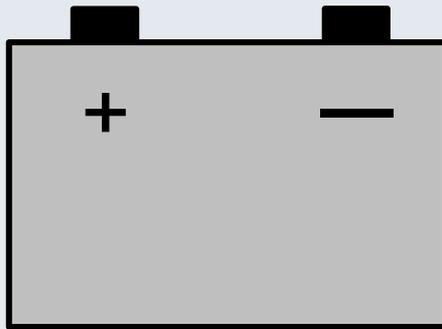
- Stockage thermique:



- Modèles zonaux (*type 534* : existant):
 - Volume,
 - Hauteur,
 - Conductance thermique,
 - Nombre de ports,
 - Emplacement des ports,

2- Les systèmes de stockage

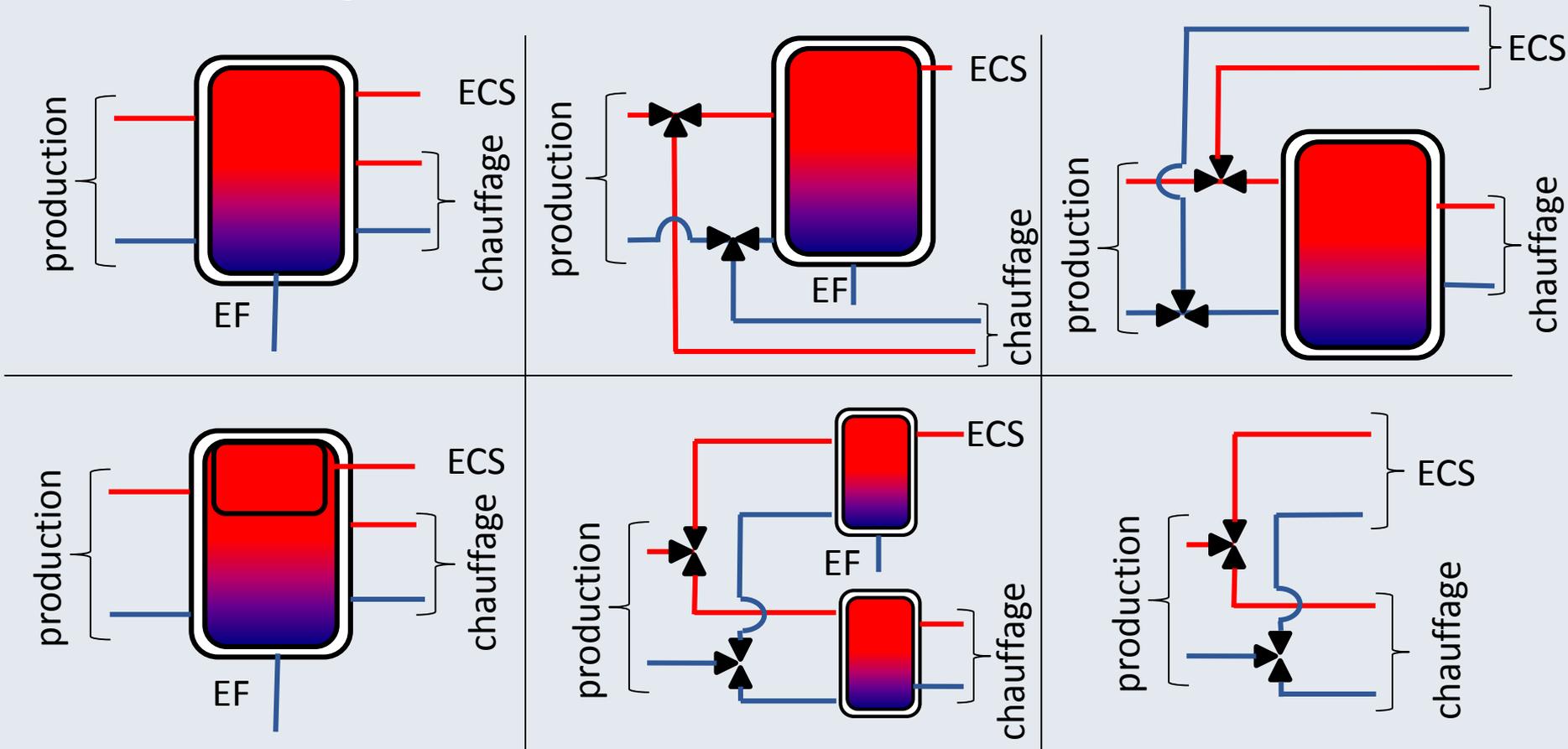
○ Stockage électrique :



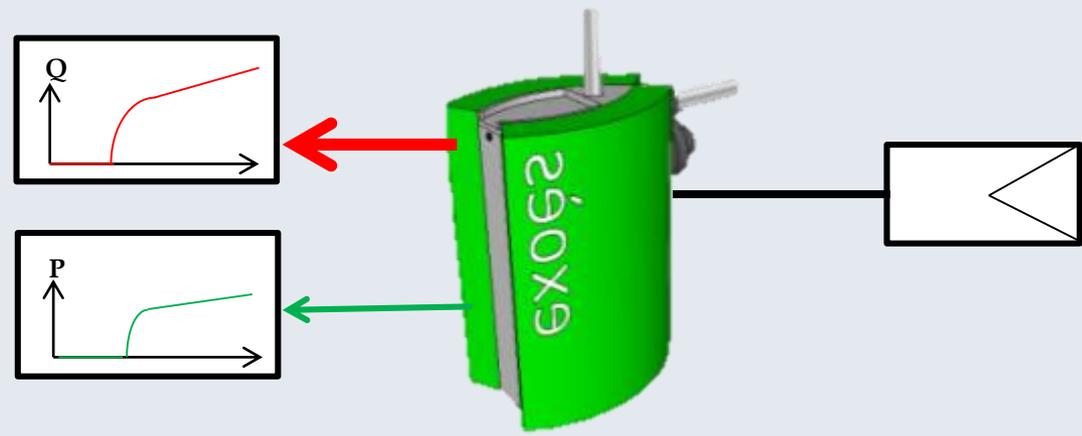
- Modèle simplifié (**type 264** : nouveau)
 - Statique/mobile (voiture électrique) -> scénario de présence
 - Capacité,
 - Rendement de charge,
 - Pertes calendaires,
 - Pertes de cyclage,
 - Nombre de cycles maximum.

3- Les schémas hydrauliques

- 6 configurations :

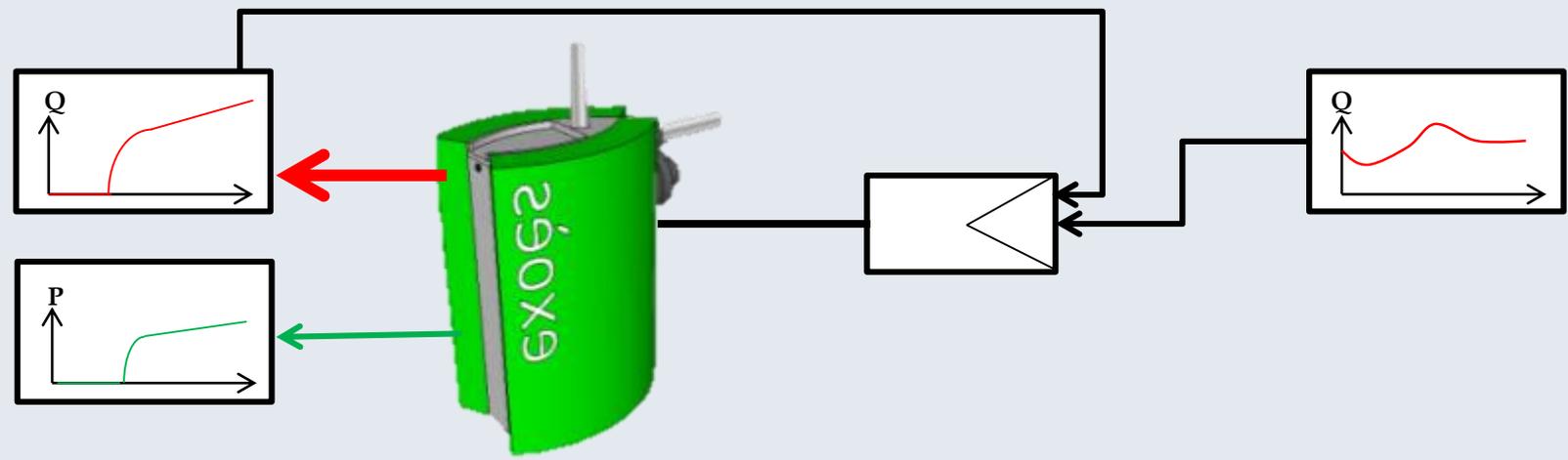


3- Les stratégies de contrôle



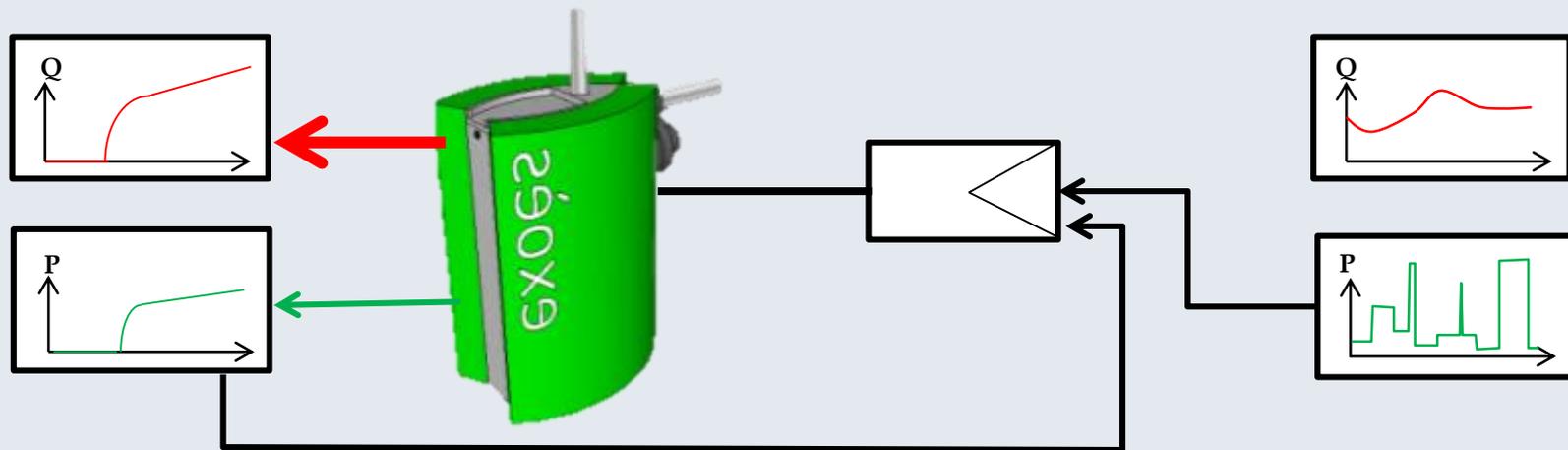
3- Les stratégies de contrôle

- Suivi de la demande thermique



3- Les stratégies de contrôle

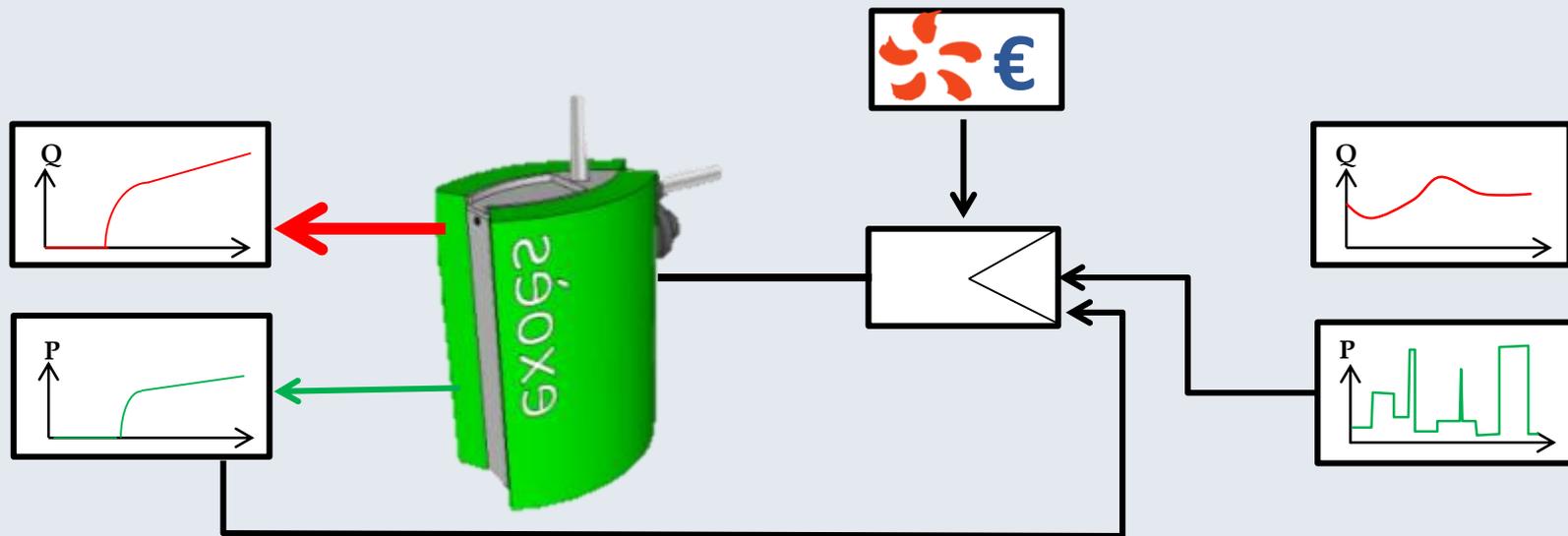
- Suivi de la demande thermique
- Suivi de la demande électrique



3- Les stratégies de contrôle

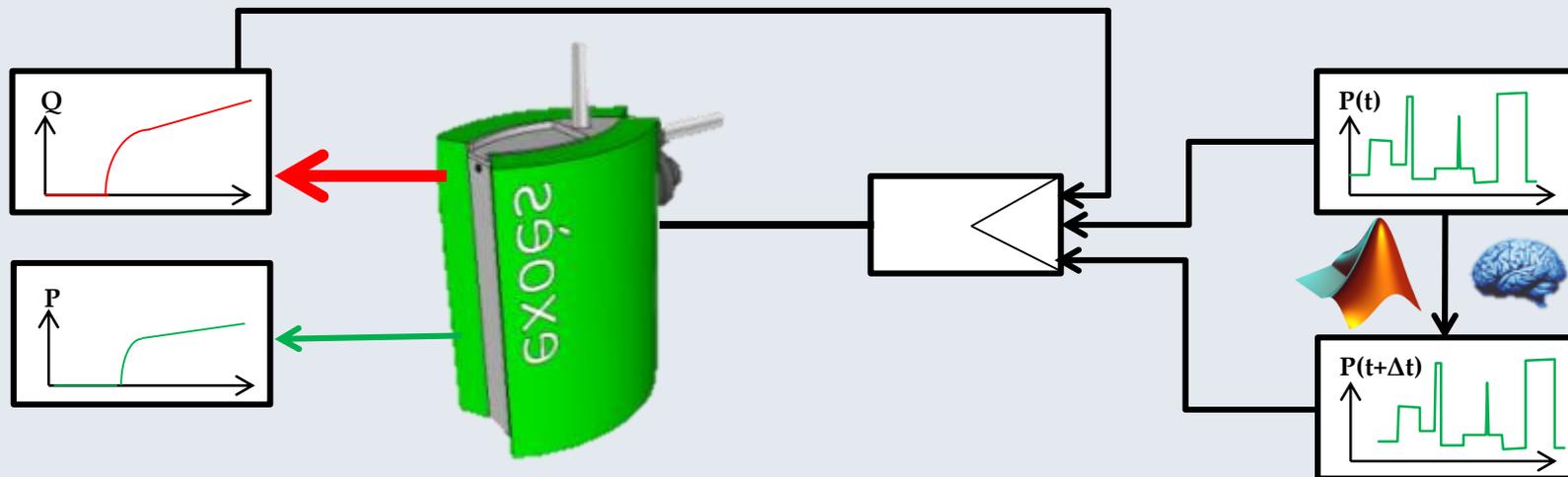
- Suivi de la demande thermique
- Suivi de la demande électrique
- Suivi de la rentabilité R :

$$R = \frac{C_{fuel}}{\eta_{th}} - \frac{1}{\eta_{th,\mu CHP}} \left(C_{fuel} - \eta_{el,\mu CHP} \left((1 - SCR)C_{el,out} + SCR \cdot C_{el,in} \right) \right)$$



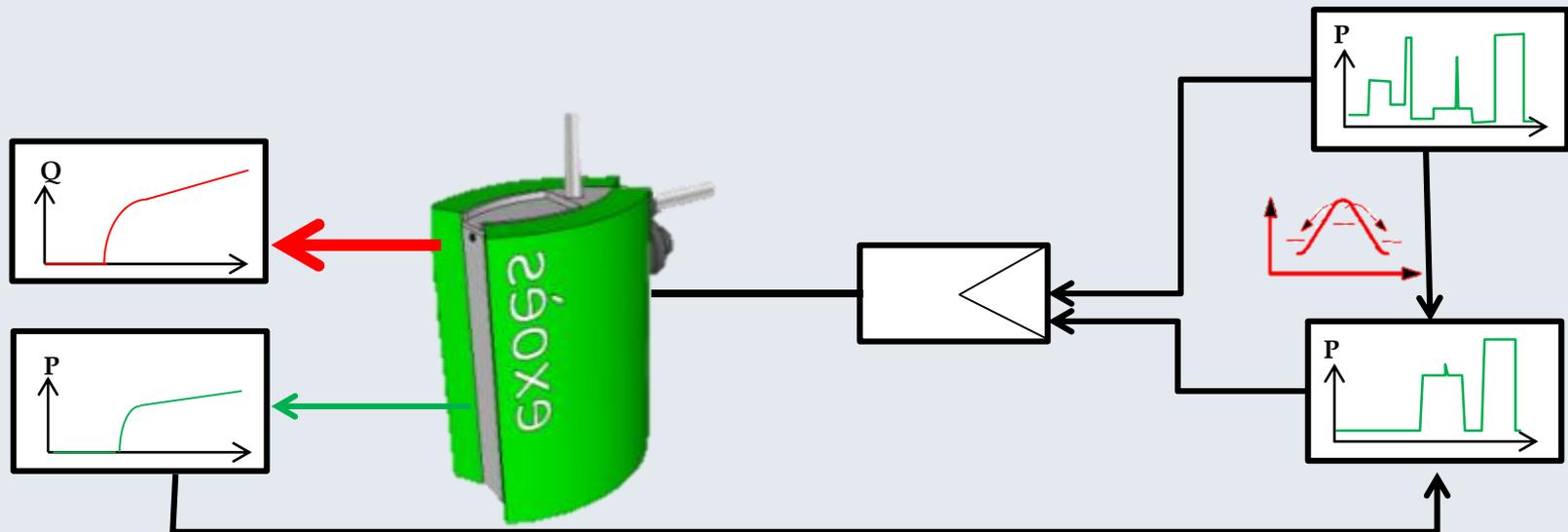
3- Les stratégies de contrôle

- Suivi de la demande thermique + prévision des besoins



3- Les stratégies de contrôle

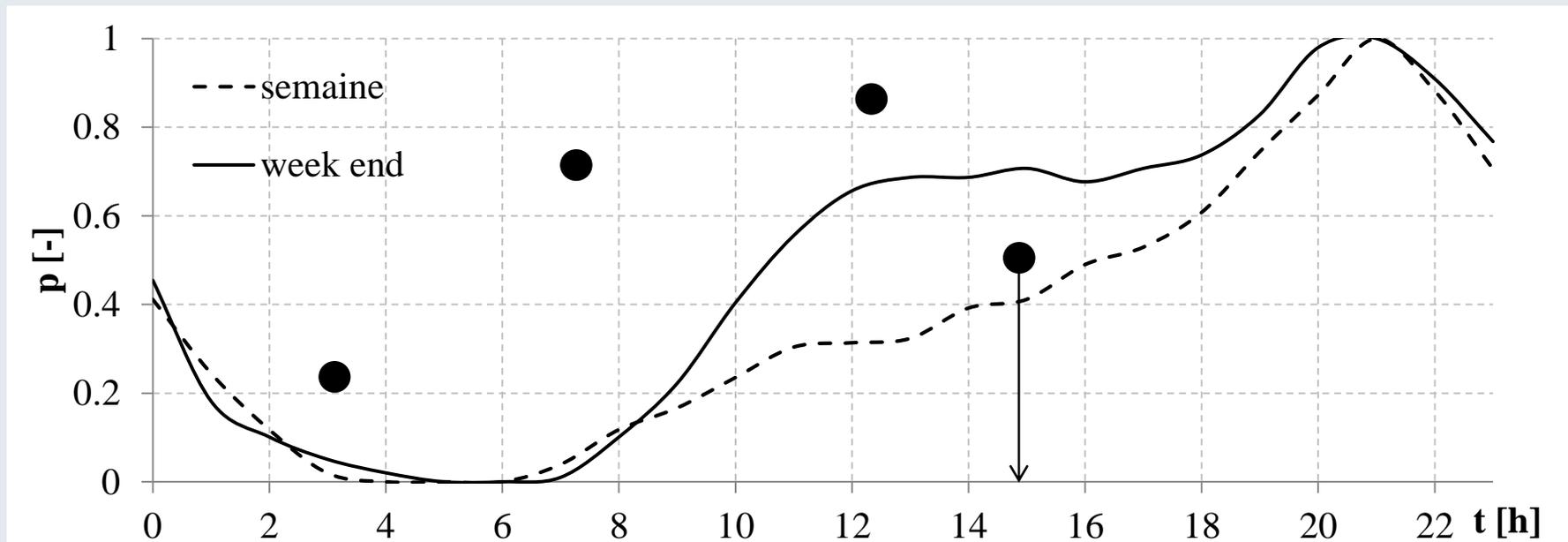
- Suivi de la demande électrique + délestage



-  Contexte du projet
-  Plateforme d'optimisation
-  Les besoins énergétiques
-  Optimisation énergétique, environnementale et économique
-  Quelques résultats

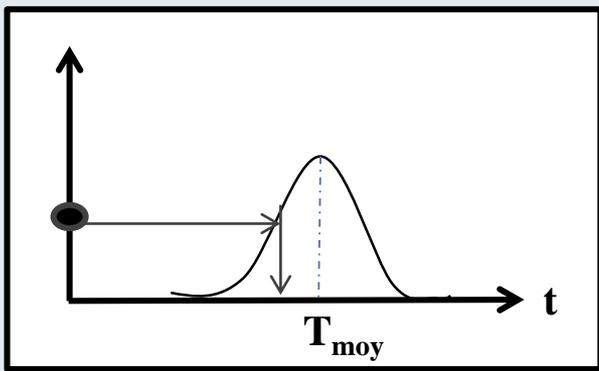
1- Besoins électriques

- Pas de temps 1 minute
- Méthode « **Time of use** » : probabilité d'occurrence de déclenchement d'un équipement (projet REMODECE)
- Méthode probabiliste de **Monte Carlo**

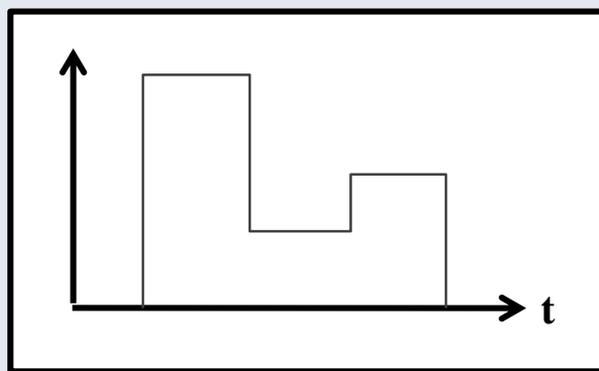


1- Besoins électriques

- Loi normale autour de la durée moyenne ou cycle prédéfini

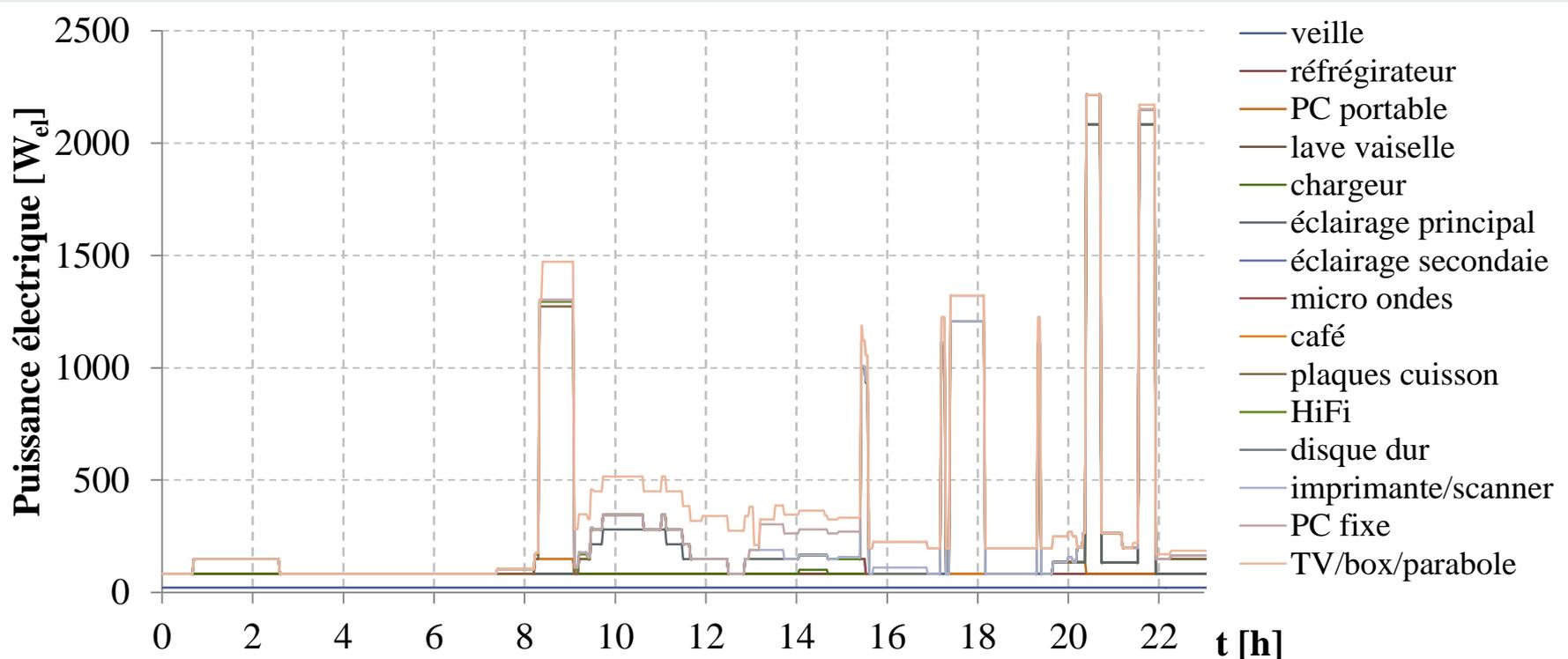


OU



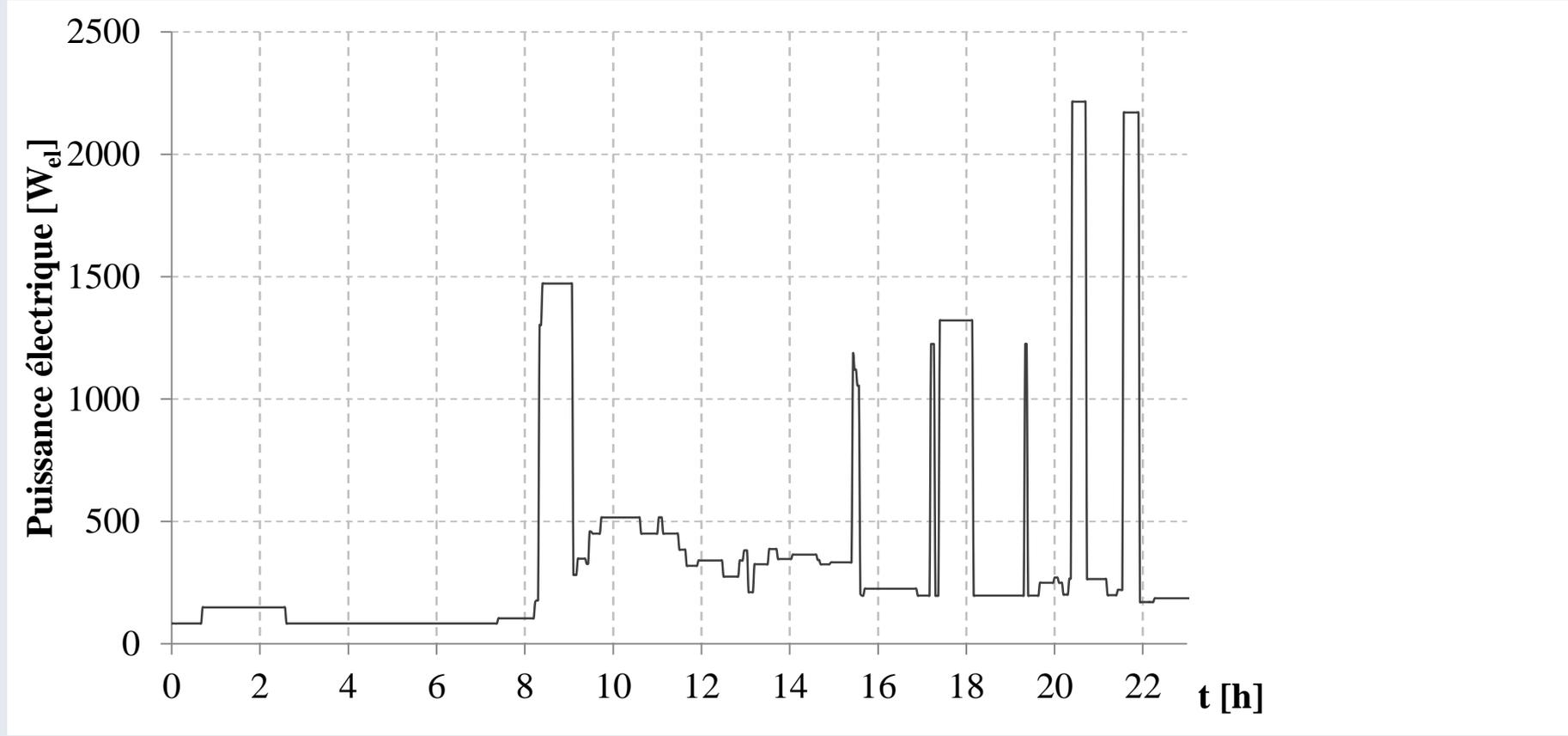
1- Besoins électriques

- Méthode « **Bottom-Up** » par agrégation de cycles élémentaires:
 - 3 niveaux d'équipements (bas, moyen, haut)
 - 3 niveaux de performance énergétique (A, B, C)



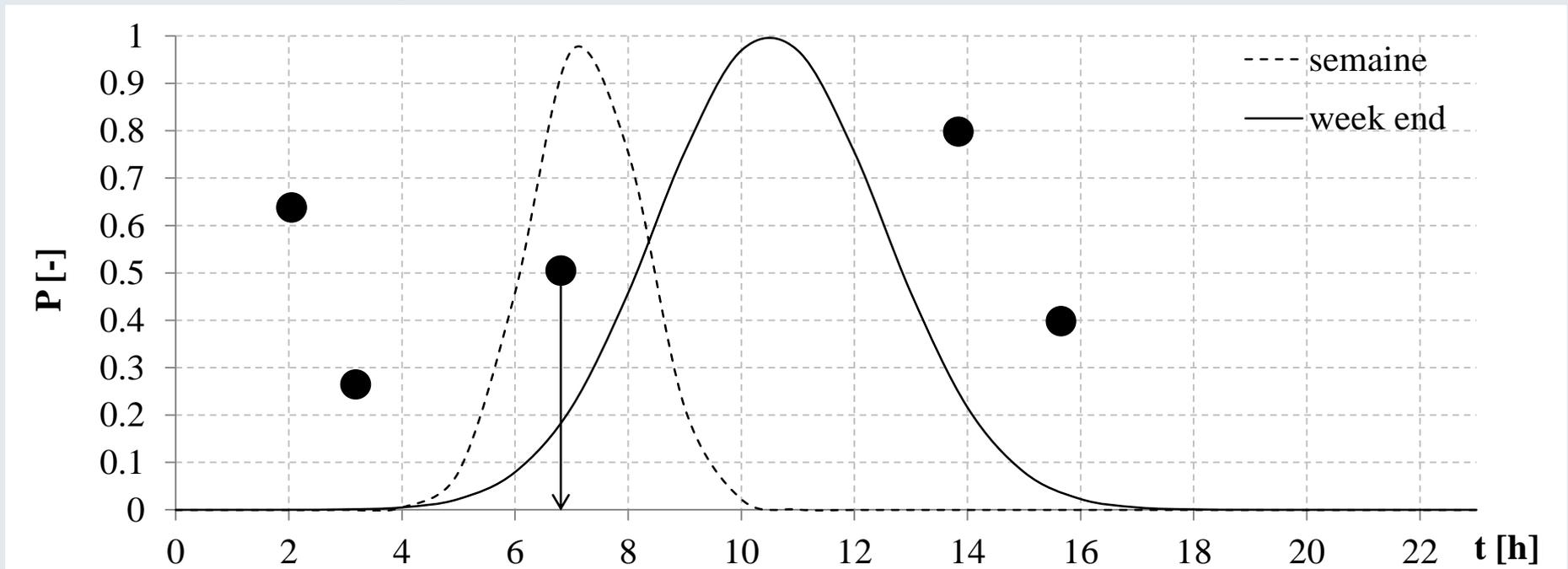
1- Besoins électriques

- Méthode « **Bottom-Up** » par agrégation de cycles élémentaires



2- Besoins ECS

- Pas de temps 1 minute
- Méthode « **Time of use** » : probabilité d'occurrence de déclenchement d'un équipement (profils AICVF)
- Méthode probabiliste de **Monte Carlo**

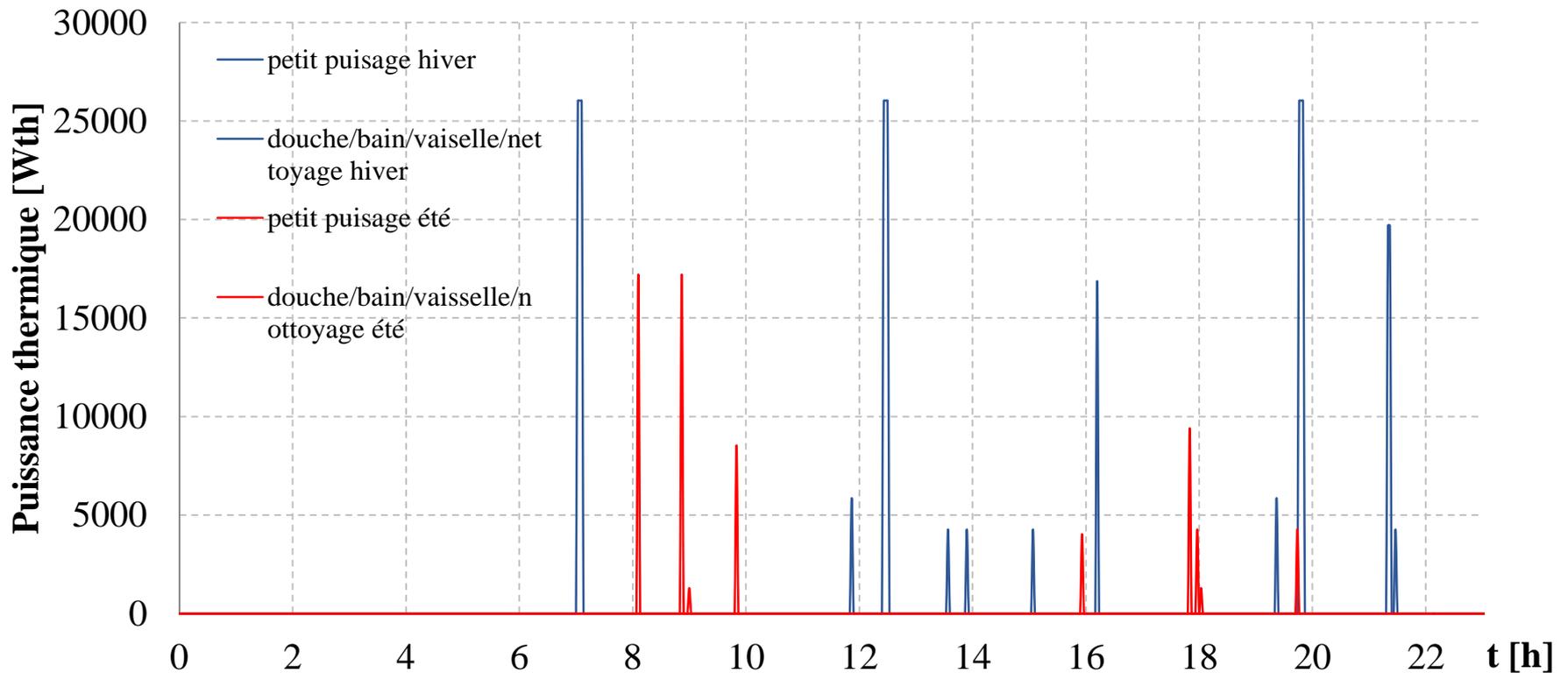


2- Besoins ECS

- Loi normale autour :
 - de la durée moyenne ou cycle prédéfini (NF EN 13203-2),
 - du débit de soutirage (NF EN 13203-2),
- Température de puisage selon l'usage (douche : 40 °C, nettoyage : 60 °C,...) (NF EN 13203-2),
- Modulation saisonnière des besoins (AICVF),
- Modélisation de la température d'eau froide,

2- Besoins ECS

- Méthode « **Bottom-Up** » par agrégation de cycles élémentaires : 2 niveaux de consommation (bas, haut) (NF EN 13203-2):



3- Besoins de chauffage

- Modèle statique de Richalet:

$$Q = US(T_{int}(t) - T_{ext}(t)) + A_s \varphi_s$$

Conductance thermique (points to US)
 Intégration de réduits de nuit (points to $T_{int}(t)$)
 Fichier météorologiques réels (points to $T_{ext}(t)$)
 Surface équivalente d'absorption (points to A_s)
 Apports gratuits (points to φ_s)

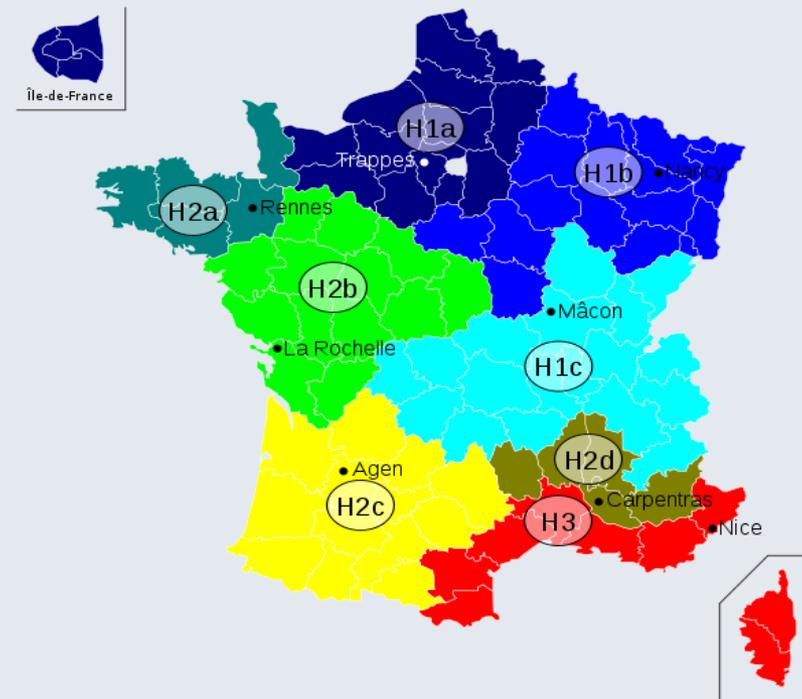
3- Besoins de chauffage

- Typologie de bâtiments:
 - Surface habitable
 - Consommation spécifique



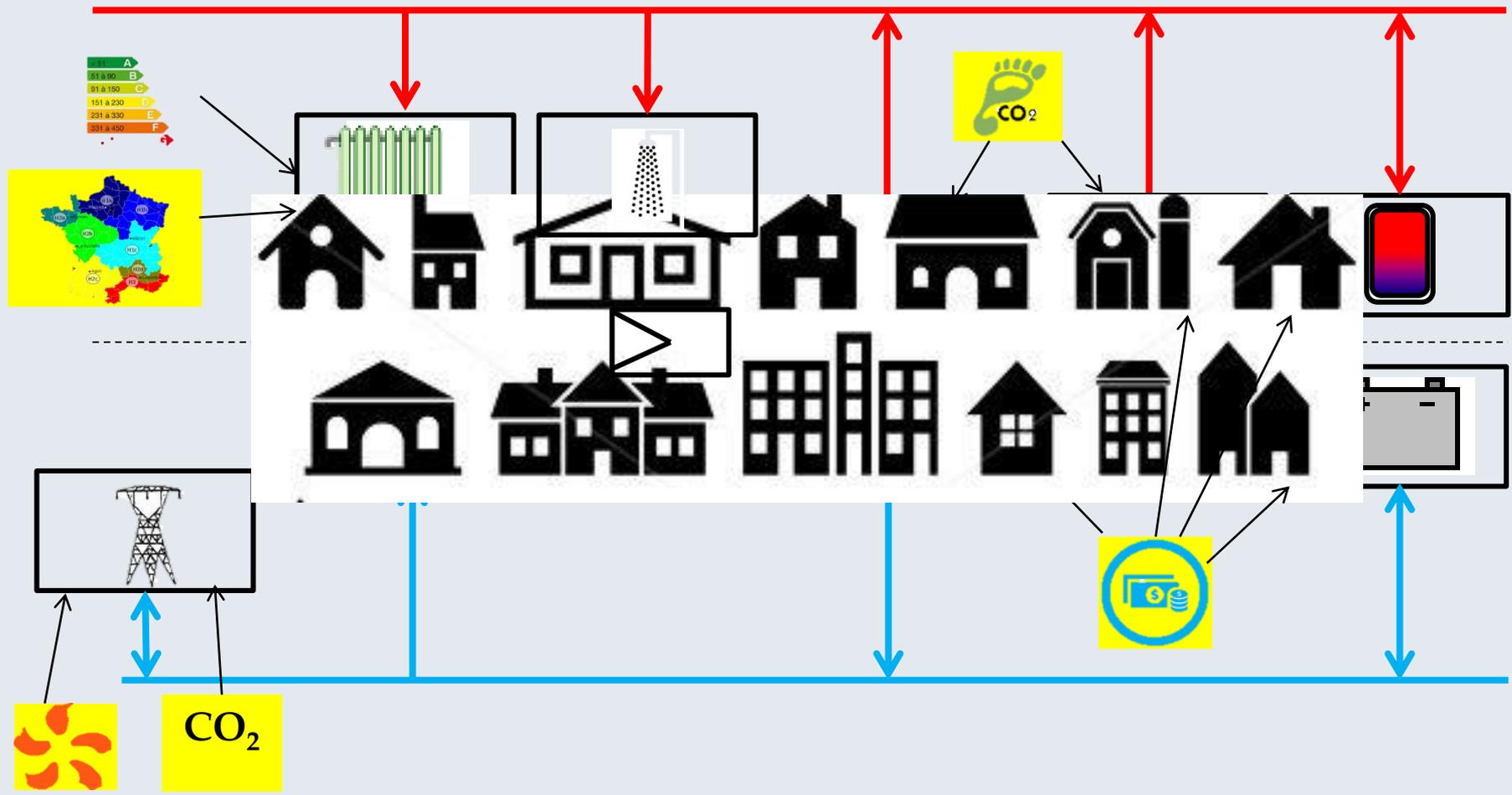
3- Besoins de chauffage

- Zones climatiques:
 - 8 zones de la RT 2012
 - Fichiers météorologiques réels



-  **Contexte du projet**
-  **Plateforme d'optimisation**
-  **Les besoins énergétiques**
-  **Optimisation énergétique, environnementale et économique**
-  **Quelques résultats**

Plateforme:



1- Economies en énergie primaire

- Comparaison à une solution de référence
- Calculs dynamique
- Coefficients de conversion EP/EF:
 - Électricité : 2,58
 - Gaz, biomasse et fioul : 1

$$PES = PE_{th,SHP} + PE_{el,SHP} - (PE_{\mu CHP} + PE_{aux} + PE_{in} - PE_{out})$$

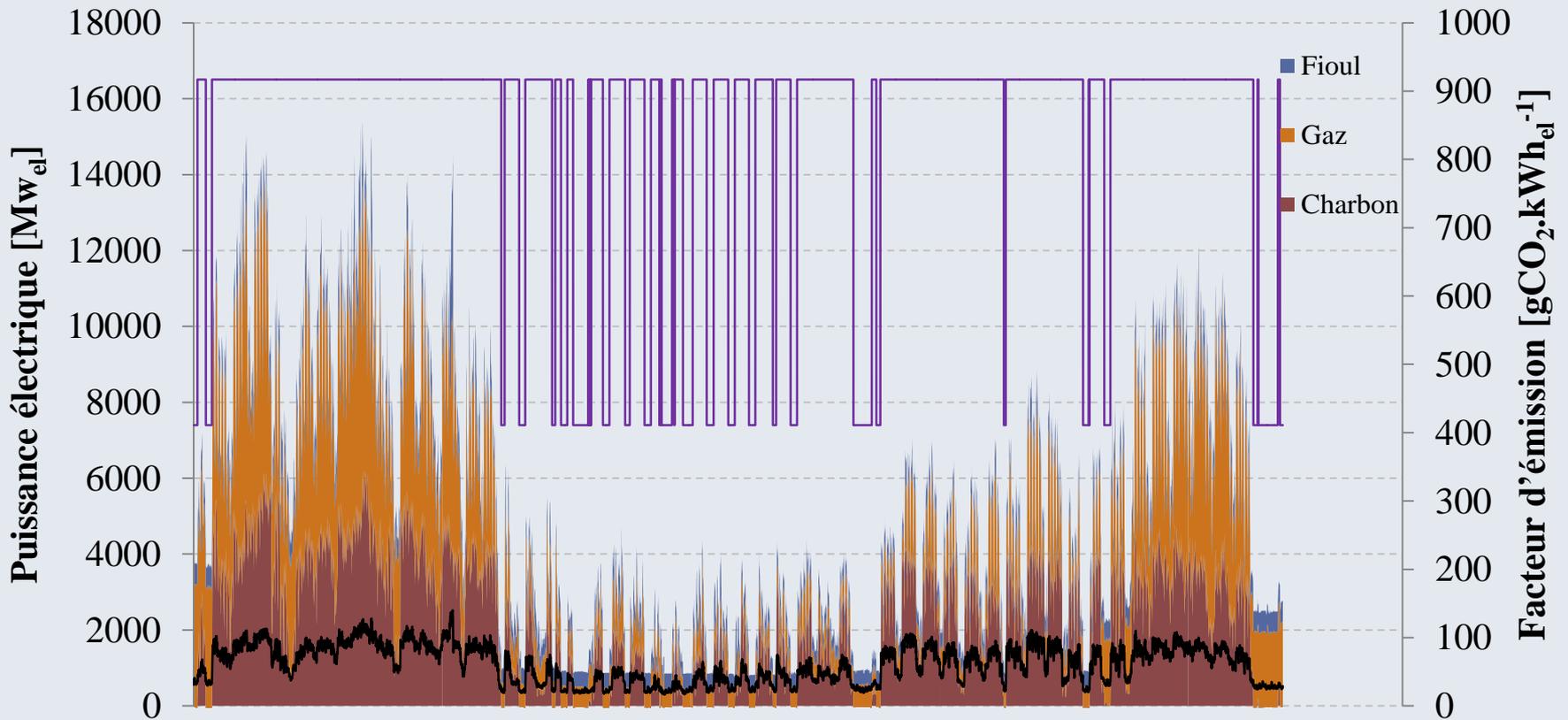
2- Economies en émissions de CO₂:

- Comparaison à une solution de référence
- Calculs dynamiques
- 2 modèles :
 - Le modèle « moyen »
 - Le modèle « marginal »

$$G_{CO_2} = m_{CO_2 th,SHP} + m_{CO_2 el,SHP} - \left(m_{CO_2 \mu CHP} + m_{CO_2 aux} + m_{CO_2 el,in} - m_{CO_2 el,out} \right)$$

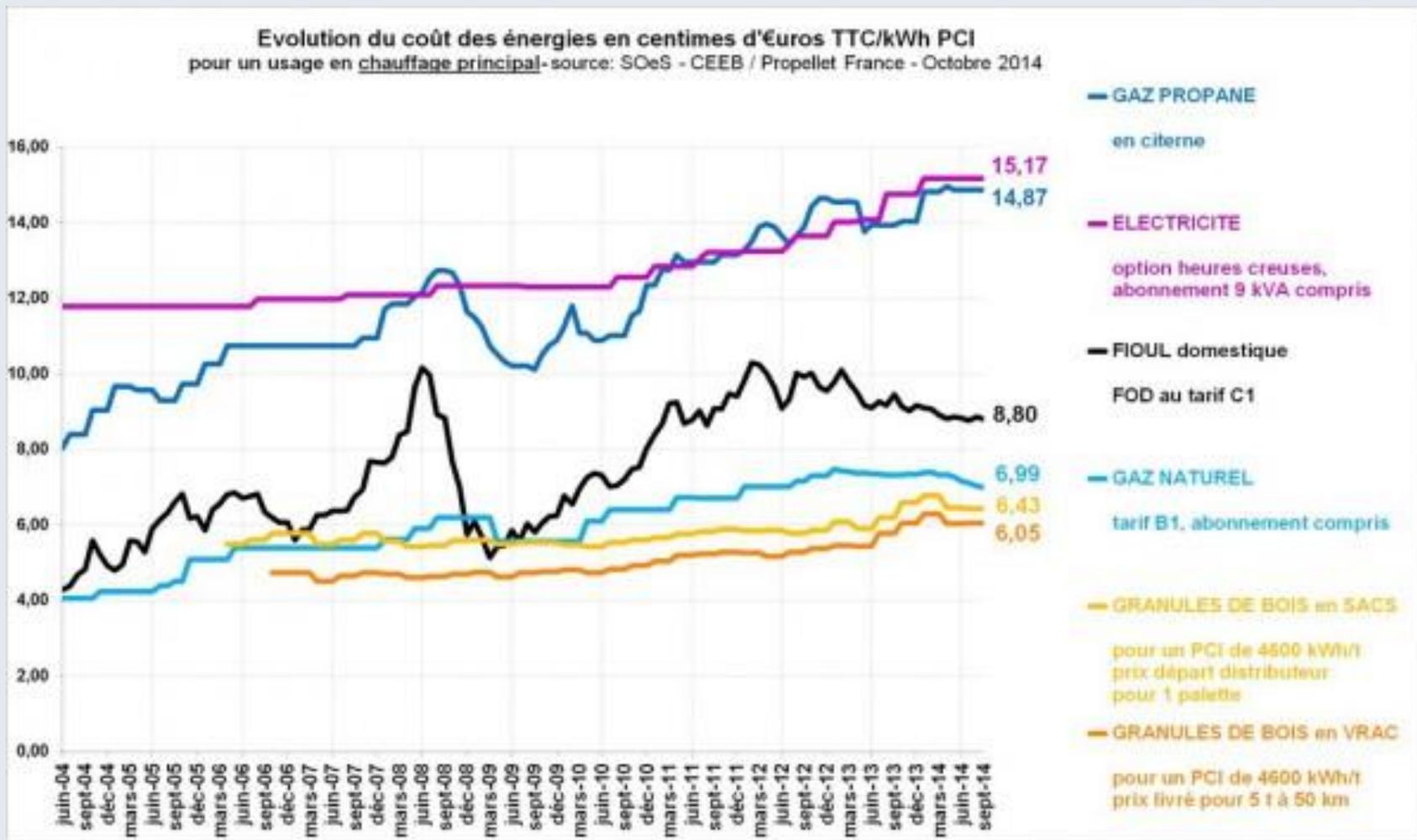
2- Economies en émissions de CO₂:

- Données de RTEecomix



3- Valorisation économique:

- Energie primaire économisée : **CEE (0,3 c€/kWh_{cumac})**
- Emissions évitées : quotas européens d'émissions (**EUAs**) : **0,6 c€/kg_{CO2}**
- Prix des énergies:
 - Pellet
 - Gaz

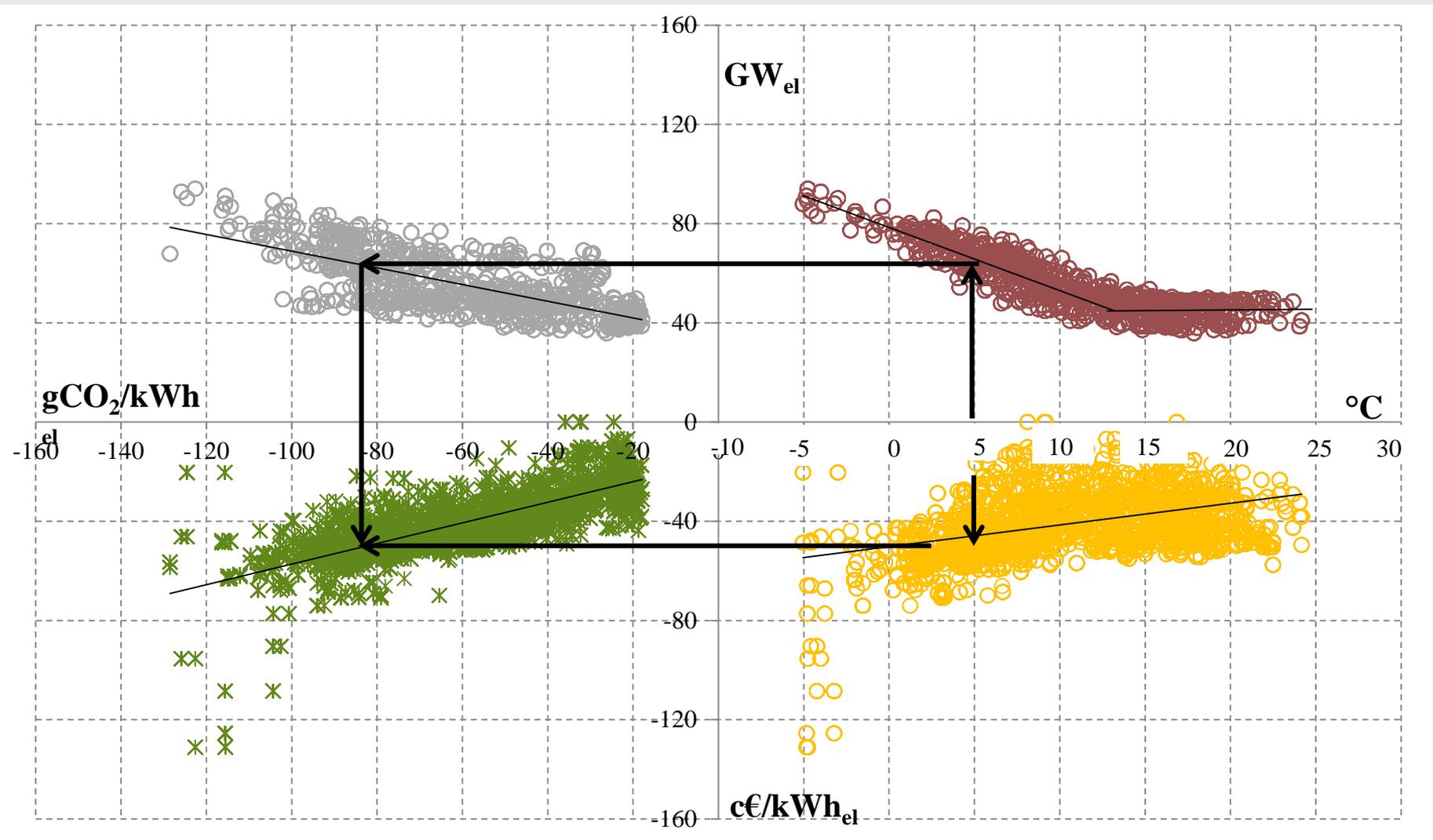


3- Valorisation économique:

- Energie primaire économisée : CEE (**0,3 c€/kWh_{cumac}**)
- Emissions évitées : quotas européens d'émissions (EUAs) (**0,6 c€/kg_{CO2}**)
- Prix des énergies:
 - Pellet (**6 c€/kWh_{PCI}**)
 - Gaz (**7 c€/kWh_{PCI}**)
 - Electricité :
 - prix commerciaux (base, TEMPO, HP/HC)
 - Marché spot : **EPEX** (indice ELIX)
- Prix des systèmes (ballon, batterie, moteur)
- **Marché de capacité ?**

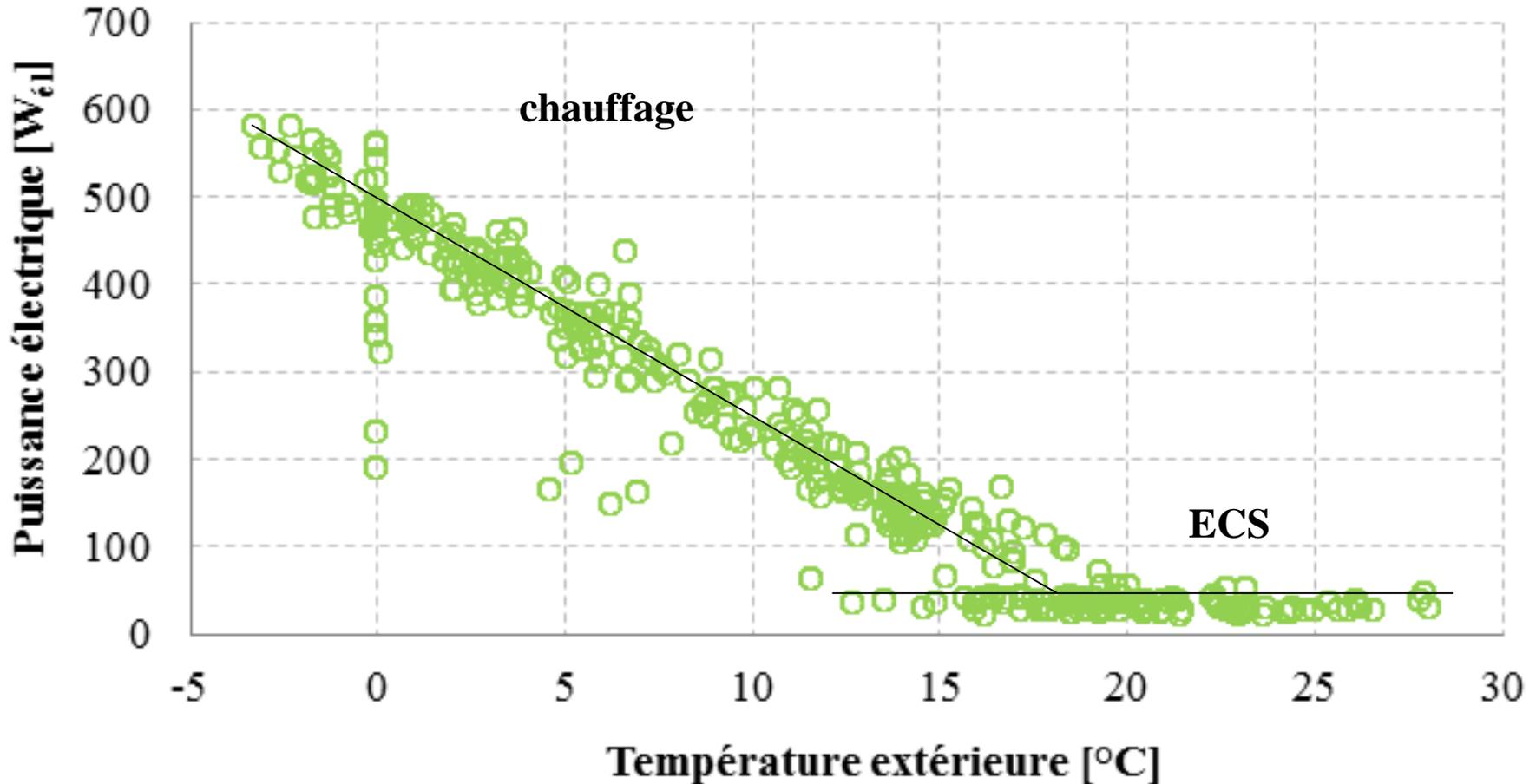
CG

$$= C_{fuel,SHP} + C_{el,SHP} - (C_{inv,\mu CHP} + C_{fuel,\mu CHP} + C_{fuel,aux} + C_{el,in} - C_{el,out} - C_{SC} - C_{CO_2} - C_{PE})$$

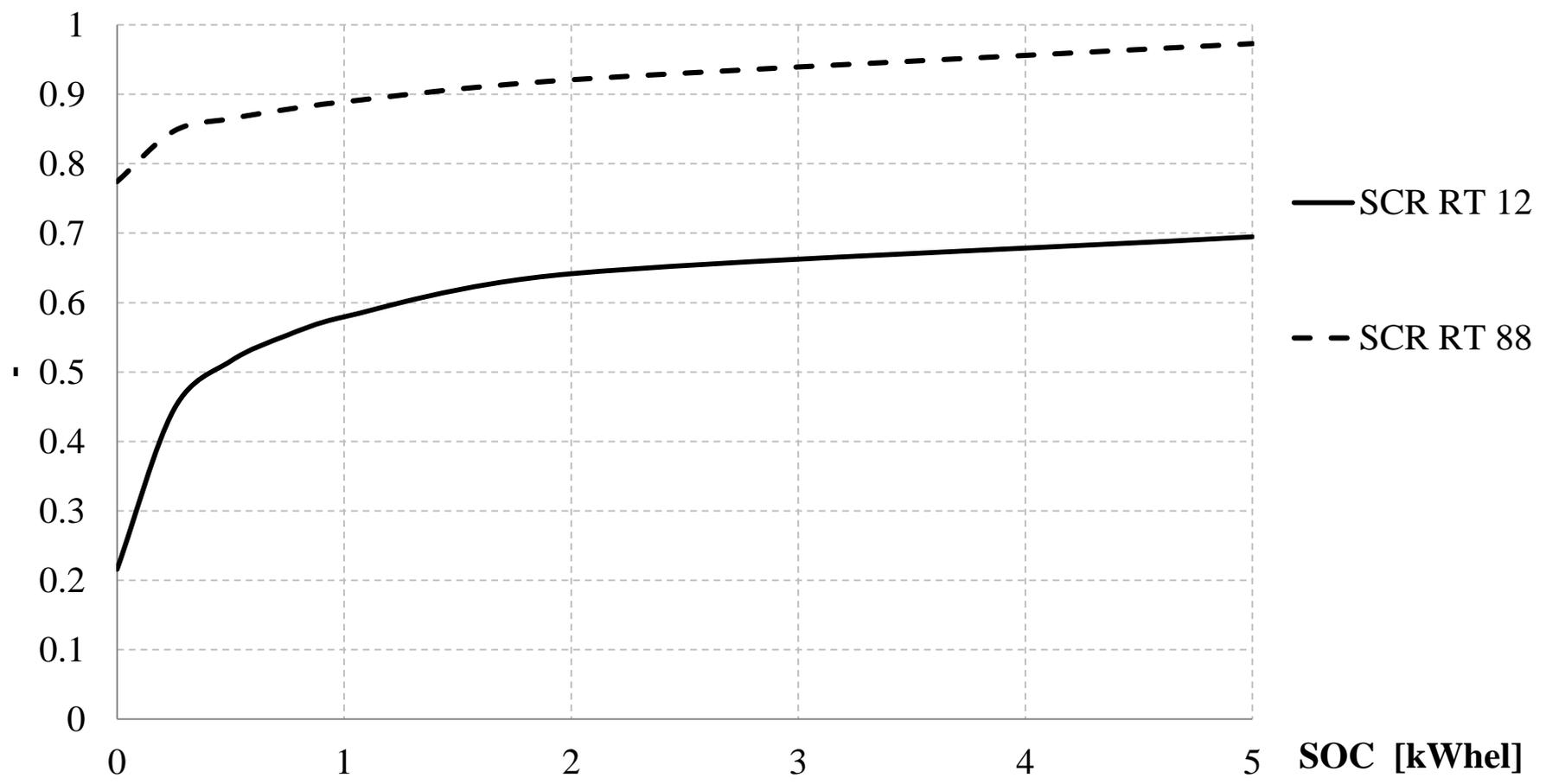


-  Contexte du projet
-  Plateforme d'optimisation
-  Les besoins énergétiques
-  Optimisation énergétique, environnementale et économique
-  Quelques résultats

1- Signature électrique: « thermo productibilité »



2- Stockage électrique :



Merci, des questions?



