

EKATE: Gestion de l'électricité photovoltaïque et autoconsommation partagée dans la zone transfrontalière France-Espagne, en utilisant la technologie Blockchain et l'Internet des objets (IoT)

**Haritza Camblong Ruiz**

16/09/2022

# Contexte

## Expérience pilote au sein de la technopole d'Izarbel

- ACC avec distribution dynamique.

$$TAC = \frac{\sum E_{FV}^{cons}}{\sum E_{FV}^{prod}}$$

- EMS pour ESTIA2.
- Partenaires : ESTIA, Tecsol et UPV/EHU.

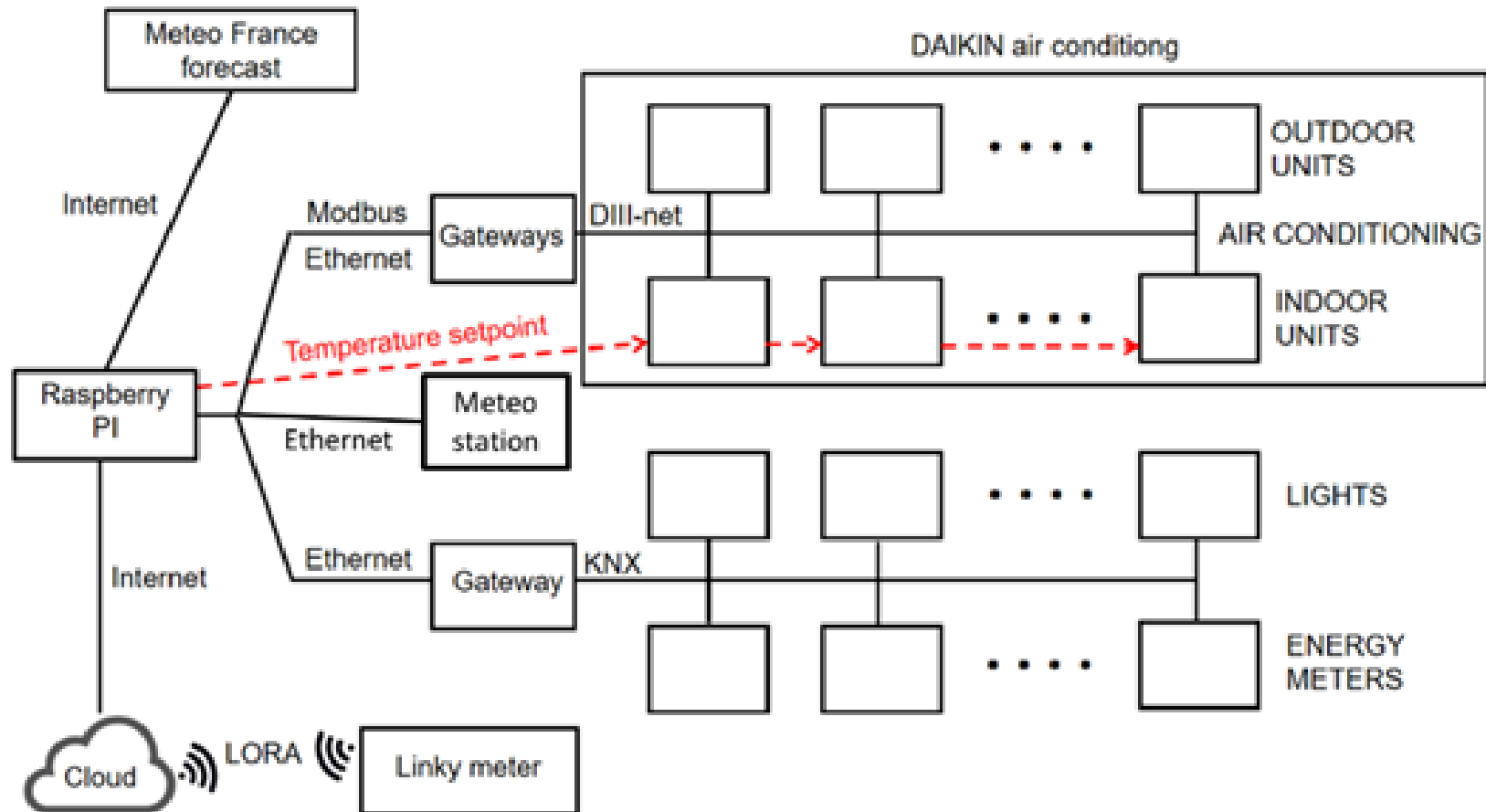
# Contexte

Membres de la PMO (entité juridique de l'ACC)



# IoT conçu et installé pour l'ACC

## Structure de l'IoT



# IoT conçu et installé pour l'ACC Tecsol TICs

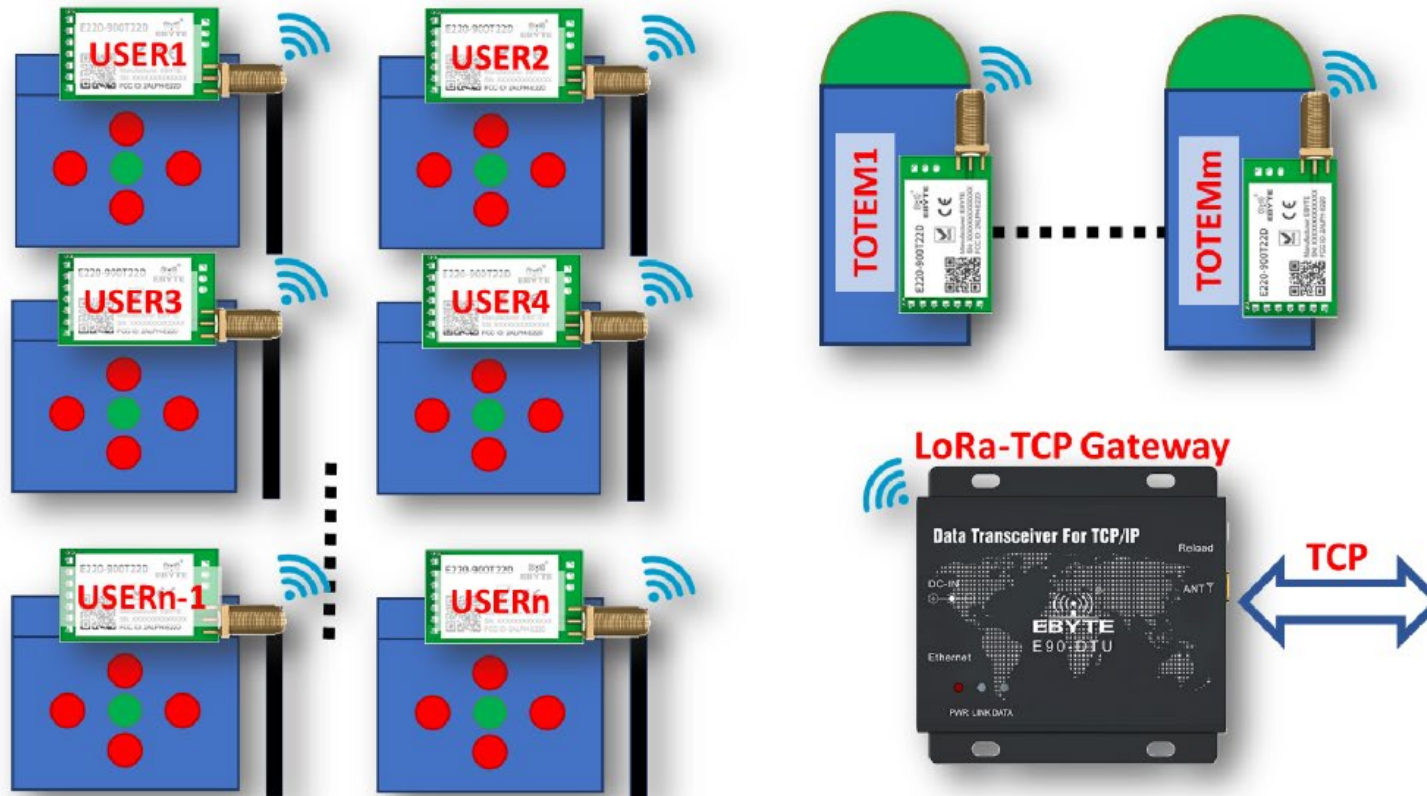


# IoT conçu et installé pour l'ACC

## Structure du système HVAC

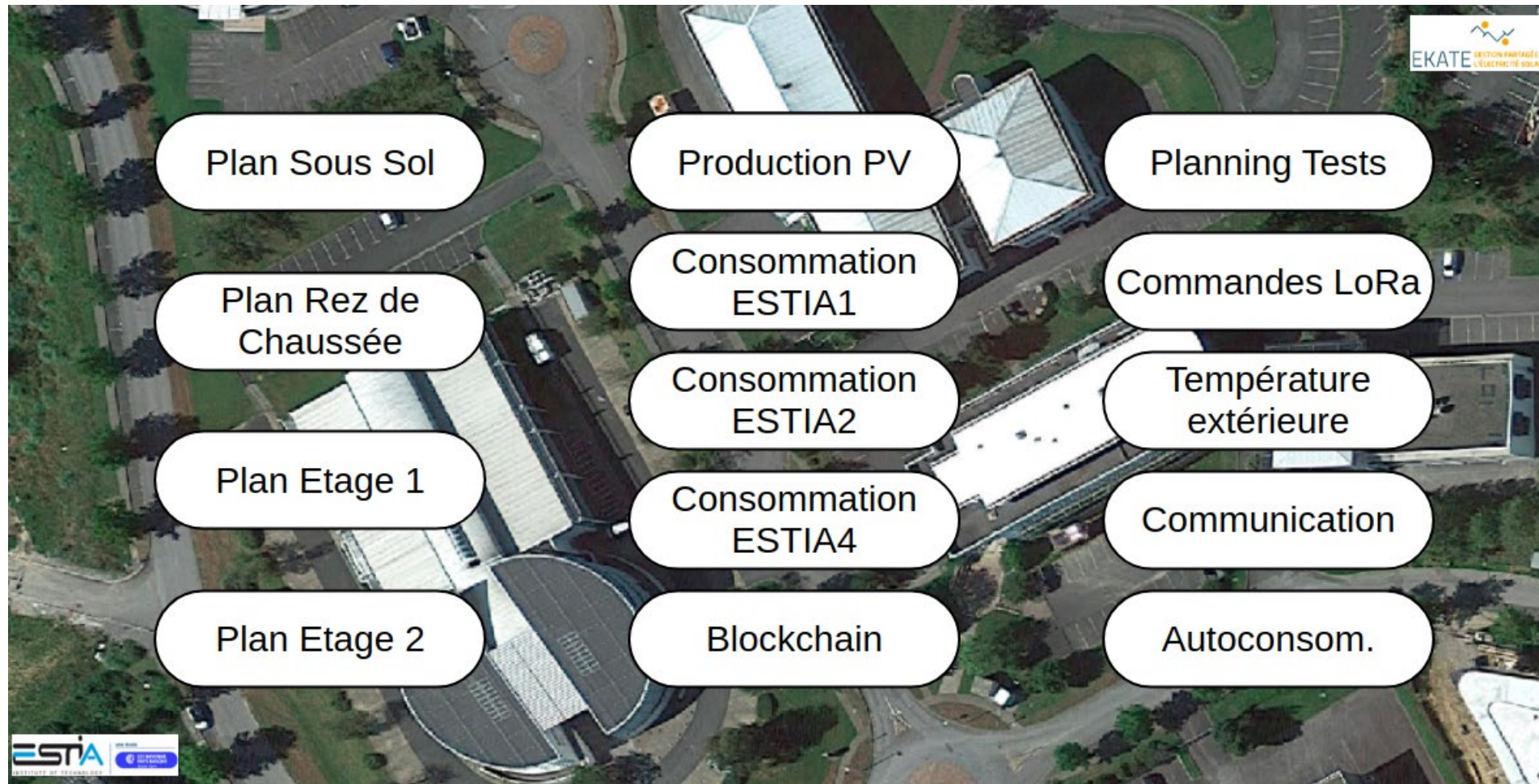


# IoT conçu et installé pour l'ACC Tablettes et totems



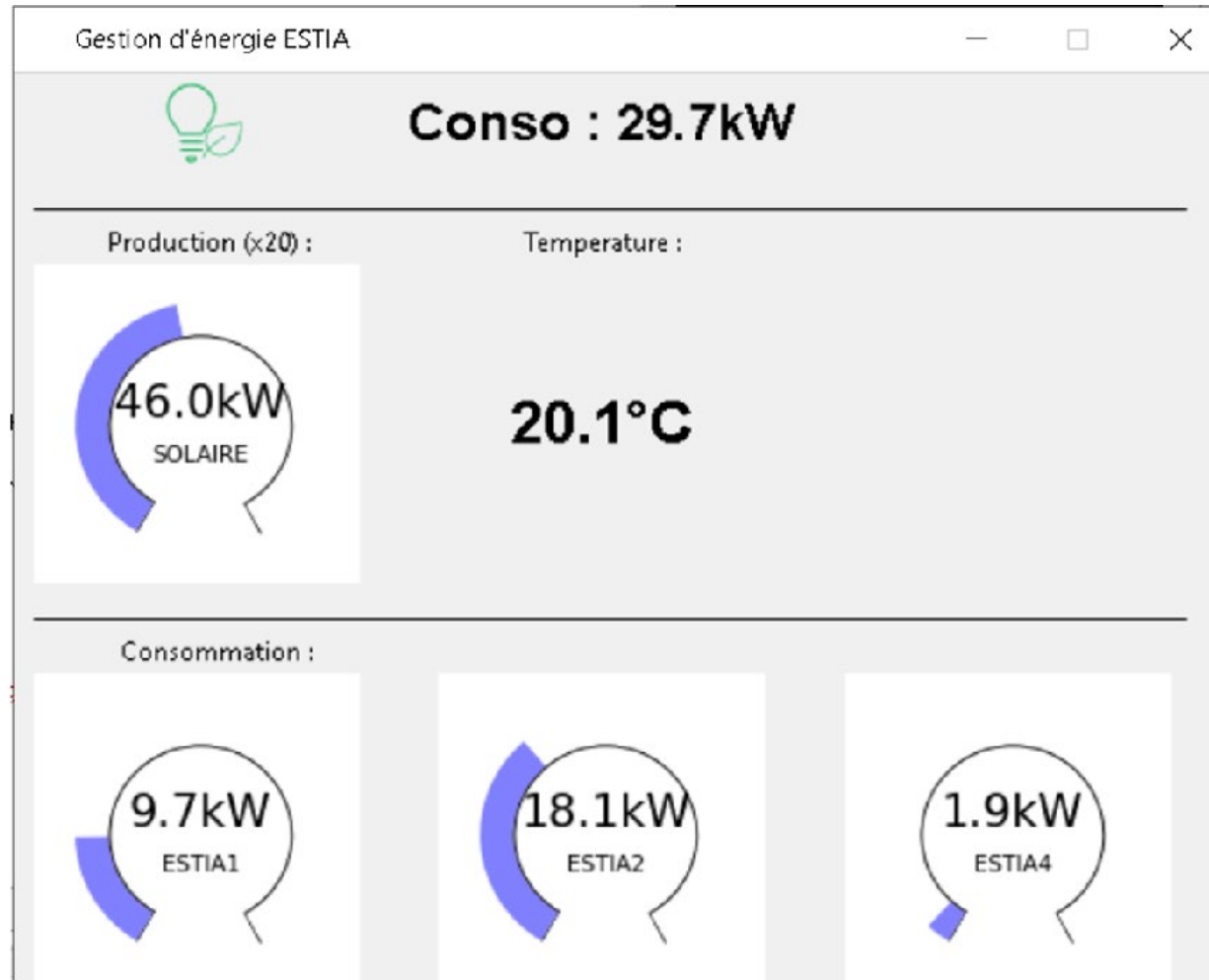
# IoT conçu et installé pour l'ACC

## Interface interactive





# IoT conçu et installé pour l'ACC Widget



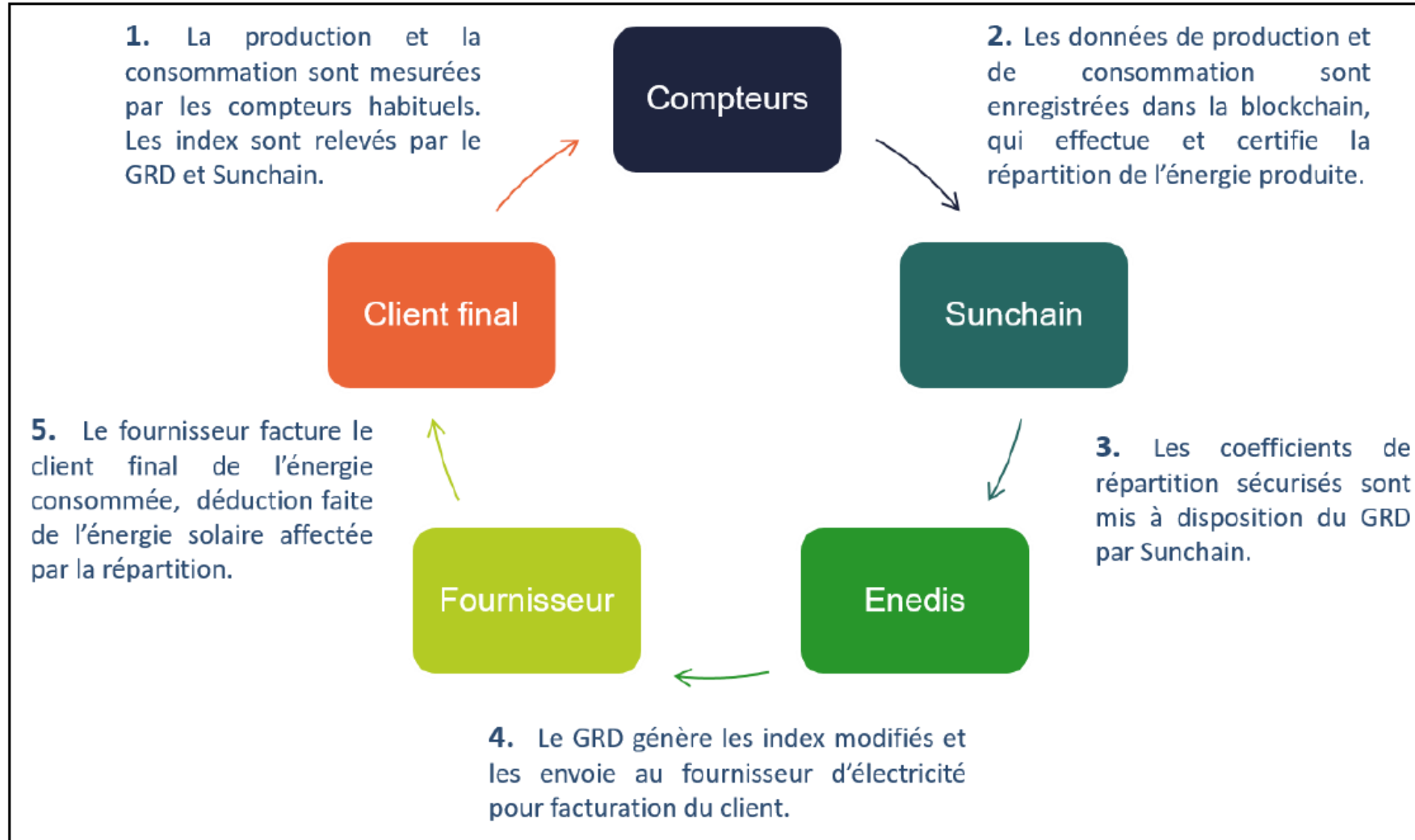
# Distribution et enregistrement sur la blockchain

## 3 types de distribution possibles en France

Type de clé	Description	Cas d'usage	Avantages	Inconvénients
<b>STATIQUE</b>	Coefficients de répartition <b>constants</b> à chaque pas de temps 30min (définis à l'avance par la PMO) (exemple : client 1: 25%, client 2 : 35%, client 3 : 40%)	Exemple : coefficients attribués par la PMO à hauteur du financement apporté par chaque participant à la centrale PV	Simplicité d'usage pour la PMO	Répartition de la production non optimale. Risque fort d'avoir du surplus de production (non autoconsommée par les participants)
<b>DYNAMIQUE</b>	Coefficients de répartition <b>variables</b> à chaque pas de temps 30min (définis par la PMO a posteriori selon format annexe 5 de la convention)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recherche d'optimisation</li> <li>Besoin de priorisation entre participants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Optimisation possible</b> (affectation maximale de la production) à la main de la PMO</li> <li>Priorisation possible de l'affectation de production</li> </ul>	Tous les mois, nécessité de communiquer à Enedis la valeur des coefficients de répartition à appliquer toutes les 30min
<b>DYNAMIQUE PAR DEFAUT</b>	Coefficients de répartition <b>variables</b> à chaque pas de temps 30min, <b>calculés automatiquement par Enedis</b> au prorata de la consommation de chaque participant	Modèle « collectivité locale » (tous les participants sont des sites appartenant à la collectivité)	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Optimisation automatique</b> (affectation maximale de la production)</li> <li>Pas de valeurs à communiquer à Enedis</li> </ul>	Pas de différenciation entre les consommateurs du fait de particularités propres à l'opération

# Distribution et enregistrement sur la blockchain

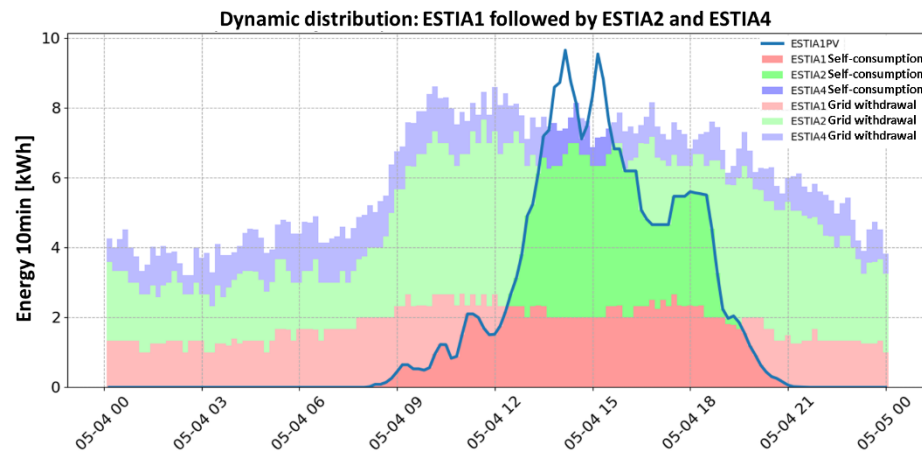
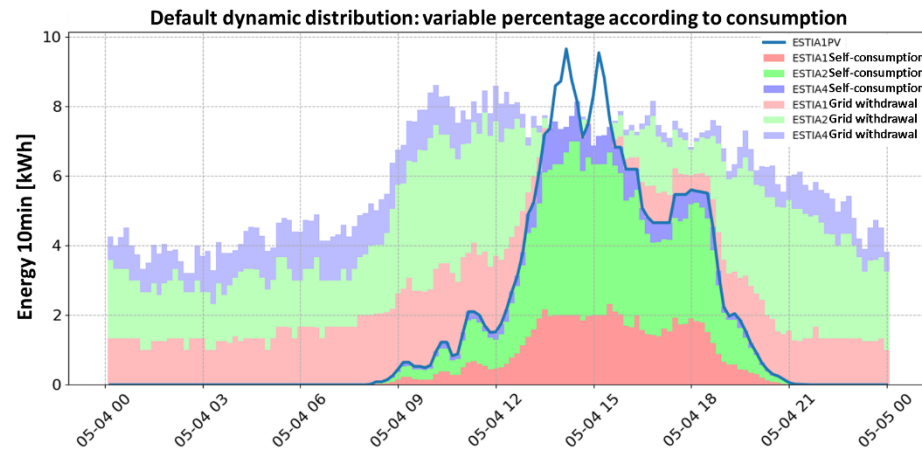
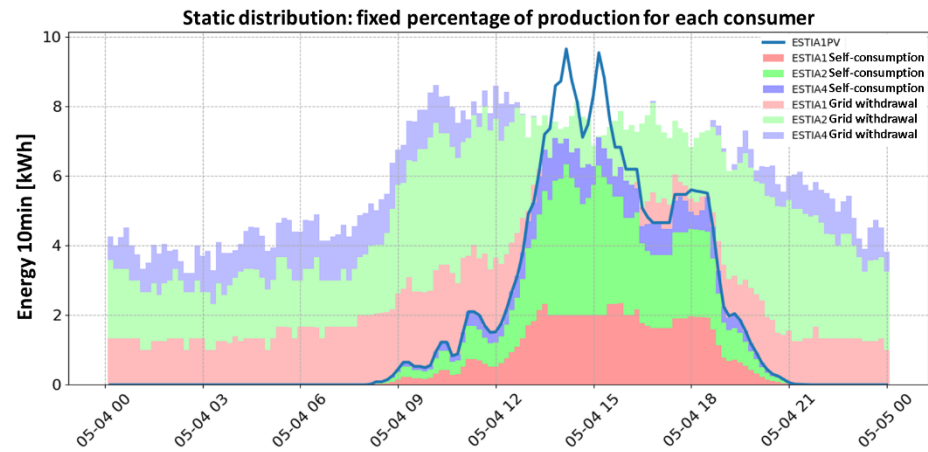
## Architecture de l'information



# Résultats

## Distribution: sans Izarlink, avec peu de soleil

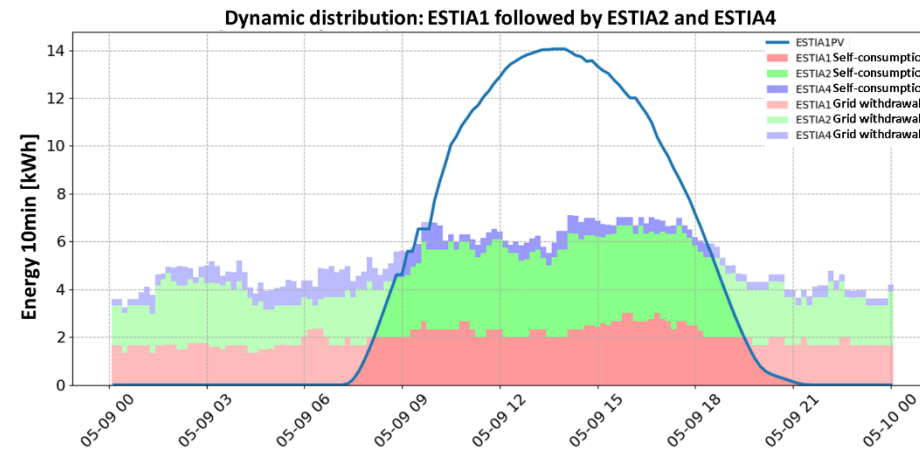
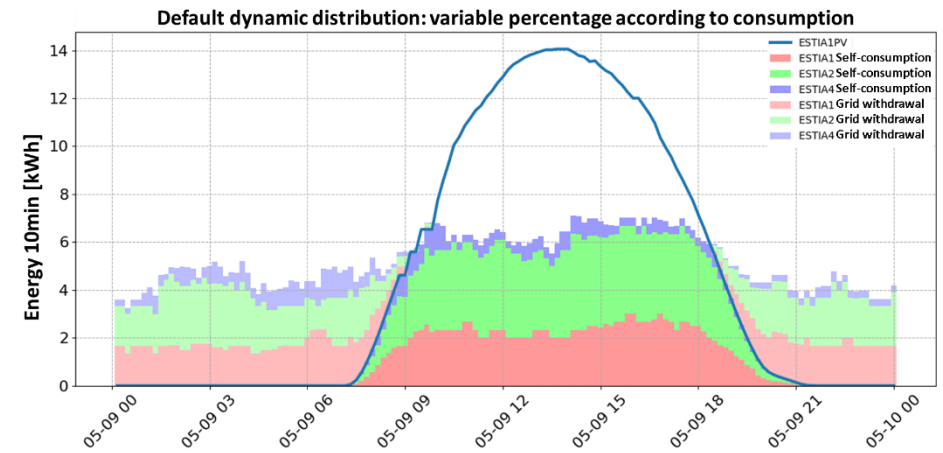
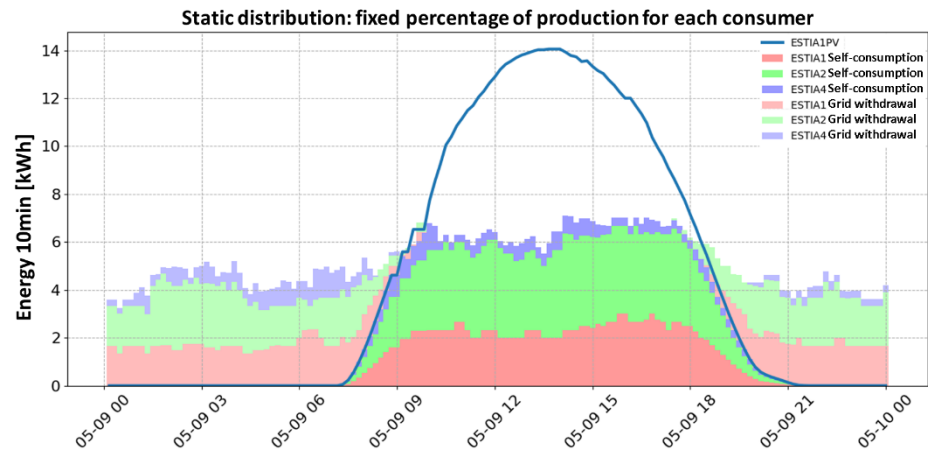
35% pour ESTIA1, 45% pour ESTIA2 et 20% pour ESTIA4



ESTIA1 → ESTIA2 → ESTIA4

# Résultats

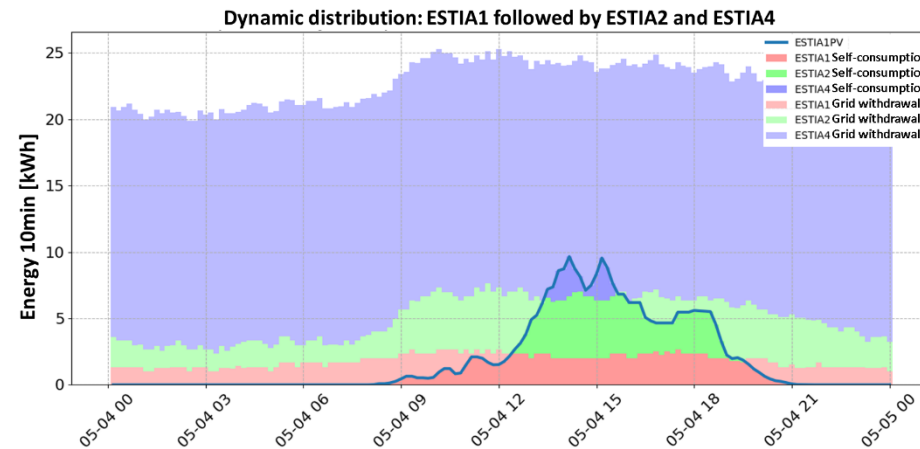
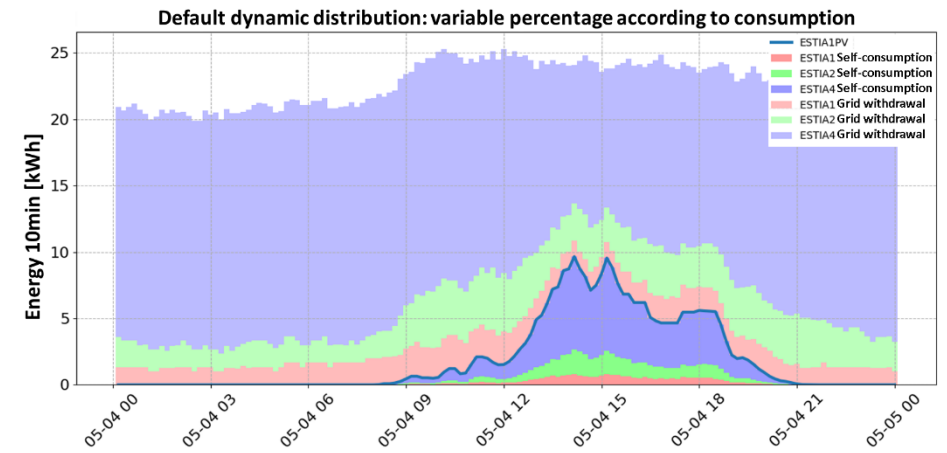
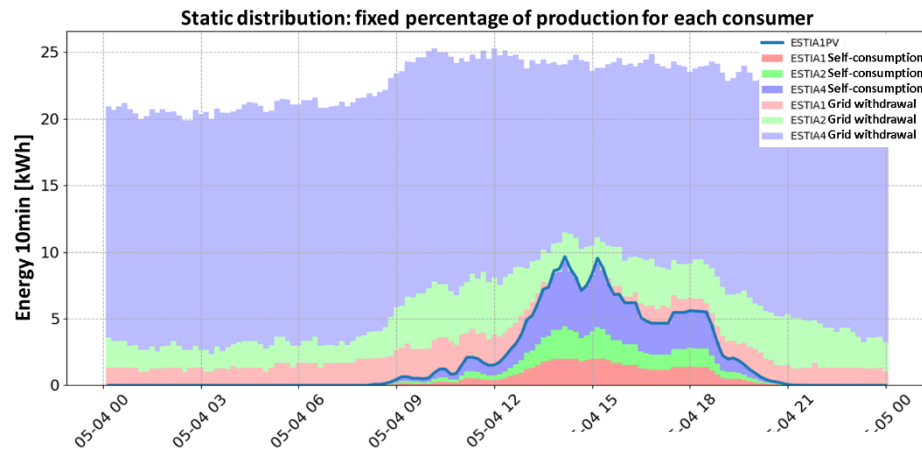
## Distribution: sans Izarlink, avec beaucoup de soleil



# Résultats

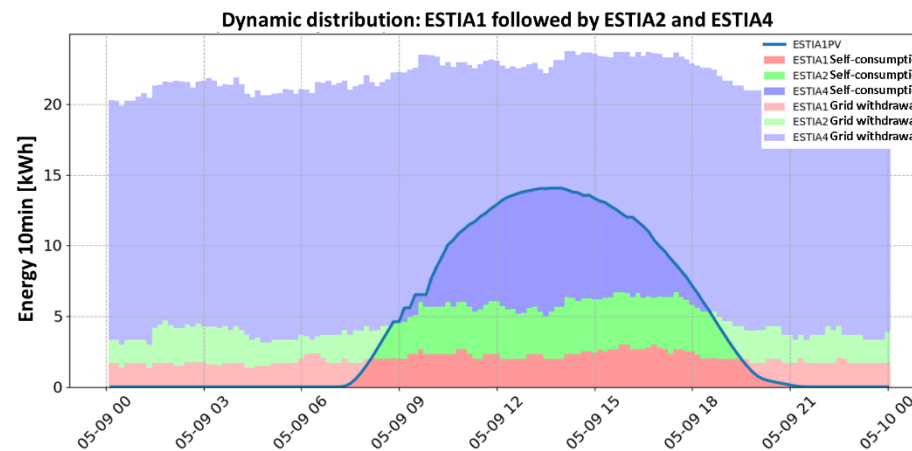
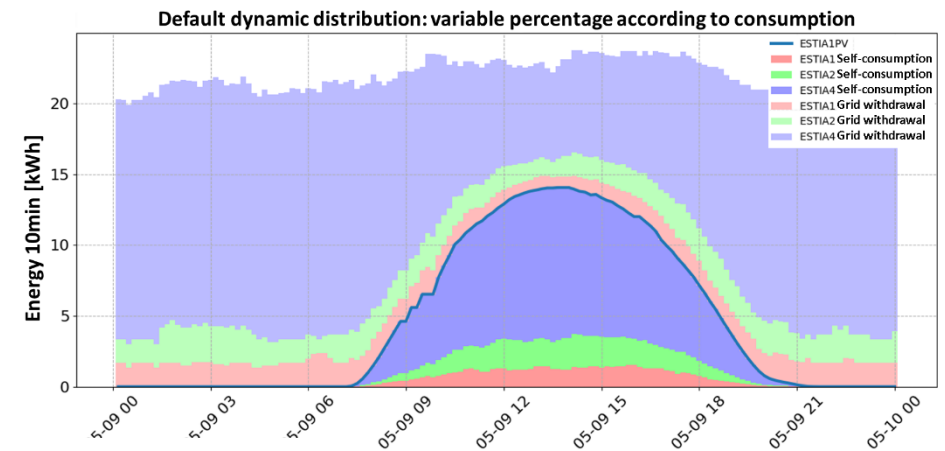
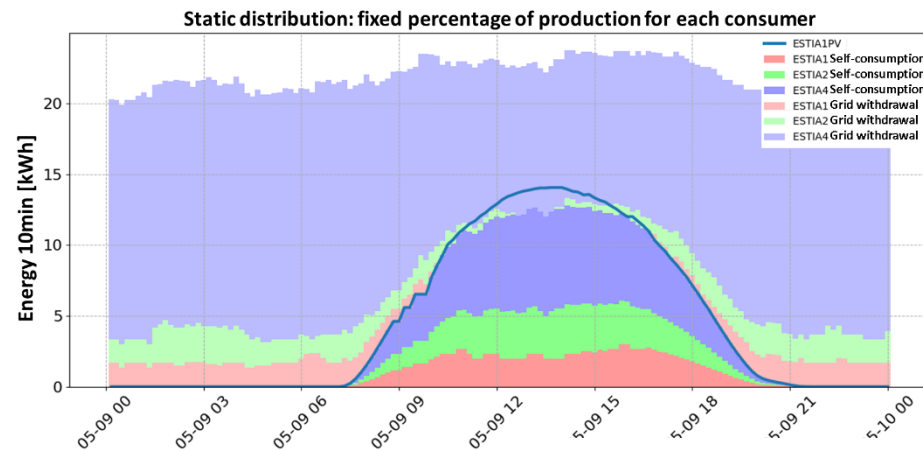
## Distribution: avec Izarlink, avec peu de soleil

25% pour ESTIA1, 25% pour ESTIA2 et 50% pour ESTIA4



# Résultats

## Distribution: avec Izarlink, avec beaucoup de soleil



# Systemes de gestion de l'énergie (EMS) à Estia 2

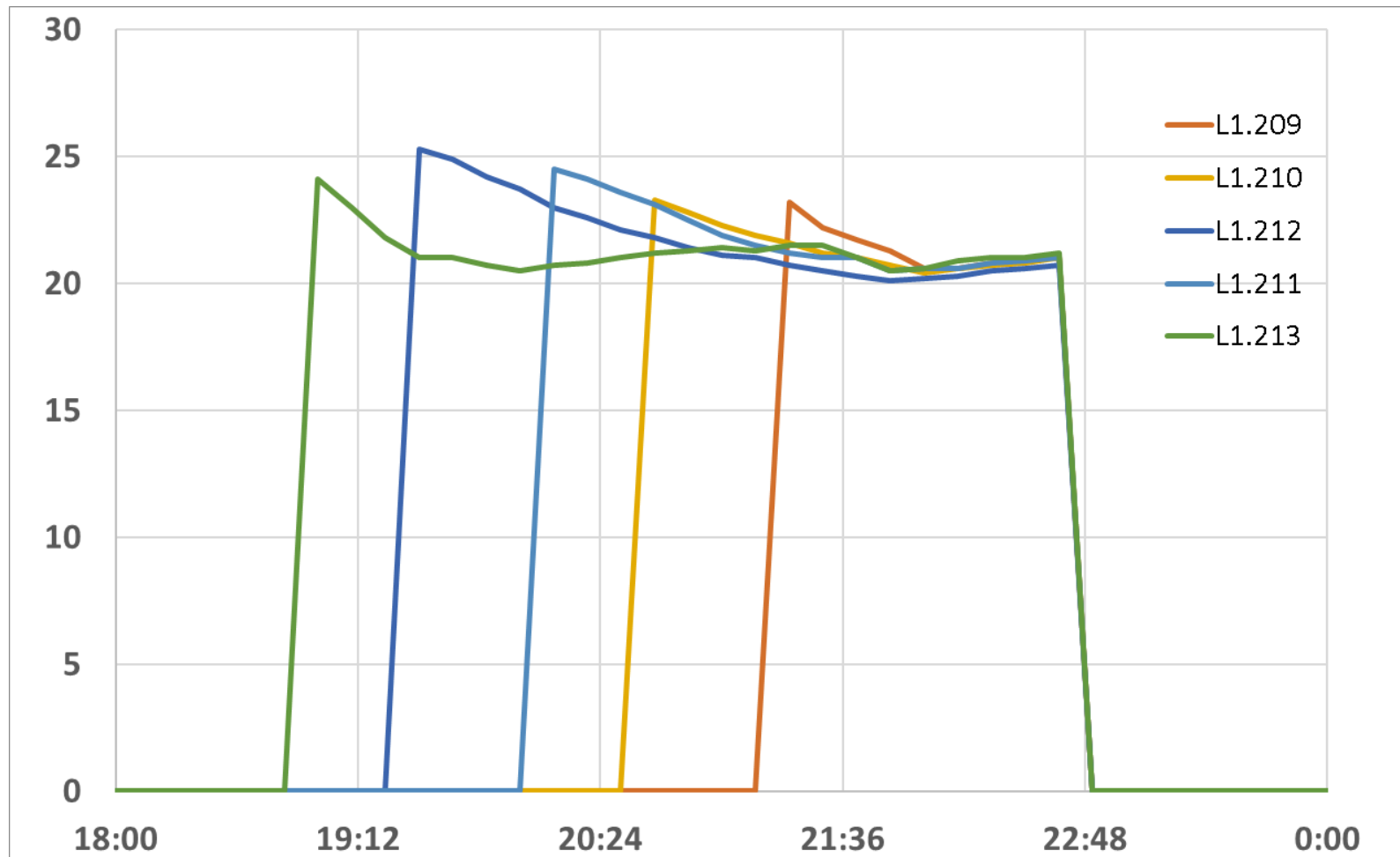
- Un **EMS basé sur des règles logiques simples** qui agit sur l'état ON/OFF des unités intérieures en temps réel en fonction du surplus instantané de d'énergie FV.
- Un **EMS intelligent**, basé sur des **modèles prédictifs** de la consommation d'ESTIA2 et de la production FV d'ESTIA1, un **modèle thermique d'ESTIA2 et de HVAC et un algorithme d'optimisation.**



# Conception du RB-EMS

## Essai, excitation des unités internes

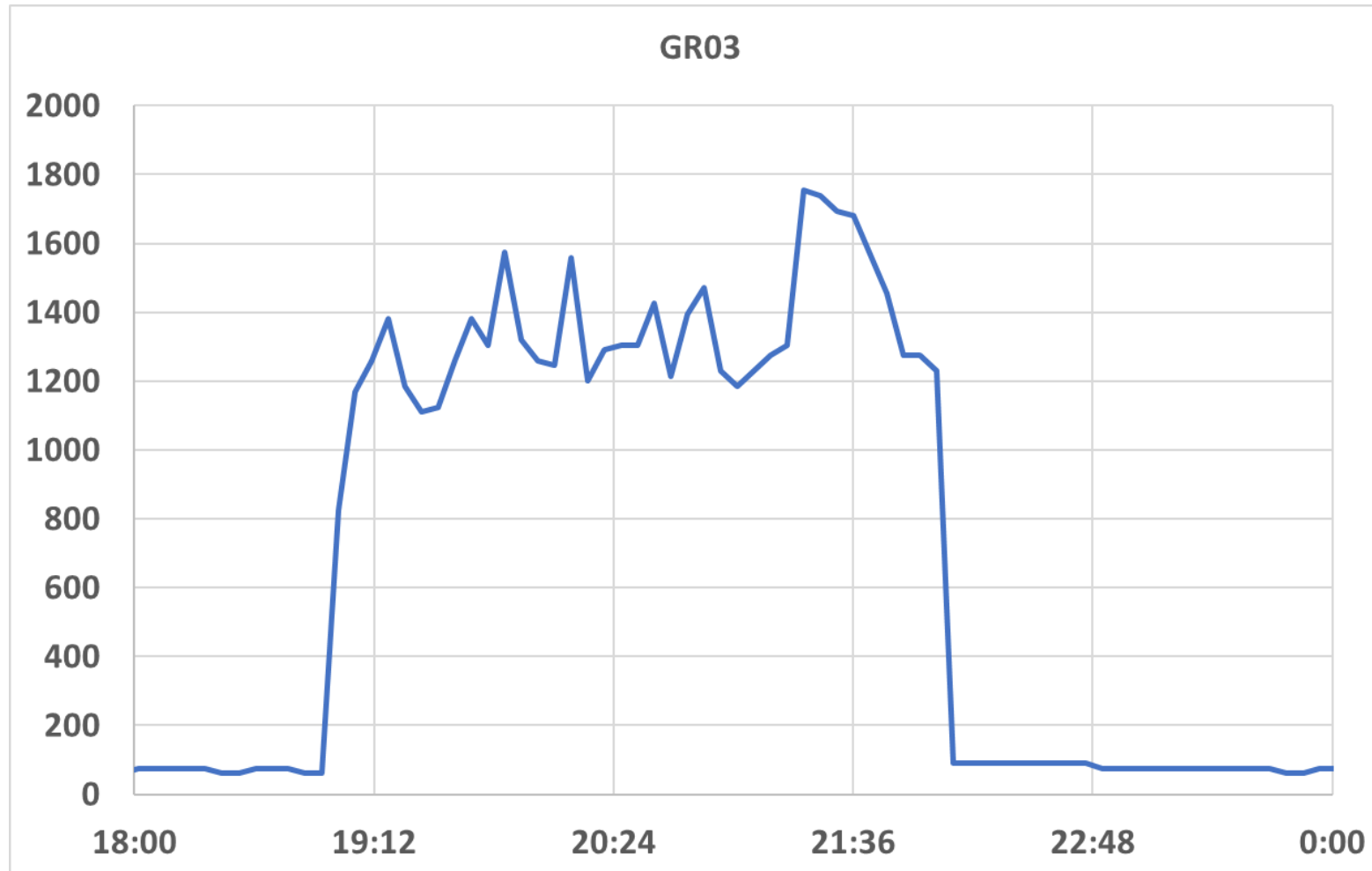
Température



# Conception du RB-EMS

## Puissance consommée

Puissance consommée



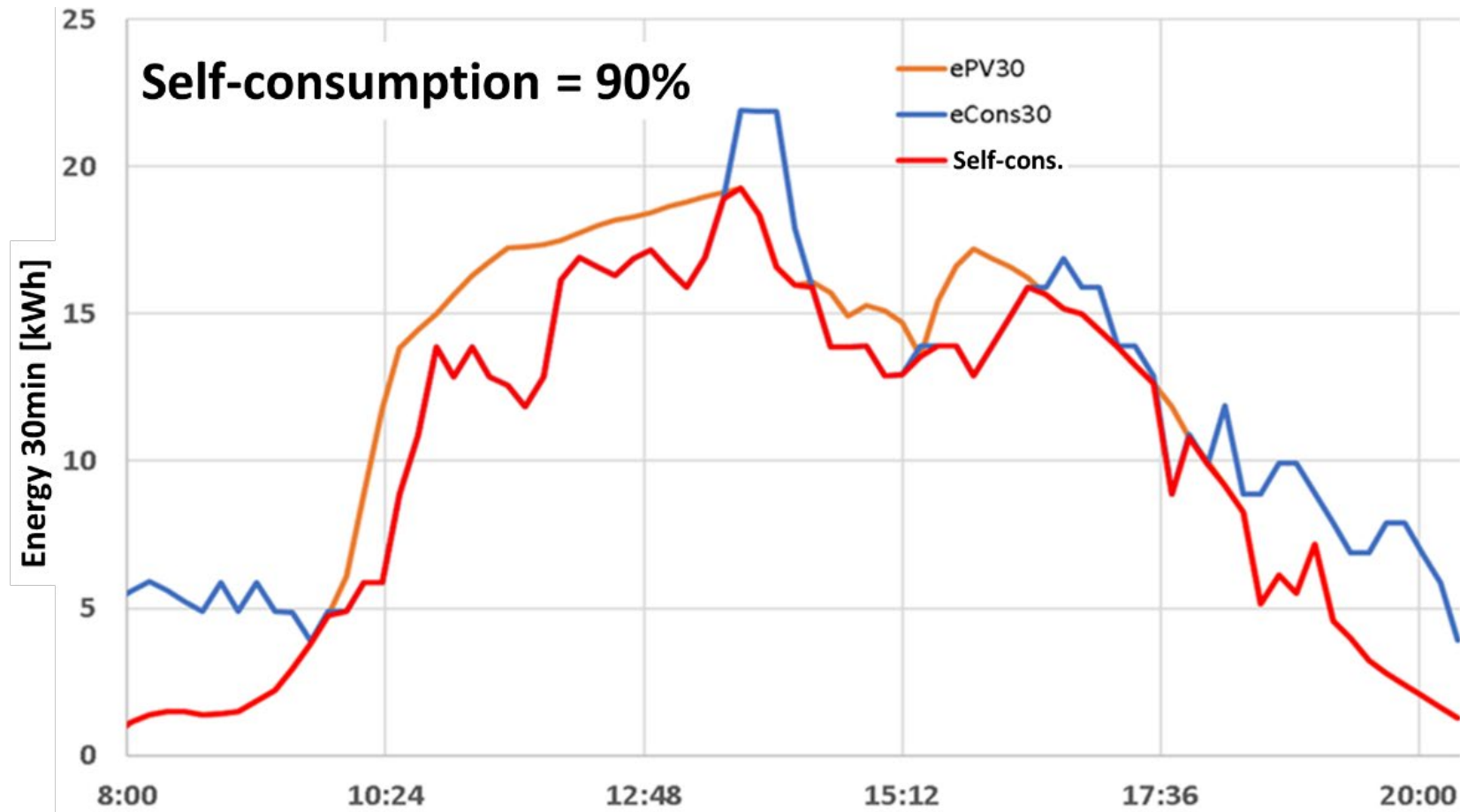
# Conception du RB-EMS

## Règles définies

- Comparaison en temps réel, chaque 10 mn, de la production PV et la consommation.
- Si production  $>$  consommation + 2 kW
  - ON d'une première unité, nouveau groupe externe.
  - Après 5 mn, ON d'une 2ème unité, nouveau groupe externe.
- Si production  $<$  consommation - 2 kW
  - OFF d'une première unité, nouveau groupe externe.
  - Après 5 mn, OFF d'une 2ème unité, nouveau groupe externe.
- NB: 5 heures pour allumer les 60 unités maîtres  $\approx$  durée pour atteindre le pic de la typique cloche de la production PV.

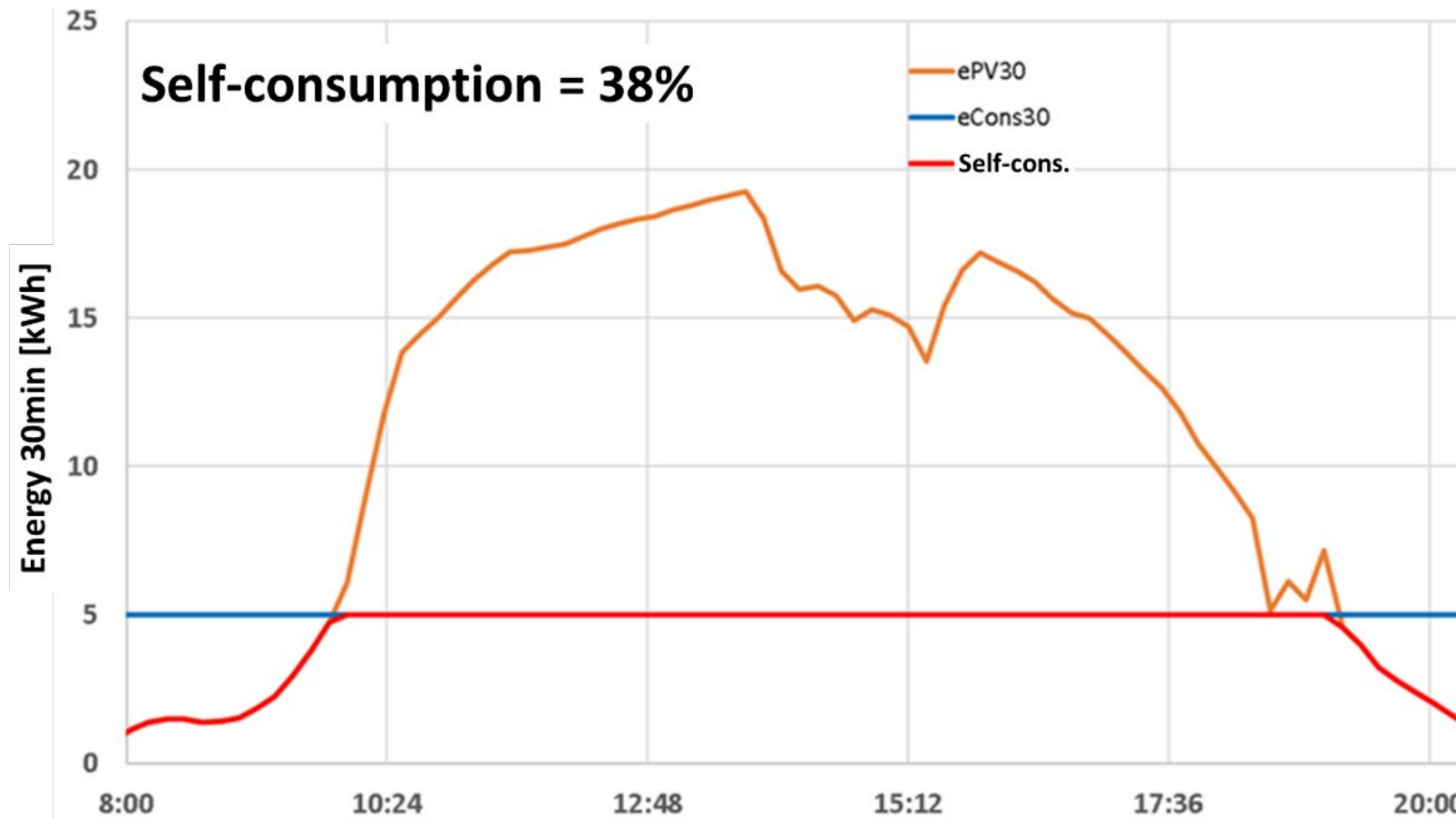
# Résultats

## Taux d'auto-consommation avec EMS



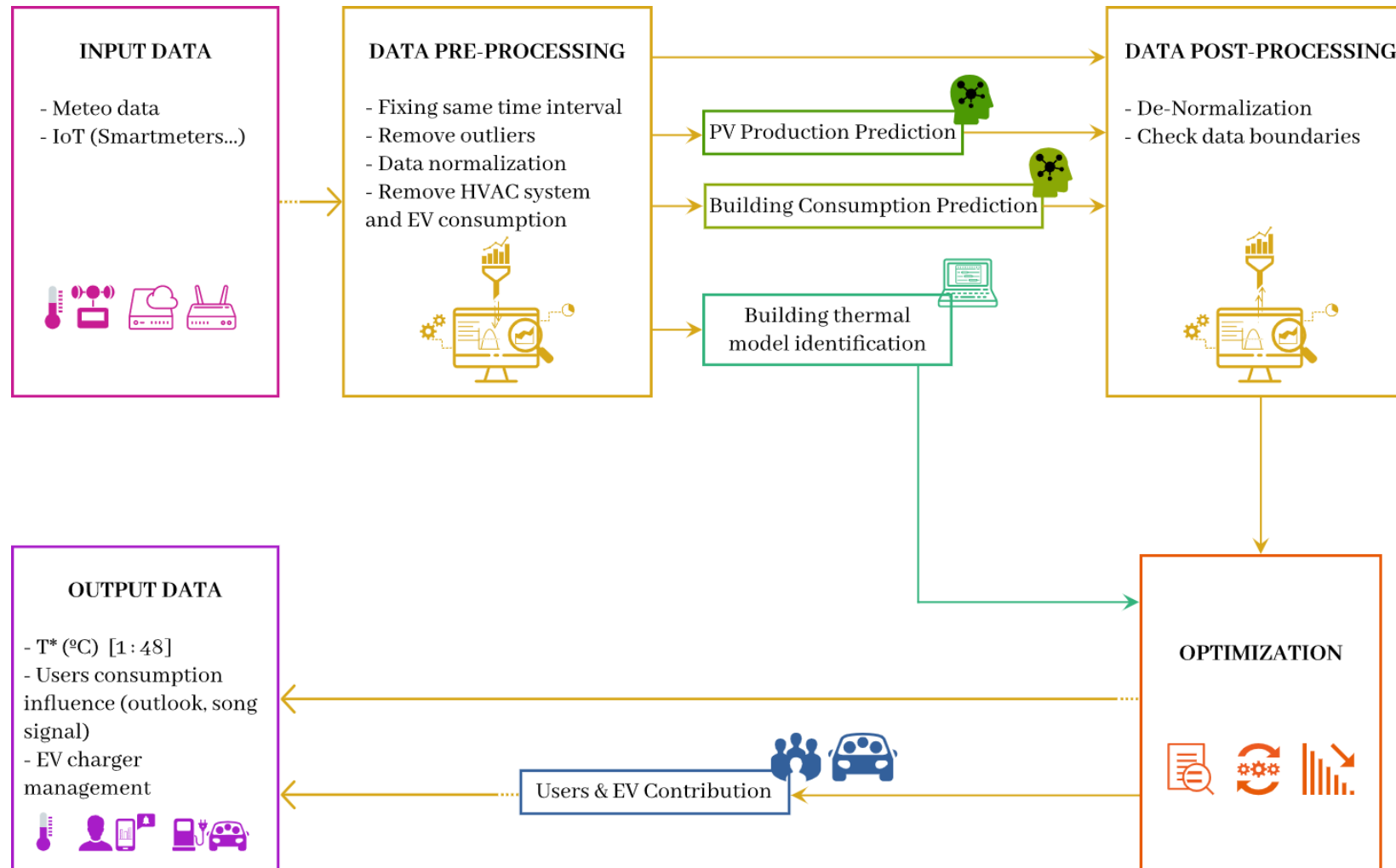
# Résultats

## Taux d'auto-consommation sans EMS



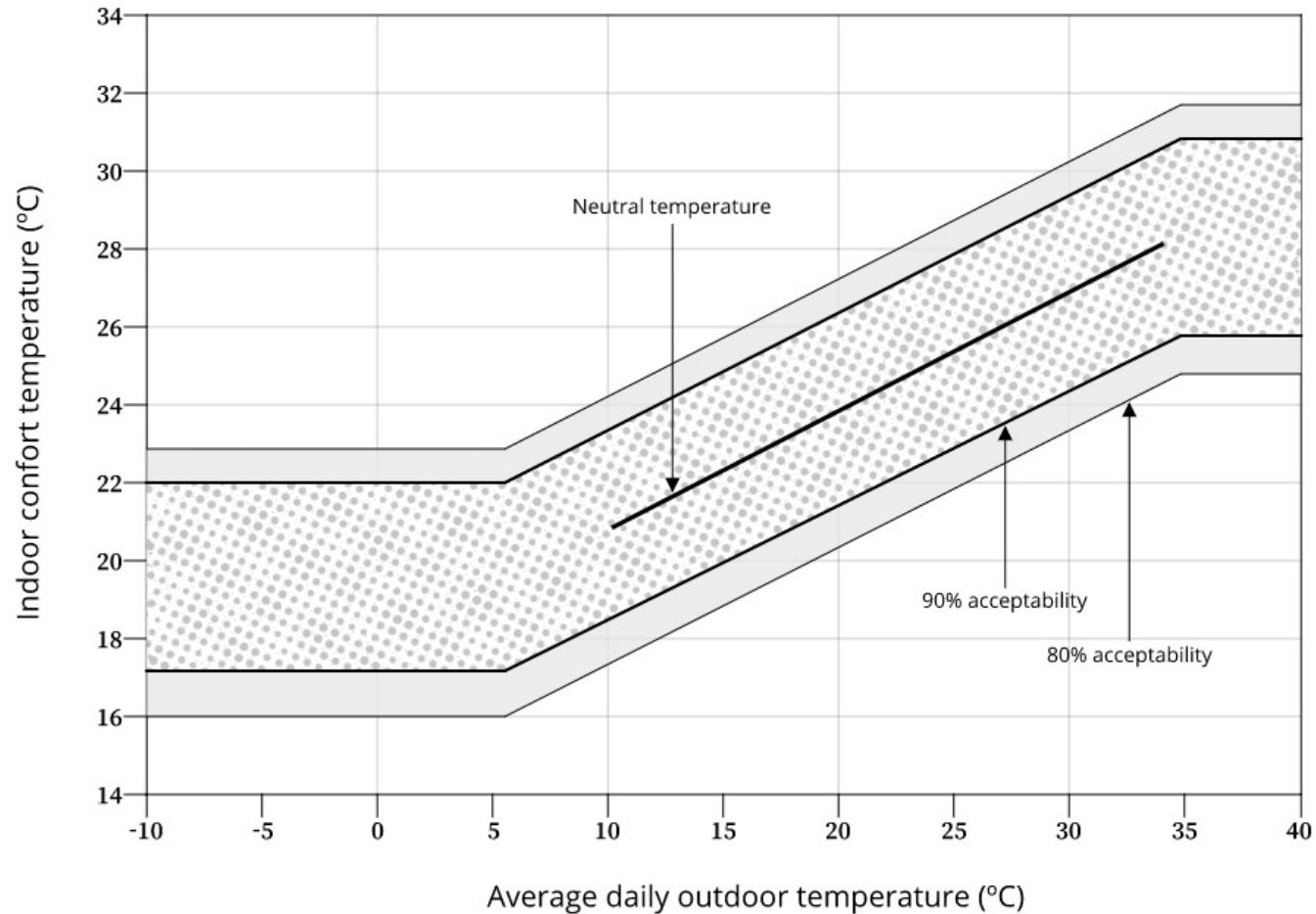
# Conception de l'EMS intelligent

## Diagramme fonctionnel



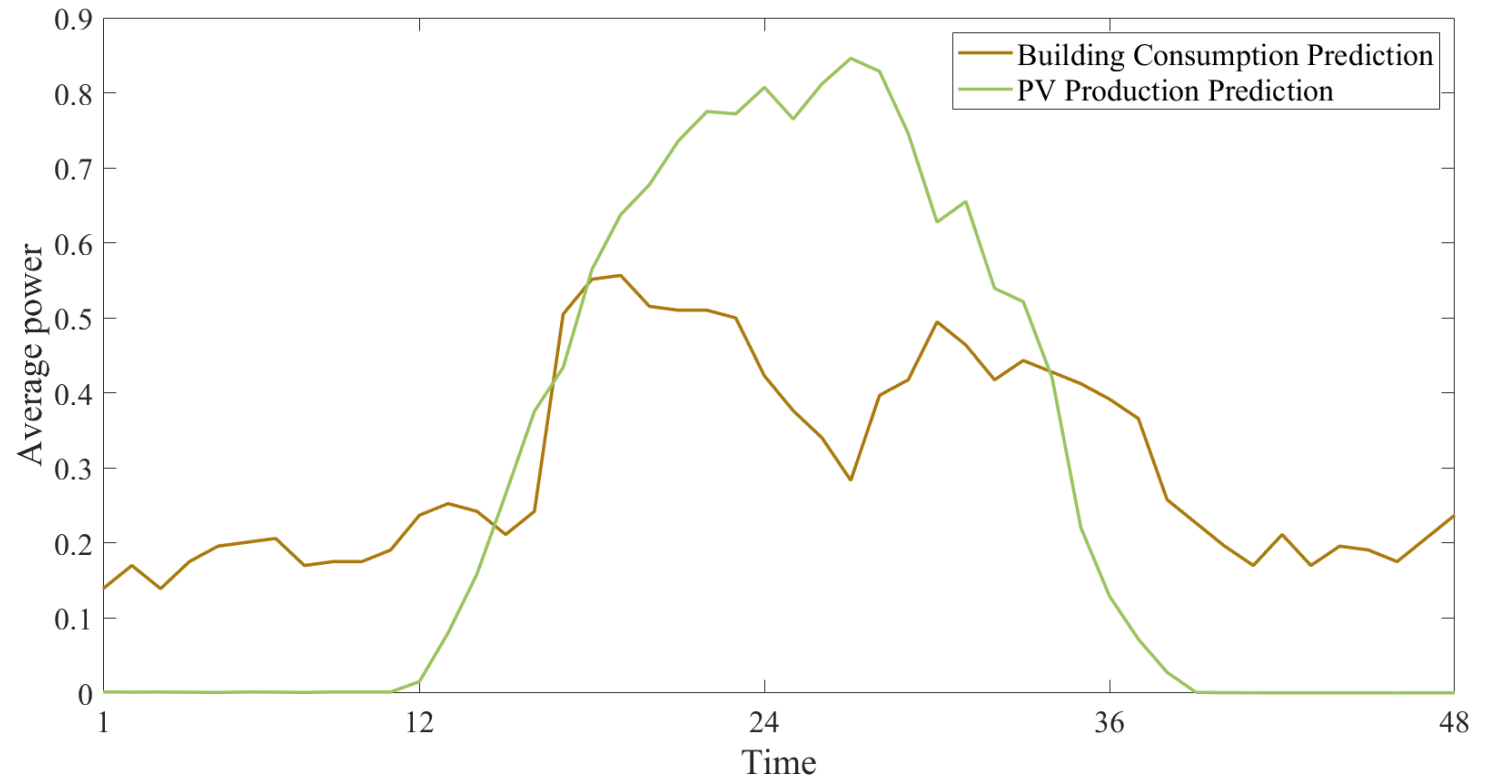
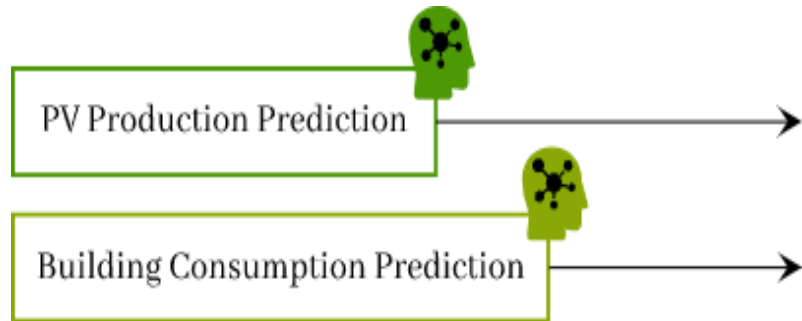
# Conception de l'EMS intelligent

## Gestion des limites de température de confort



# Conception de l'EMS intelligent

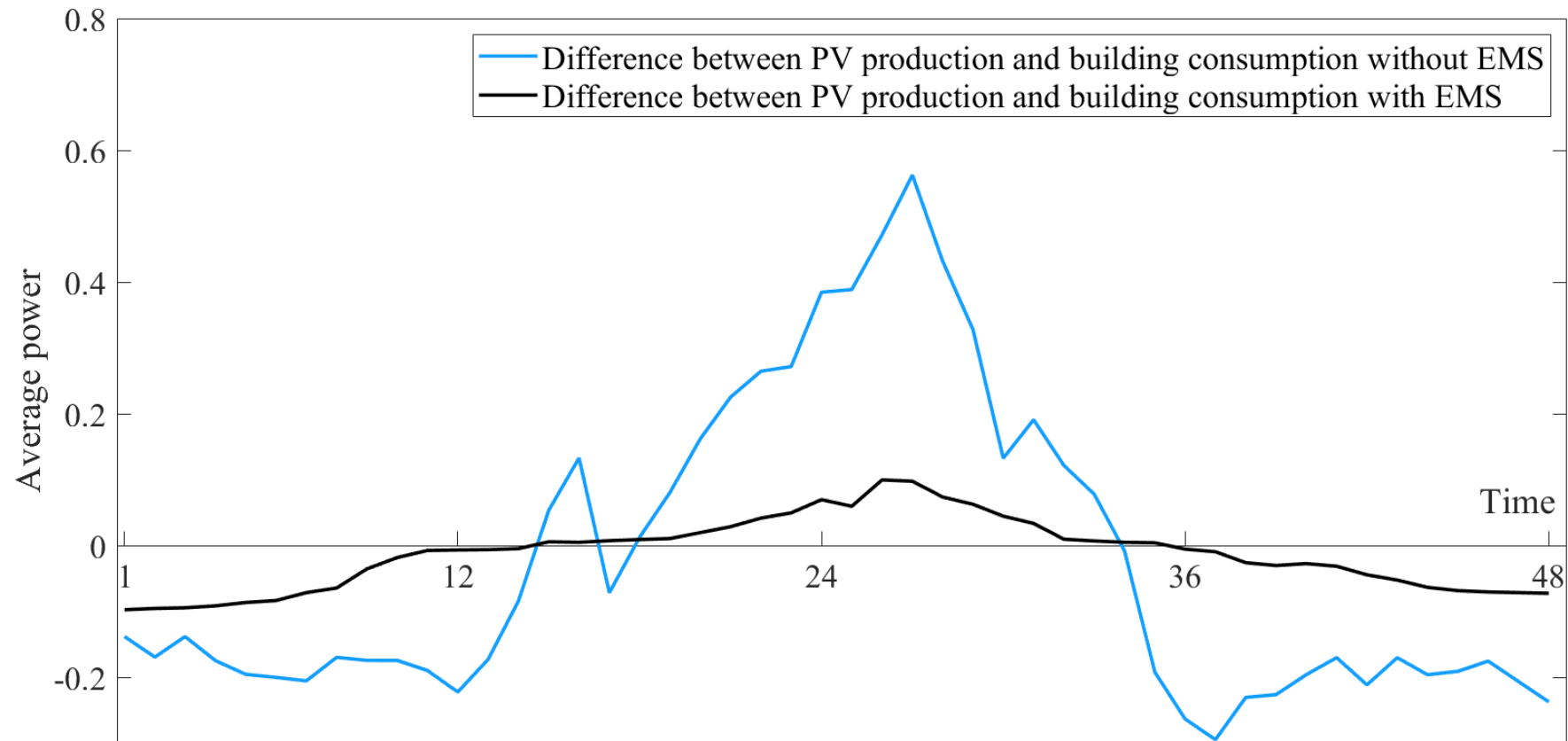
## Exemple illustratif de l'application de l'EMS





# Conception de l'EMS intelligent

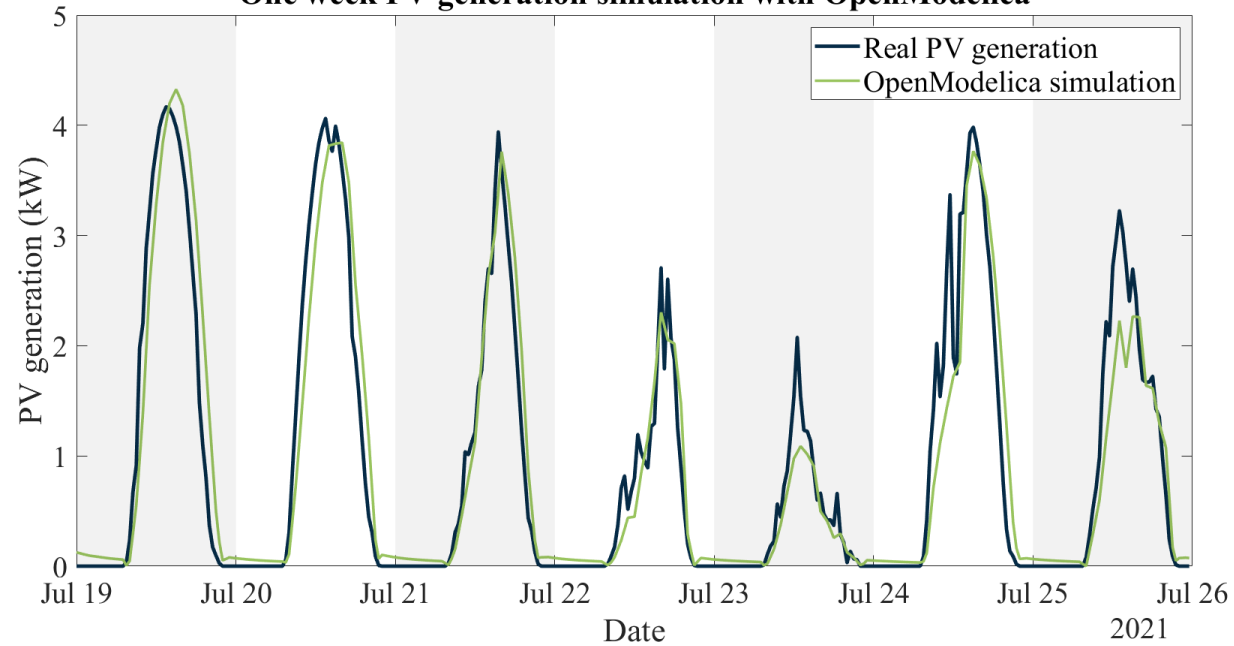
## Exemple illustratif de l'application de l'EMS



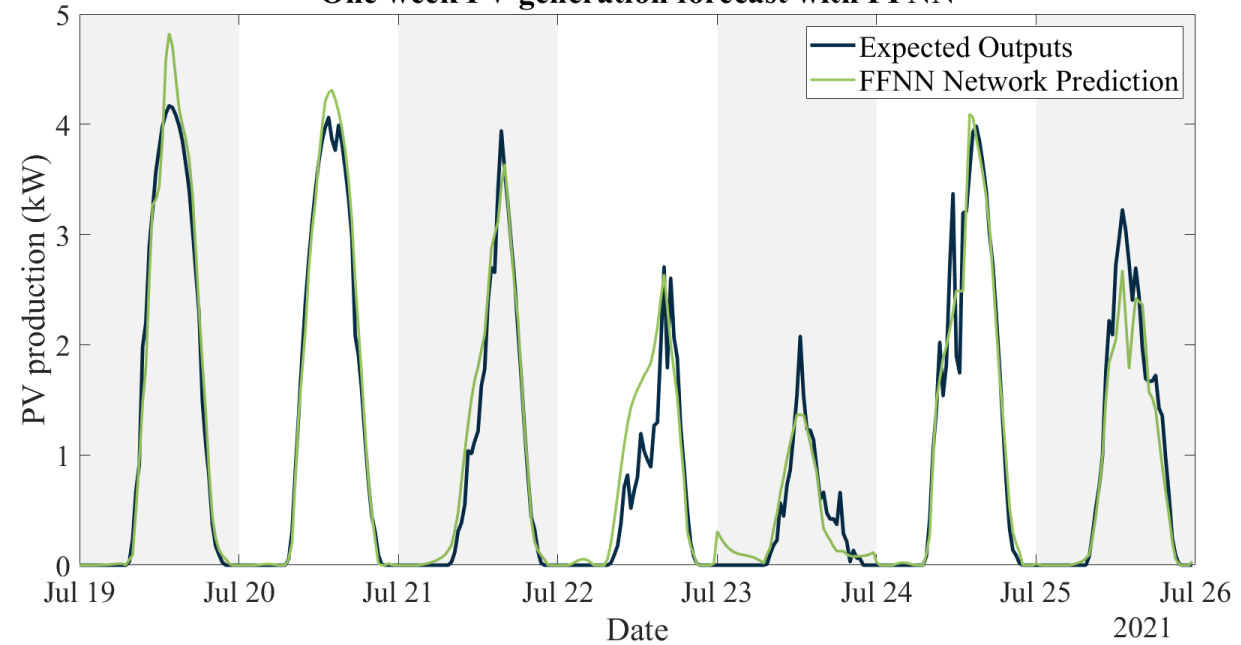
# Prédiction de production FV

## Résultats

One week PV generation simulation with OpenModelica



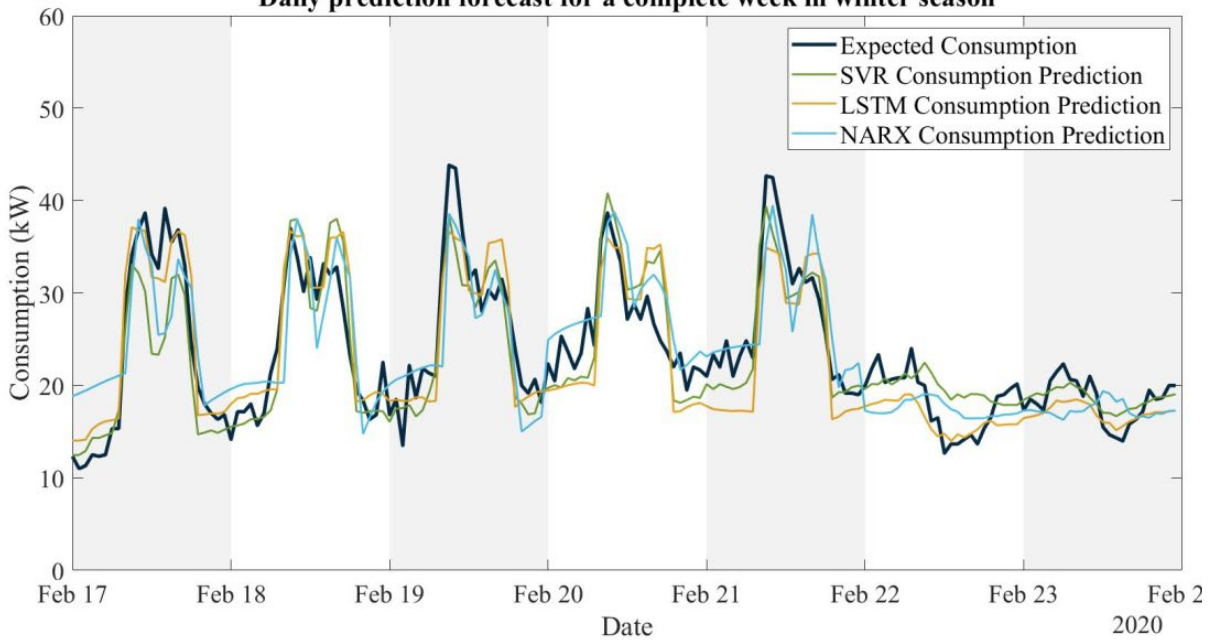
One week PV generation forecast with FFNN



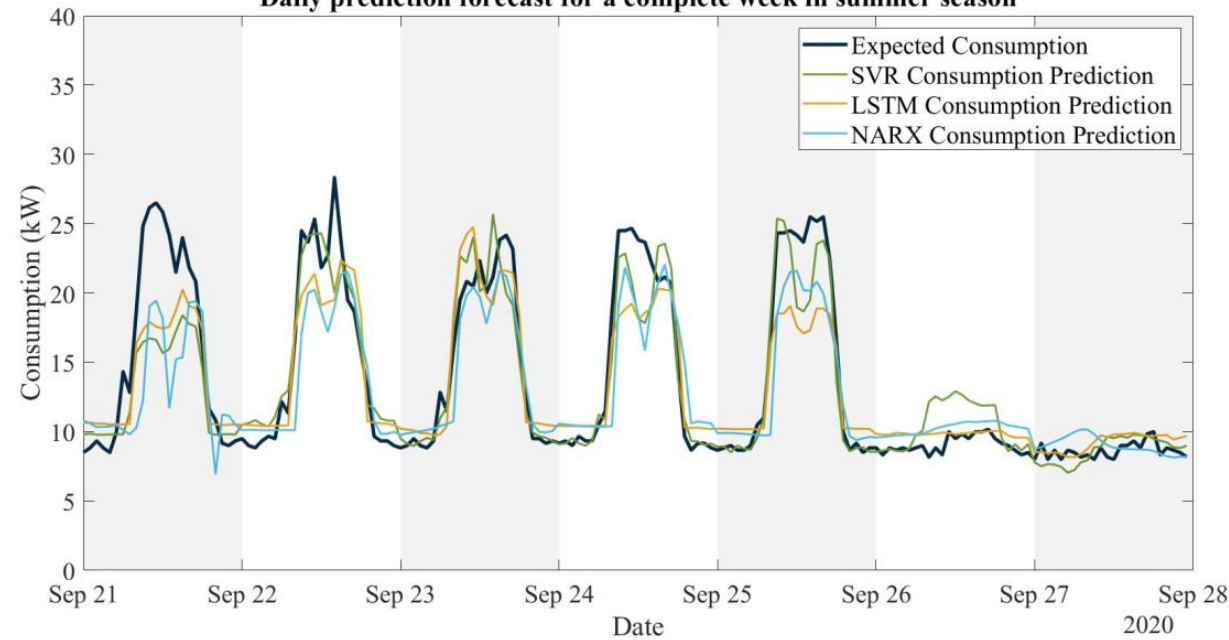
# Prédiction de la consommation

## Résultats

Daily prediction forecast for a complete week in winter season



Daily prediction forecast for a complete week in summer season



# Conclusions et travaux à venir

## Conclusions:

- Atteinte des objectifs
- Développement software et hardware d'une infrastructure IoT complète
- Validation IoT, Blockchain et 3 types de distribution
- Développement, mise en place et validation RB-EMS
- Développement et validation partielle de l'EMS intelligente

## Travaux à venir :

- Terminer le développement et l'implantation de l'EMS intelligente
- Prendre en compte le critère économique dans l'optimisation de l'EMS
- Prendre en compte les VE comme charges flexibles
- Développer un réseau LoRa local pour le EMS
- Développer une distribution basée sur l'optimisation

