


The logo for ESTIA, featuring the word 'ESTIA' in a stylized font. The 'E' is black with a blue horizontal bar, and the 'A' is blue. The letters 'S', 'T', and 'I' are black.

INSTITUTE OF TECHNOLOGY

R E C H E R C H E

A photograph of a modern, white, curved building with a glass balcony and a large set of stairs leading to the entrance. The building is set against a blue sky with light clouds. A tree with autumn-colored leaves is visible on the left. The foreground shows a paved area with yellow parking markings.

**Micro-réseaux intégrés aux  
bâtiments pour maximiser  
l'autoconsommation et minimiser  
les coûts d'exploitation**

**Ionel VECHIU**

**ESTIA Institute of Technology, France**

**[i.vechiu@estia.fr](mailto:i.vechiu@estia.fr)**



Rôle des micro-réseaux dédiés aux bâtiments dans la transition énergétique

Concept de micro-réseau intégré aux bâtiments

Architectures des micro-réseaux intégrés aux bâtiments

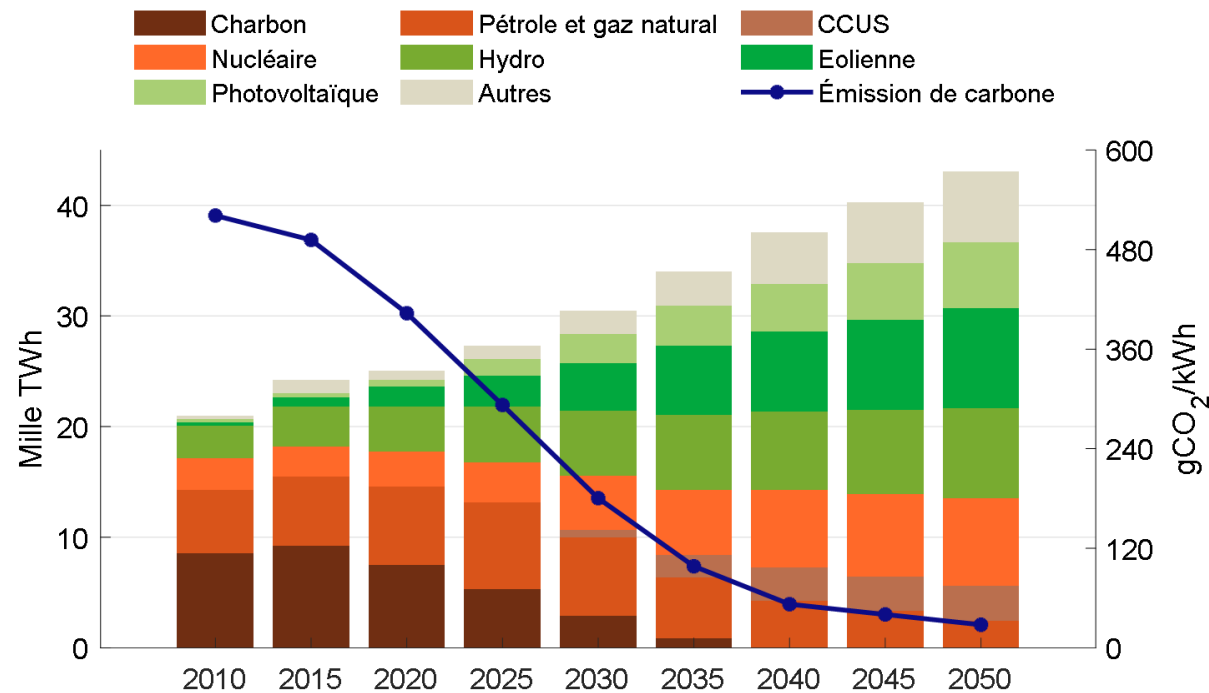
ESTIA-Berri – Autoconsommation, Démonstrateur R&D



# Transition énergétique vers des systèmes zéro carbone

## Aujourd'hui

70% de la demande d'énergie primaire est satisfaite avec des **combustibles fossiles ou nucléaire**



Plan optimiste de la transition énergétique

## En 2050

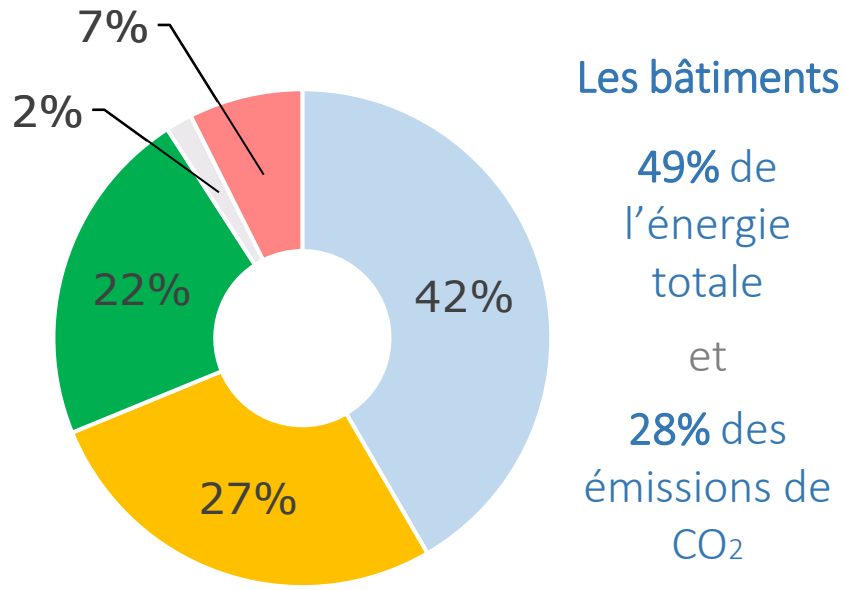
Réduction de **90%** des l'émissions de CO<sub>2</sub>

Mix énergétique avec plus de **60%** en **sources d'énergie renouvelables**



"Perspective for the clean energy transition: the critical role of buildings," International Energy Agency, Apr. 2019.

## Consommation d'énergie par secteur



- Industrie
- Bâtiments commercial
- Transport
- Bâtiments résidentiel
- Autres

### Les bâtiments

49% de l'énergie totale et 28% des émissions de CO<sub>2</sub>

### Objectifs:

- ✓ Augmenter le rendement énergétique des bâtiments
- ✓ Augmenter la part des énergies renouvelables

### Plan Net Zero Energy Building



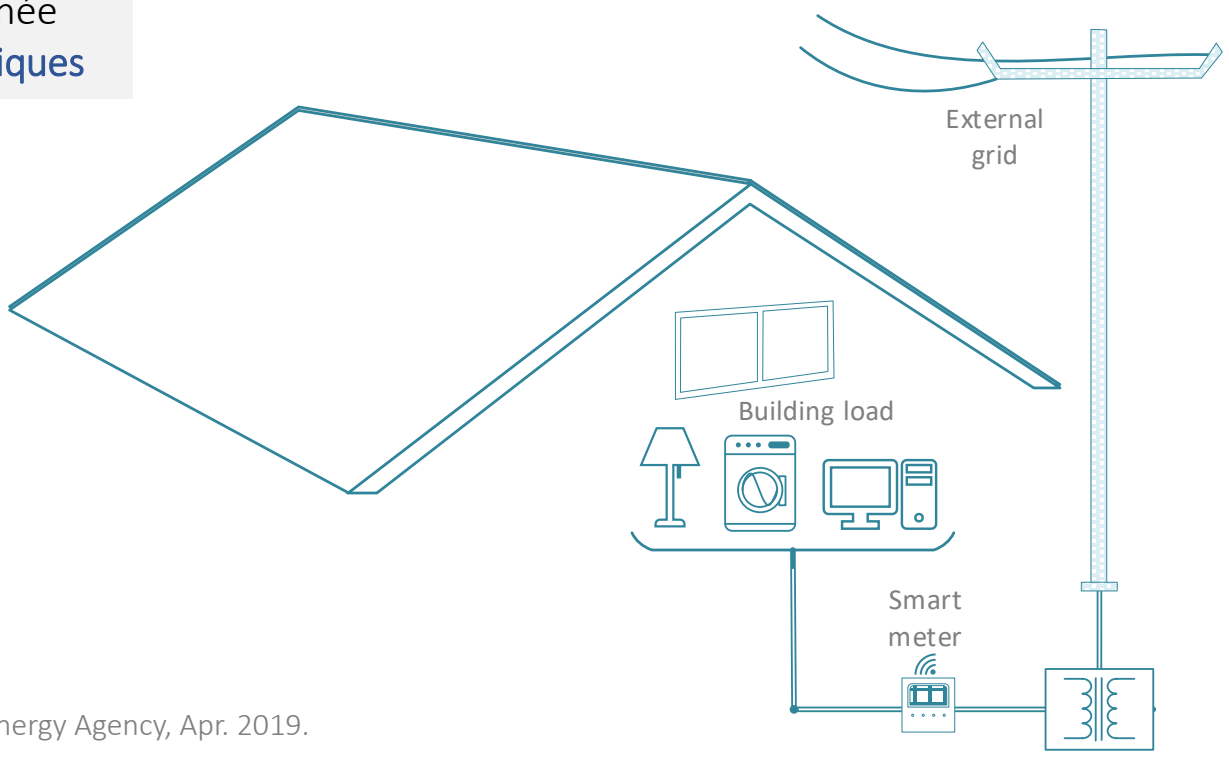
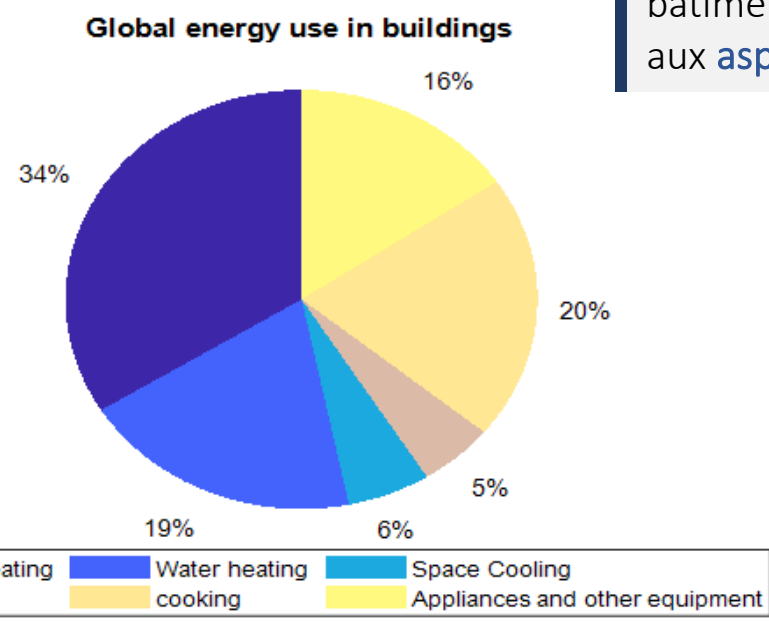
"Perspective for the clean energy transition: the critical role of buildings," International Energy Agency, Apr. 2019.

# Concept de micro-réseau intégré aux bâtiments

- 1 Stratégies passives
- 2 Stratégies actives
- 3 Interaction entre les bâtiments et le réseau

Enveloppe du bâtiment  
Performance thermique

Plus de **50%** de l'énergie consommée par le bâtiment est destinée aux **aspects thermiques**



“Perspective for the clean energy transition: the critical role of buildings,” International Energy Agency, Apr. 2019.

# Concept de micro-réseau intégré aux bâtiments

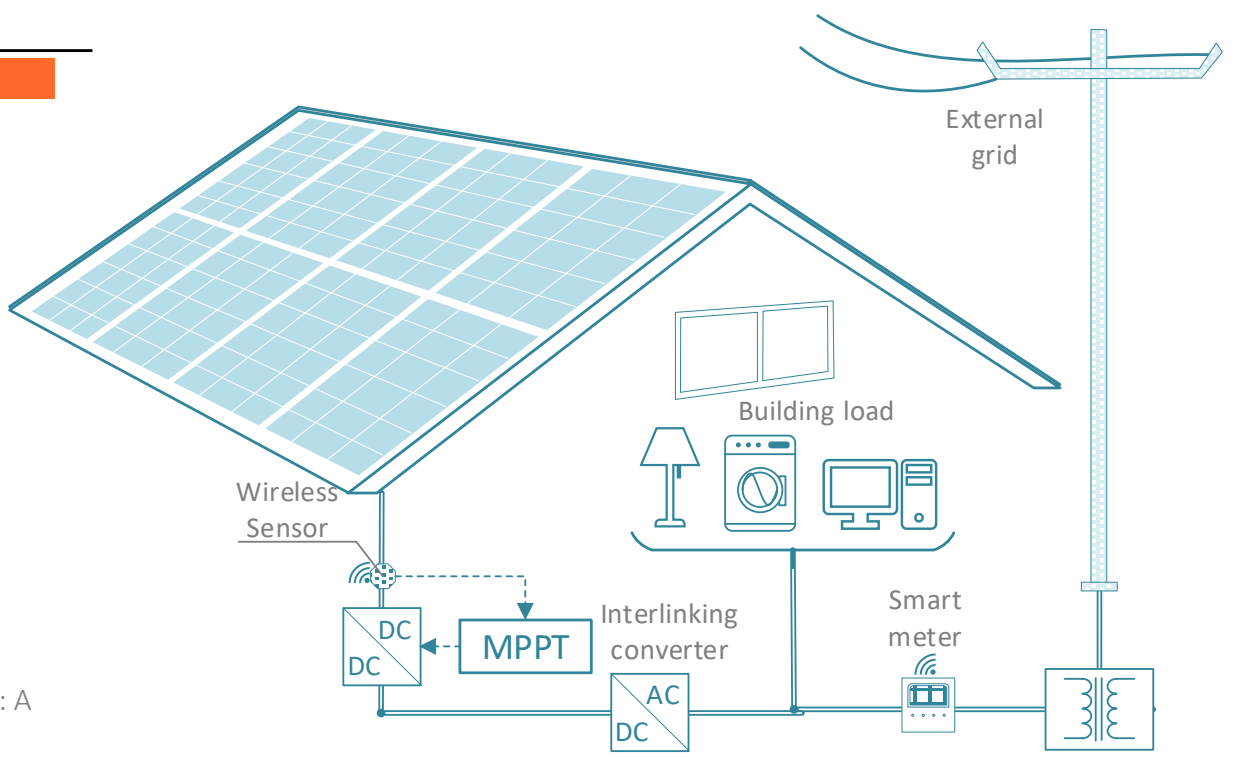
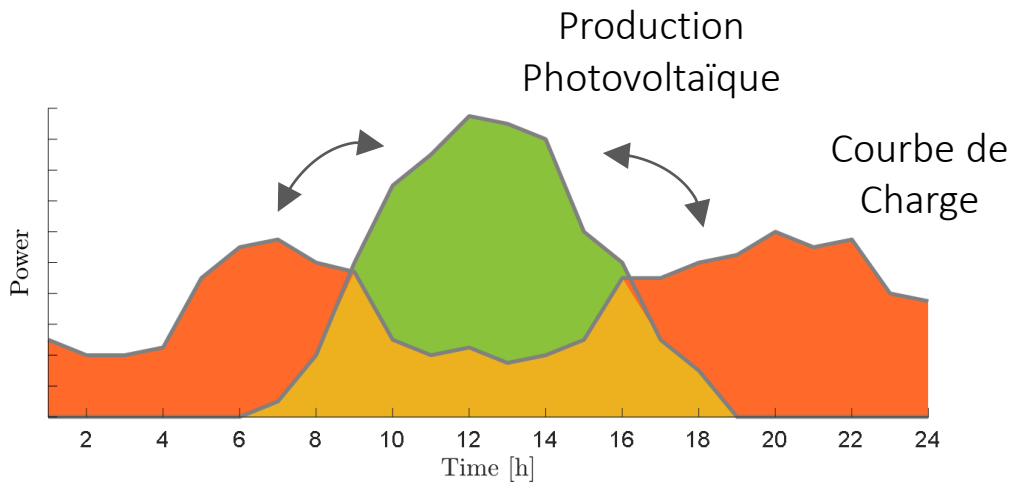
- 1 Stratégies passives
- 2 Stratégies Actives
- 3 Interaction entre les bâtiments et le réseau

Enveloppe du bâtiment  
Performance thermique

Production locale d'énergie  
Autoconsommation

$$\text{Autoconsommation} = \frac{\text{Orange} + \text{Green}}{\text{Orange} + \text{Green} + \text{Red}}$$

$$\text{Couverture} = \frac{\text{Orange}}{\text{Orange} + \text{Red}}$$



R. Luthander, J. Widén, D. Nilsson, and J. Palm, "Photovoltaic self-consumption in buildings: A review," Applied Energy, vol. 142, pp. 80–94, Mar. 2015.

# Concept de micro-réseau intégré aux bâtiments

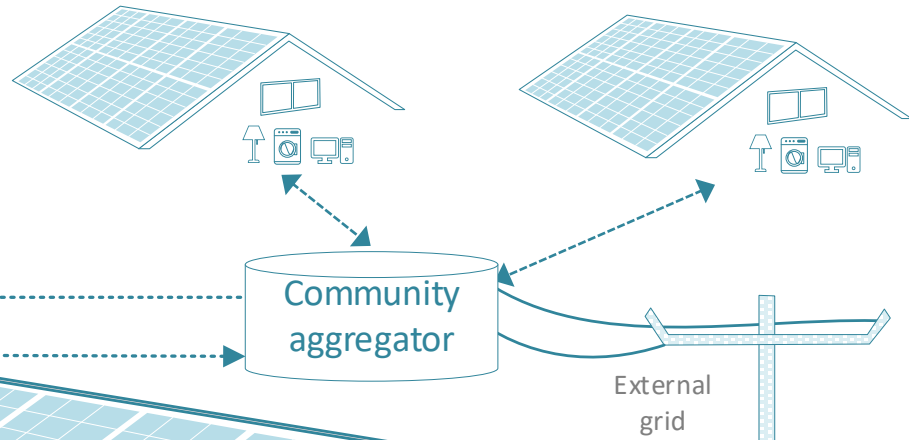
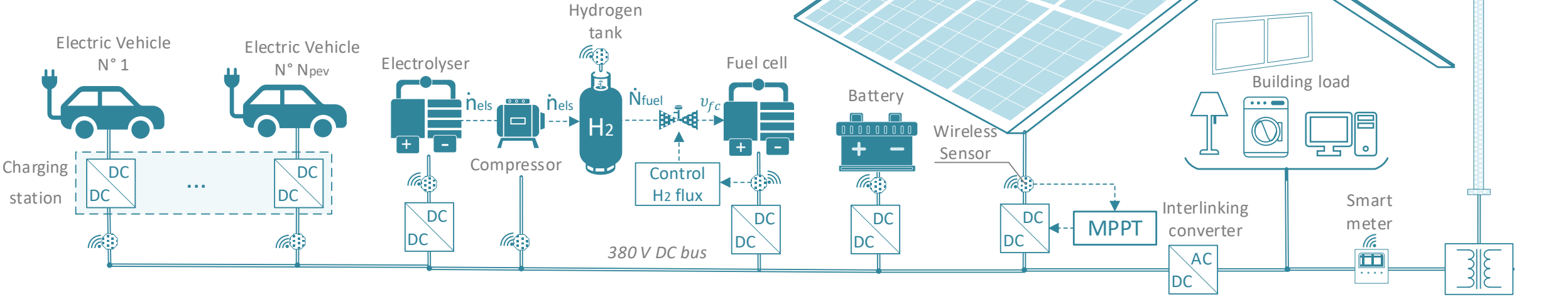
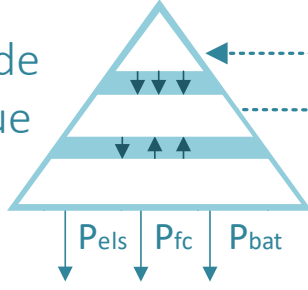
- 1 Stratégies passives
- 2 Stratégies Actives
- 3 Interaction entre les bâtiments et le réseau

Enveloppe du bâtiment  
Performance thermique

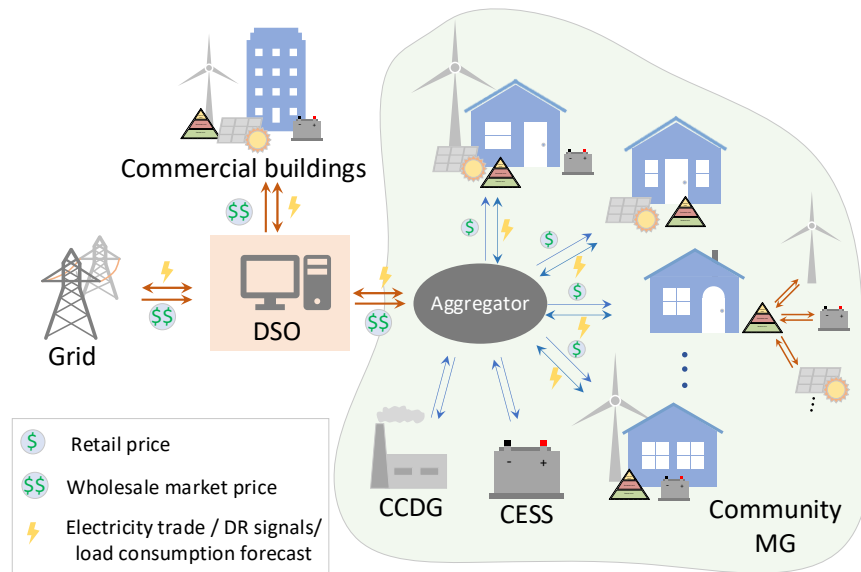
Production locale d'énergie  
Autoconsommation

Echange de l'énergie entre les bâtiments

Système de Gestion de l'énergie hiérarchique (HEMS)

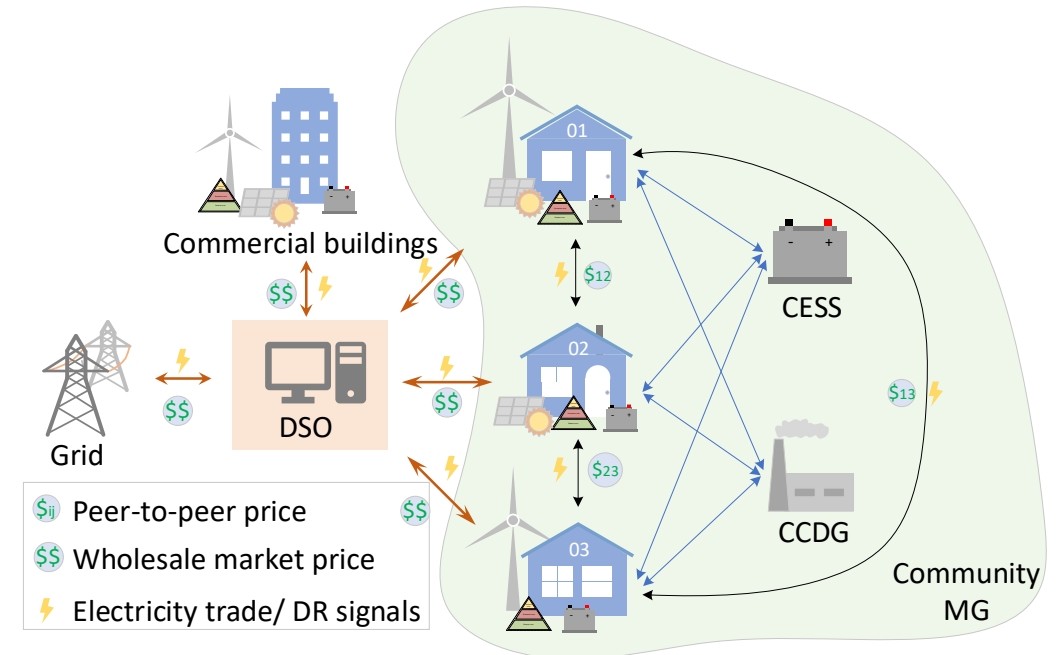


# Architectures des micro-réseaux intégrés aux bâtiments



**Centralisée**  
*Agrégateur communautaire*

- ✓ Faible risque d'oscillation des prix pour les petits prosummateurs
- ✓ Approche conservatrice (similaire au marché de l'électricité traditionnel)
- ✗ Nécessité d'une entité tertiaire (agrégateur)



**Décentralisée**  
*Peer-to-peer*

- ✓ Grande flexibilité d'échange de puissance
- ✗ Haut risque de défauts
- ✗ Gestion de l'énergie complexe



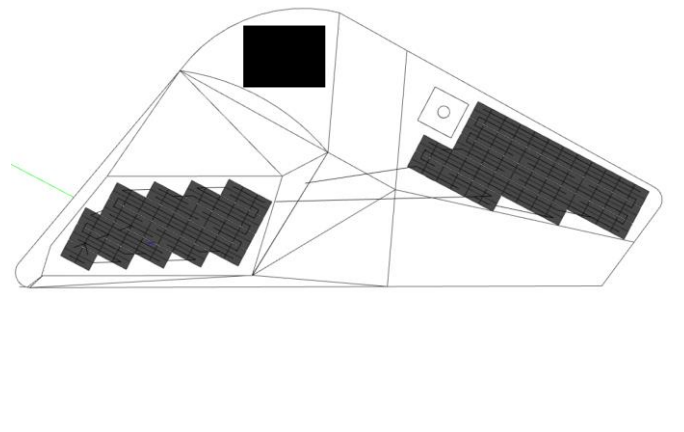
## Comment assurer la gestion d'énergie d'un micro-réseau dédié aux bâtiments afin de maximiser l'autoconsommation et de réduire les coûts de fonctionnement ?



- Le **taux d'autoconsommation moyen annuel devra atteindre 80%** minimum de la production électrique EnR annuelle.
- Le **taux de couverture moyen annuel devra être 30%** minimum de la consommation électrique annuelle.

Autoconsommation (%) = Production consommée sur place / production totale

Couverture (%) = Production autoconsommée sur place / consommation totale



**Puissance crête: 127,10 kWc**  
**Surface de modules: 608,7 m<sup>2</sup>**

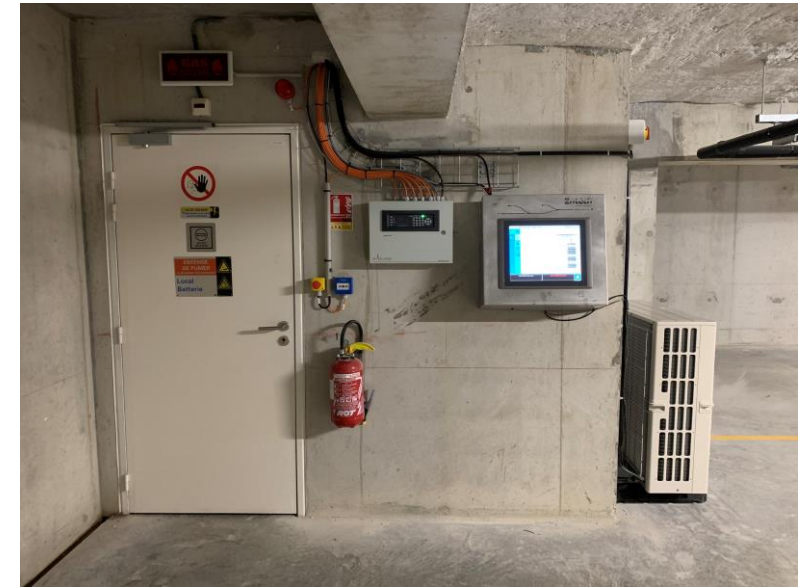






Eolienne axe vertical	3	kW
-----------------------	---	----

# ESTIA Berri - Autoconsommation



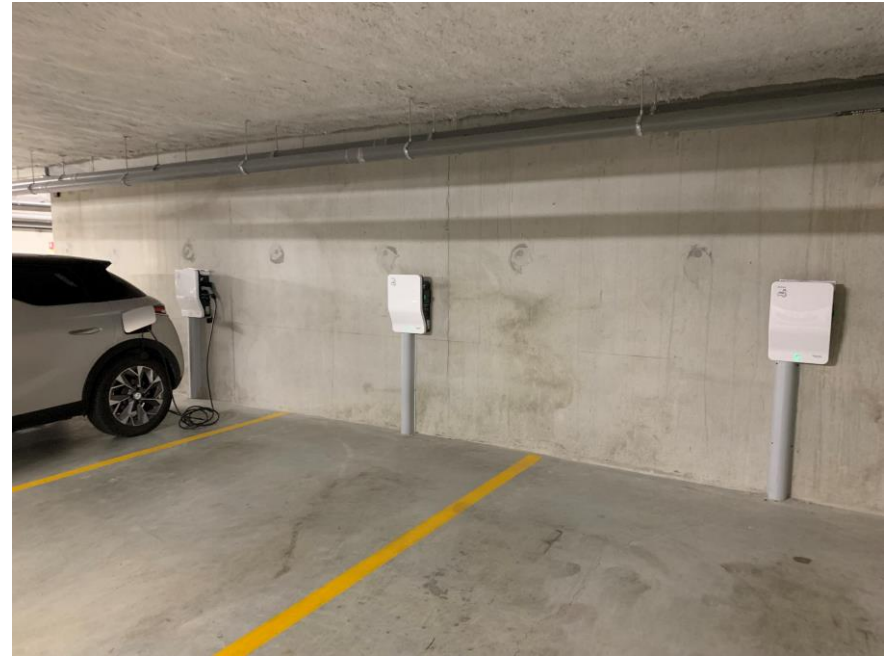
Stockage Li-ion	97	kWh
	95	kW

Electrolyseur	25	kW
---------------	----	----

Pile à Combustible	20	kW
--------------------	----	----



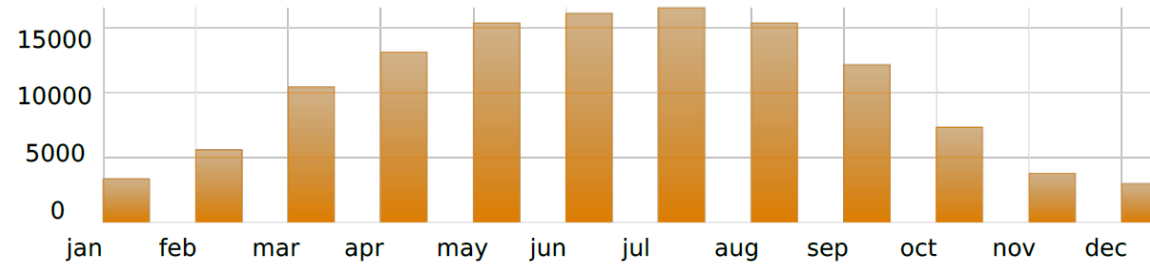
Borne de recharge rapide AC et DC	50	kW
-----------------------------------	----	----



Bornes de recharge	3	kW
--------------------	---	----

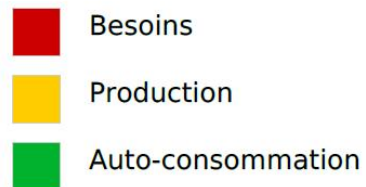
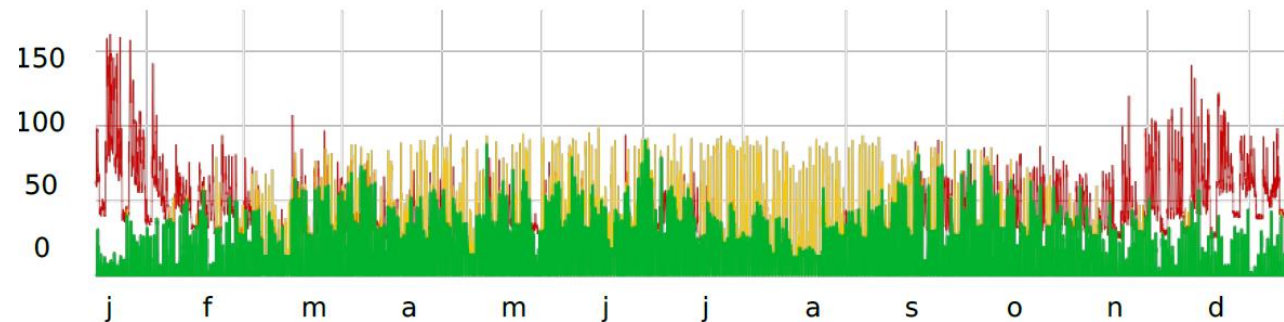


**Production mensuelle AC (kWh/mois):**



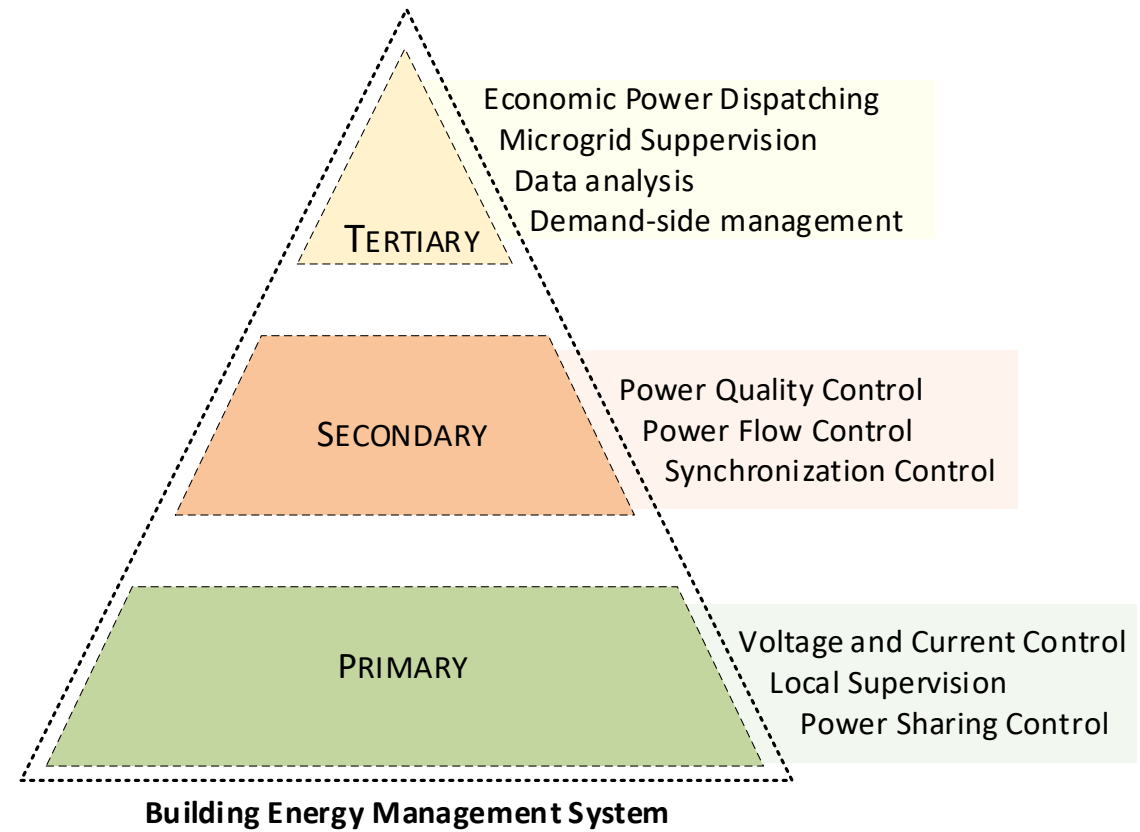
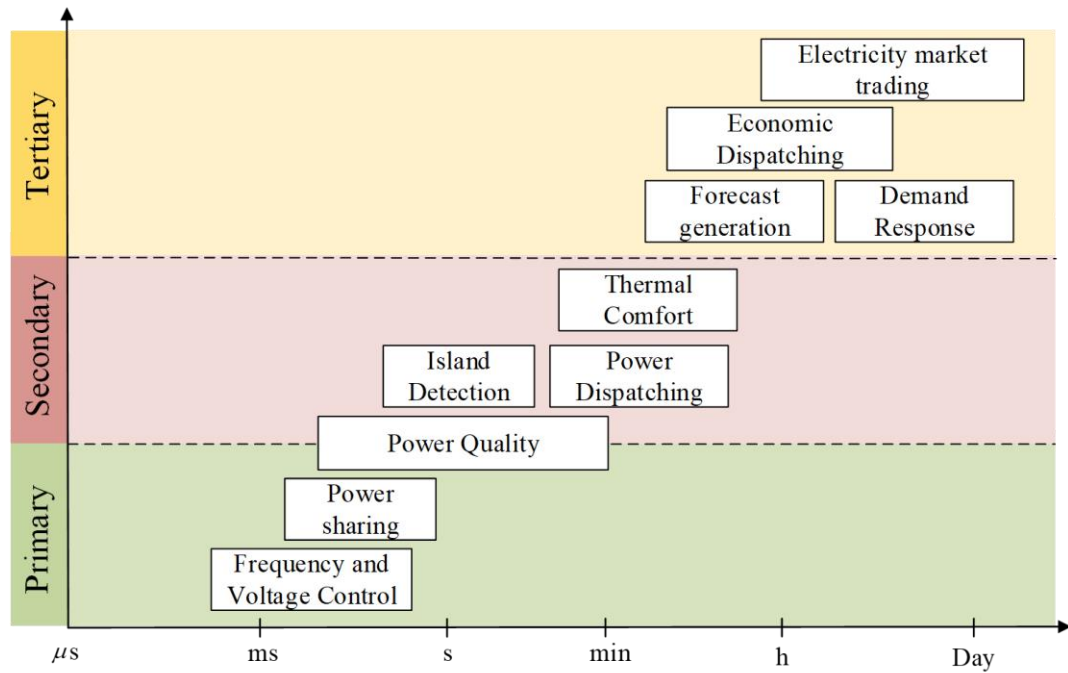
Mois	jan	feb	mar	avr	mai	juin	juil	août	sep	oct	nov	dec
kWh	3 340	5 586	10 435	13 124	15 356	16 102	16 539	15 358	12 151	7 320	3 777	2 984

**Profil de consommation (kWh):**



Période d'observation: jan 01 — jan 01

## Définition et cahier des charges du système de gestion hiérarchique

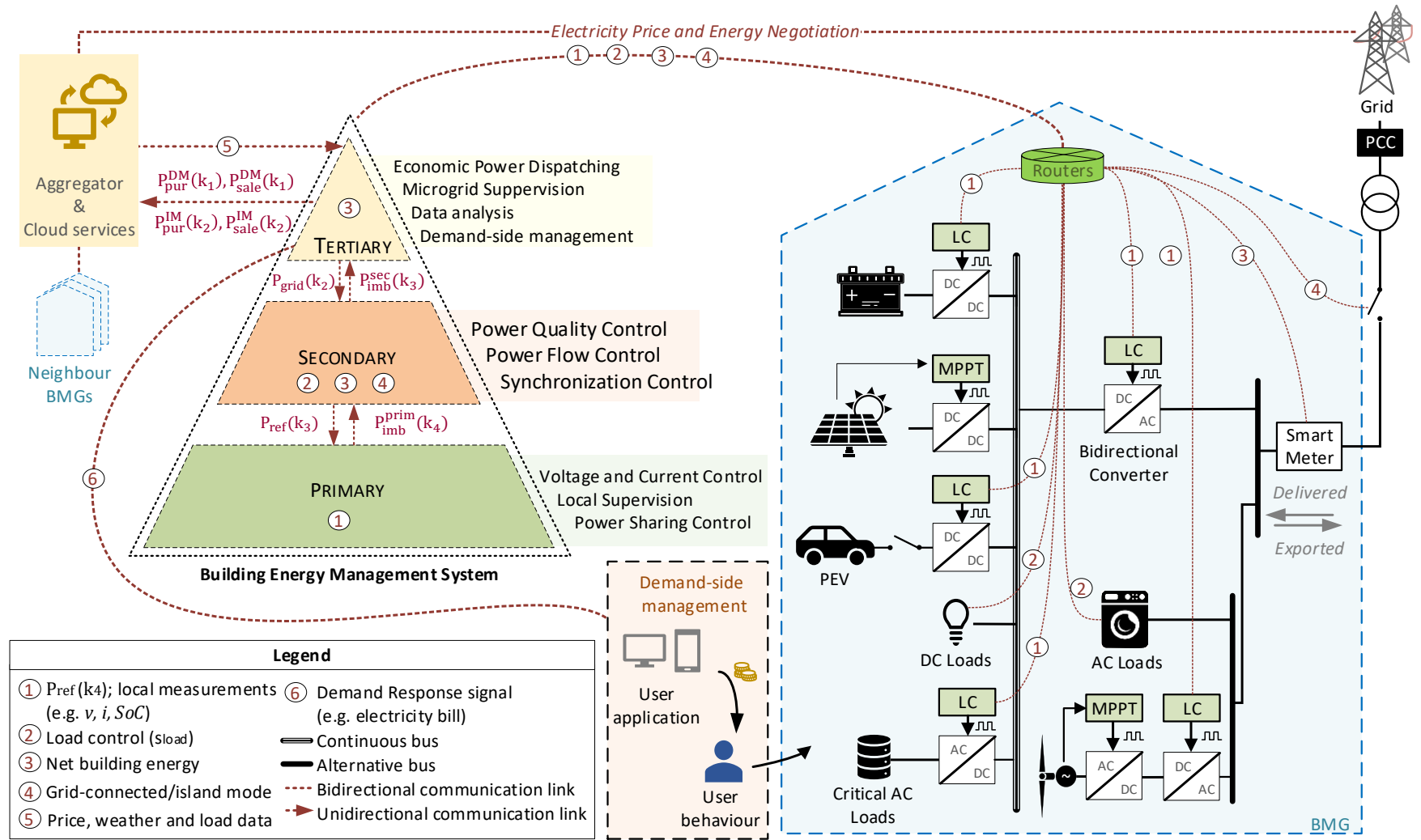


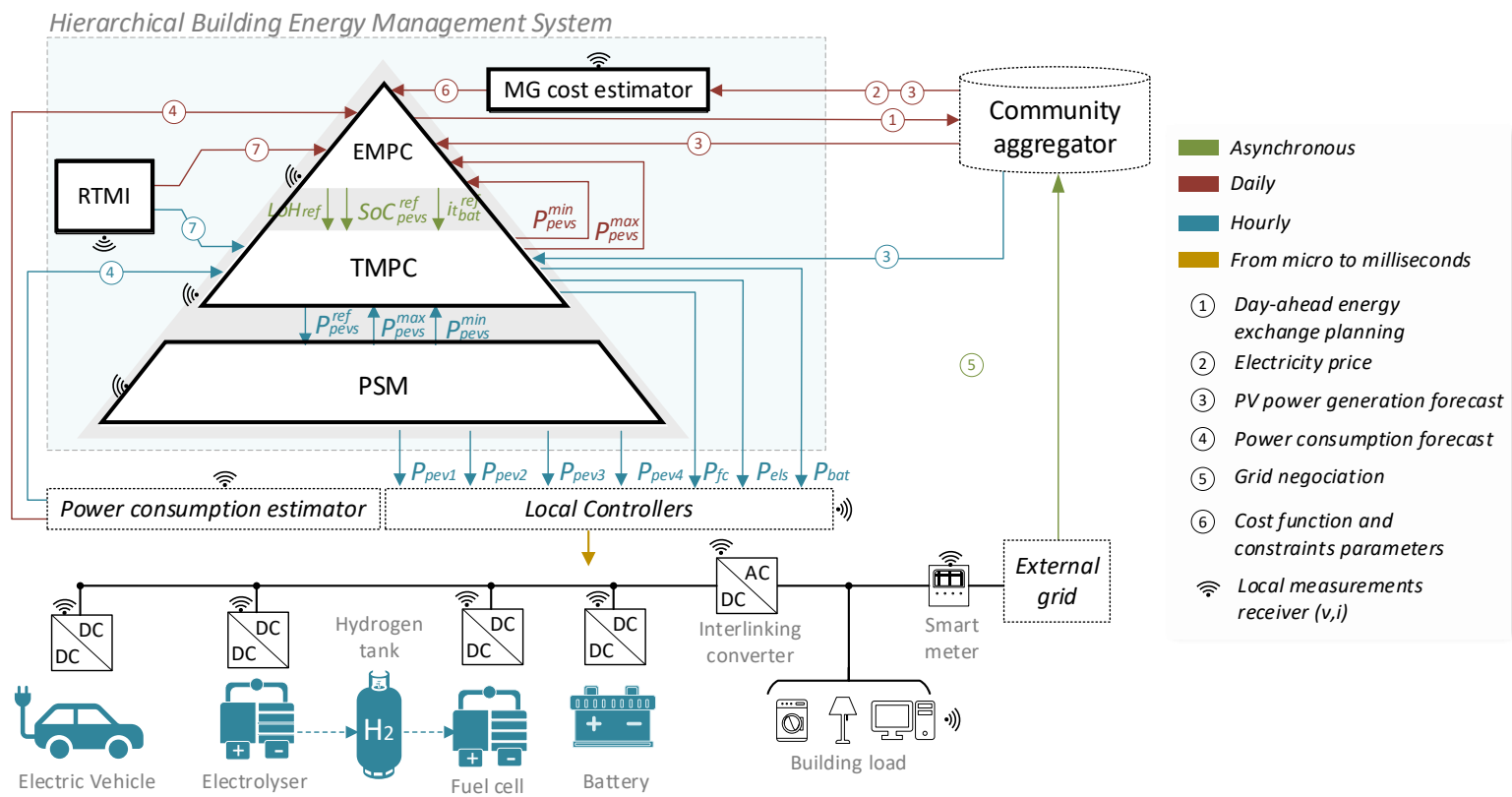
## Architecture pour interconnecter les micro-réseaux dédiés aux bâtiments avec le réseau principal



Fluctuation du prix de l'électricité  
Données de prédiction météorologiques

- ✓ IEEE 1547
- ✓ IEC 61851
- ✓ IEEE 2030.7





## Optimisation

Commande prédictive à base de modèle (MPC) à deux niveaux:

- MPC Economique (EMPC)
- MPC de suivi (TMPC)

## Analyse de données

Estimateur du coût de fonctionnement du BMG

Analyse du déséquilibre annuel d'énergie pour estimer les coûts de fonctionnement et le taux d'autoconsommation annuel

## Déterministe

Module de partage de puissance (PSM)

«Routeur d'énergie» pour s'assurer que tous les véhicules électriques sont chargés avant leur heure de départ

## Real-Time Model Identification (RTMI)

Améliorer la précision du modèle du système de stockage d'énergie basé sur des mesures locales



Merci de votre attention