

RÉSEAU ÉNERGIE ET BÂTIMENTS-SYMPOSIUM 2024

Stockage électrique-Quel est le meilleur portefeuille de placement d'électrons?

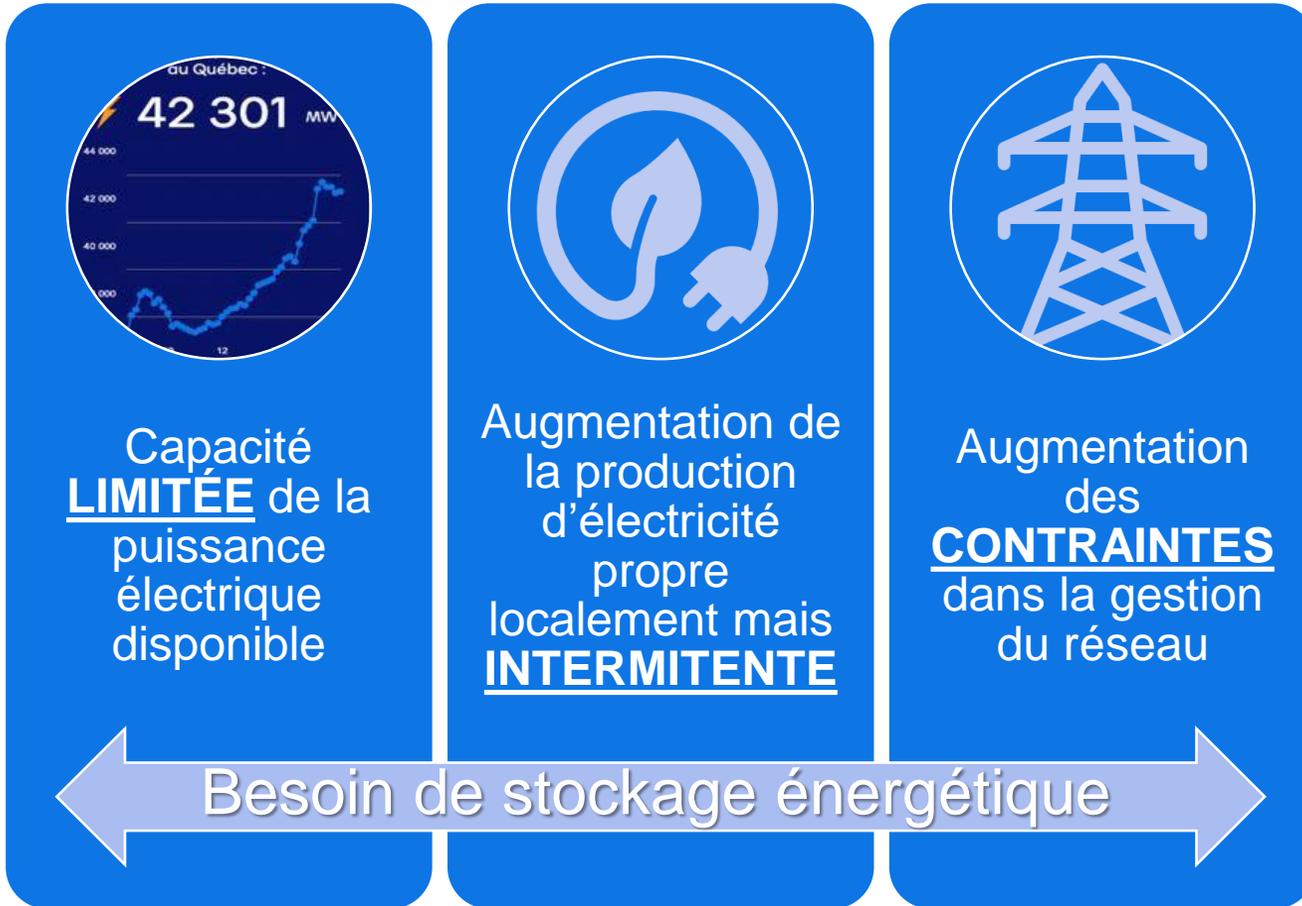
SYLVAIN CHÉNARD, KARINE LAVIGNE, FRANÇOIS LÉPINE, HERVÉ FRANK NOUANEGUE
ET LUIS FERNANDO RUEDA VASQUEZ

LABORATOIRE DES TECHNOLOGIES DE L'ÉNERGIE (LTE)

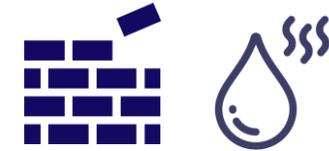
3 DÉCEMBRE 2024



Contexte



Stockage thermique



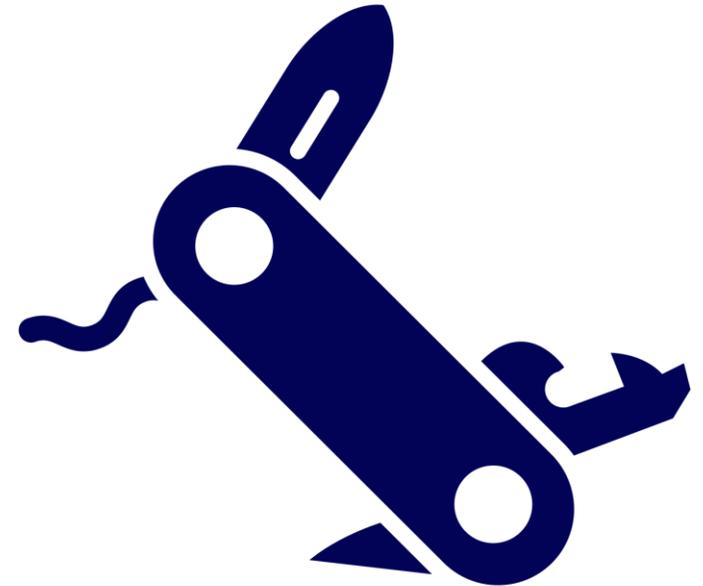
Stockage électrochimique



Pourquoi le stockage électrique?

Plusieurs fonctions d'intérêt

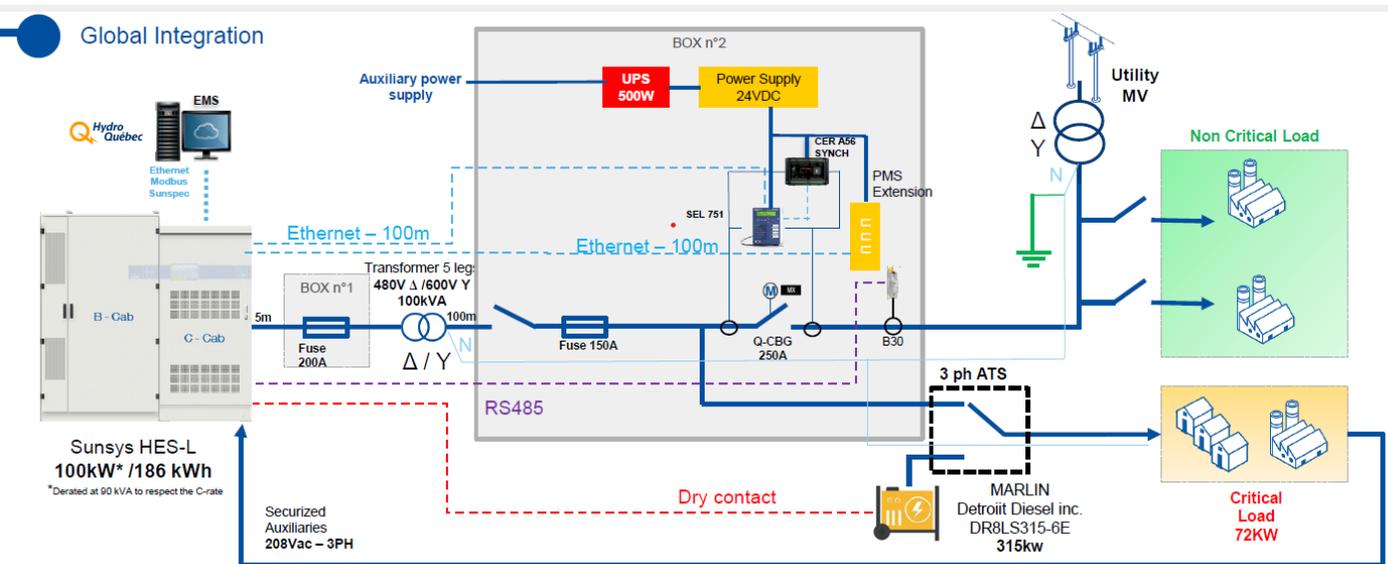
- Gestion de la puissance maximale appelée (GPMA)
- Gestion de la demande en puissance (GDP)
- Résilience
- Gestion de la reprise après panne (GRAP)
- Autoconsommation



LAB-CI

Installations au LTE

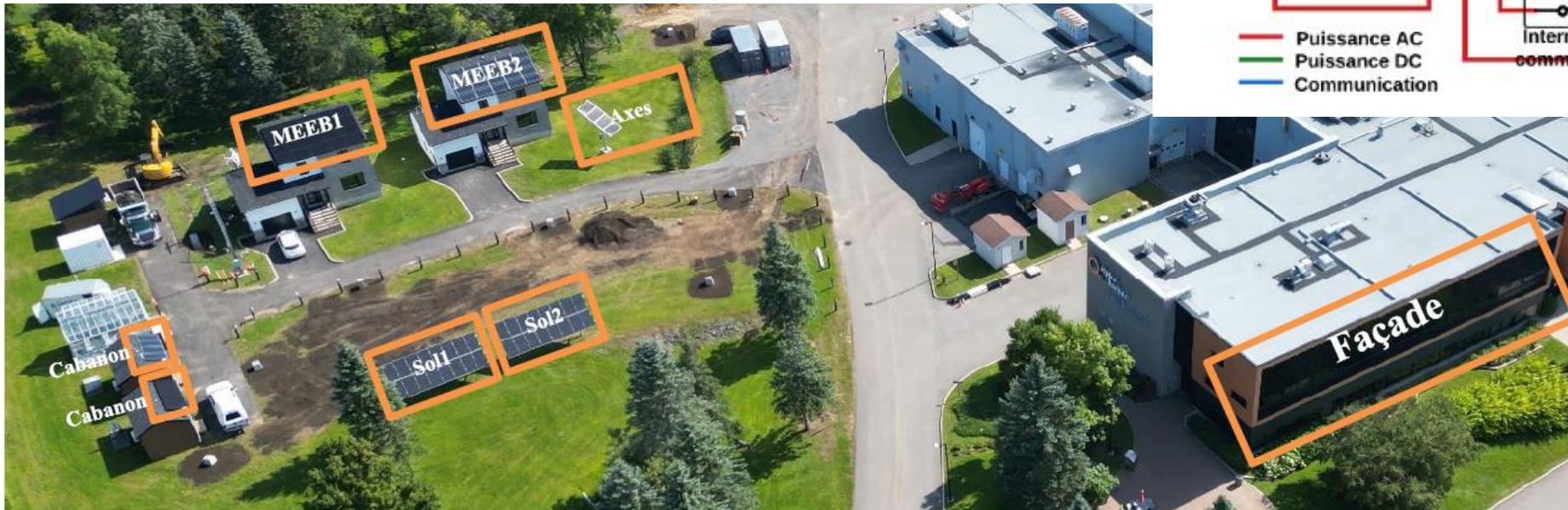
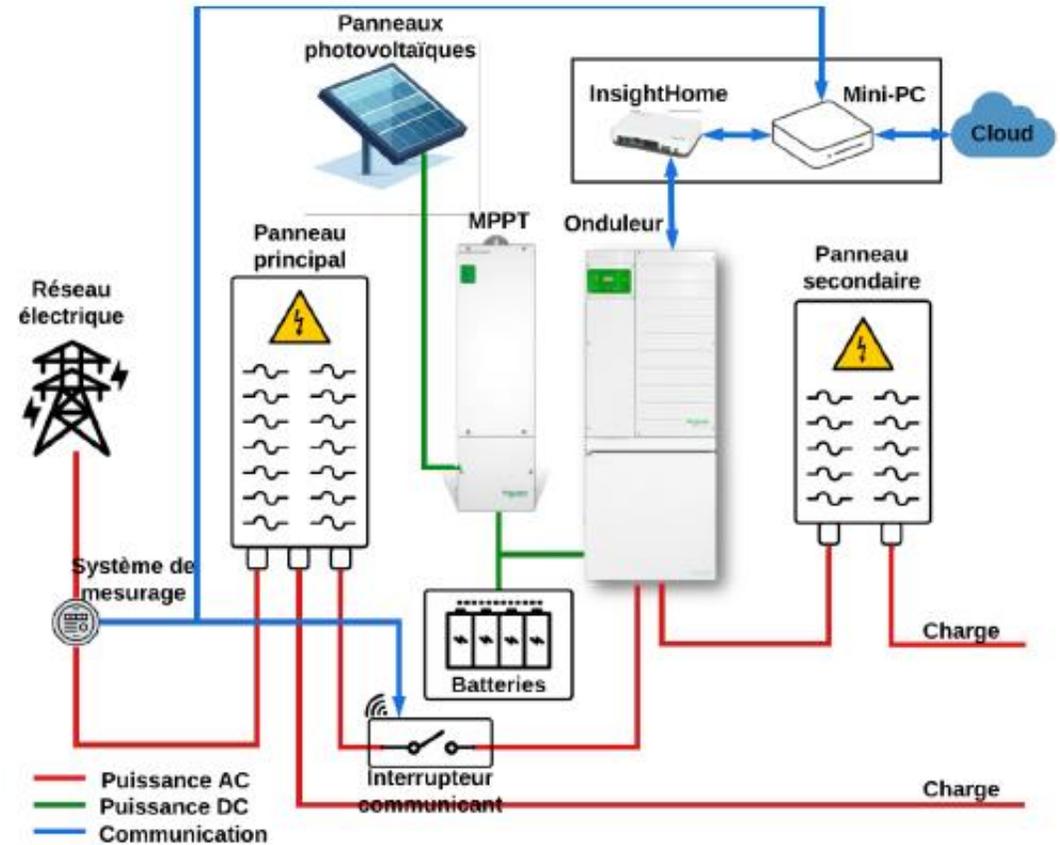
- Technologie LFP lithium-fer-phosphate
- Capacité de 186 kWh
- C-rate de 0.5 → puissance maximale de 93 kW
- Communication Modbus TCP (Sunspec Modbus)
- 2 convertisseurs de puissances bidirectionnelle de 50 kVA
- Raccordée réseau d'alimentation d'urgence du bâtiment



Installations au LTE

Solaire

- MEEB1: 7.3 kW
- MEEB2: 6.1 kW (micro-onduleurs)
- Sol1 + Sol2 : 8.96 kW
- Axes: 1.55 kW (donc 2 panneaux bi-faciaux)
- Cabanon 1 et 2: 2.66 kW
- Façade (PVT) : 17kW (PV) + 12 kW (T)



Stockage

- MEEB1: 15 kWh + 11 kWh
- MEEB2: 10 kWh
- Lab IoT : 10 kWh + 15 kWh

**Gestion de la puissance
appelée maximale**

Gestion de la puissance appelée maximale (GPMA)

Problématique

Les bâtiments CI aux tarifs G9, M et LG (et même G) sont soumis à une facturation de la puissance. La puissance maximale appelée en hiver peut influencer la facture toute l'année.

Contribution

Réduire la puissance appelée mensuelle ainsi que la puissance minimale facturée par déplacement de la consommation.

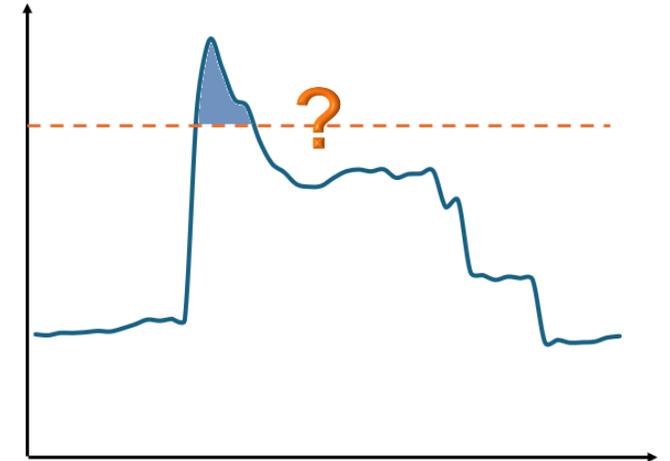
Défis

- Anticiper la PMA pour la période de facturation
- L'optimisation du taux de décharge de la batterie
- Contrôle en fonction de la puissance lue par Hydro-Québec (moyenne coulissante sur 15 min)

Valeur

Entre 15-22\$/kW* selon les tarifs

*à l'exception du tarif G9



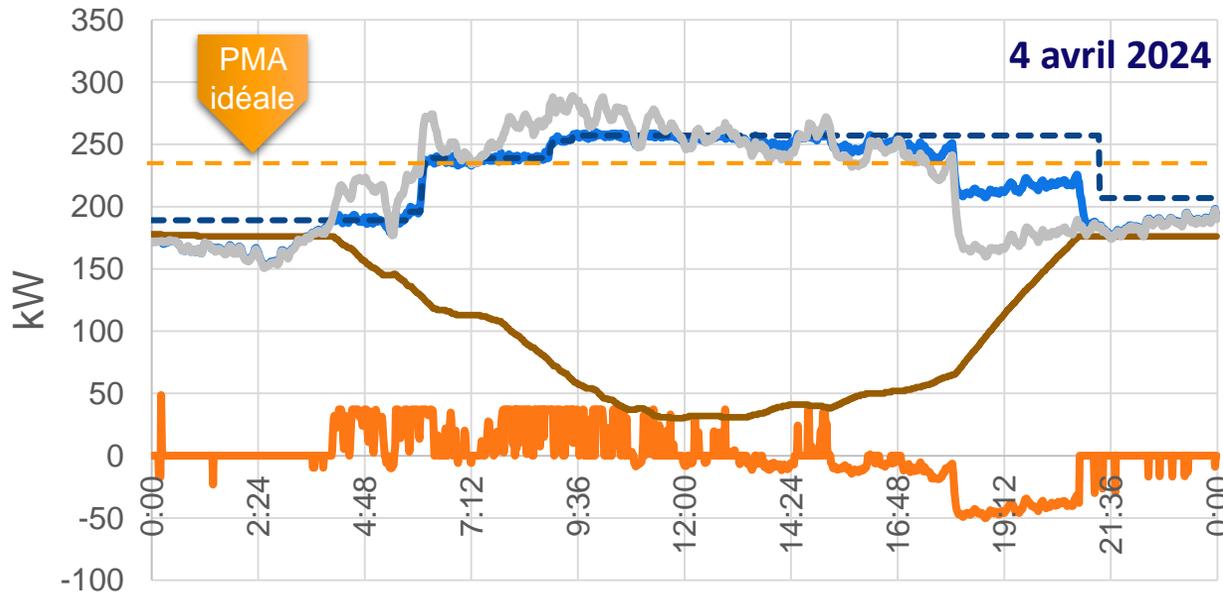
Puissance minimale



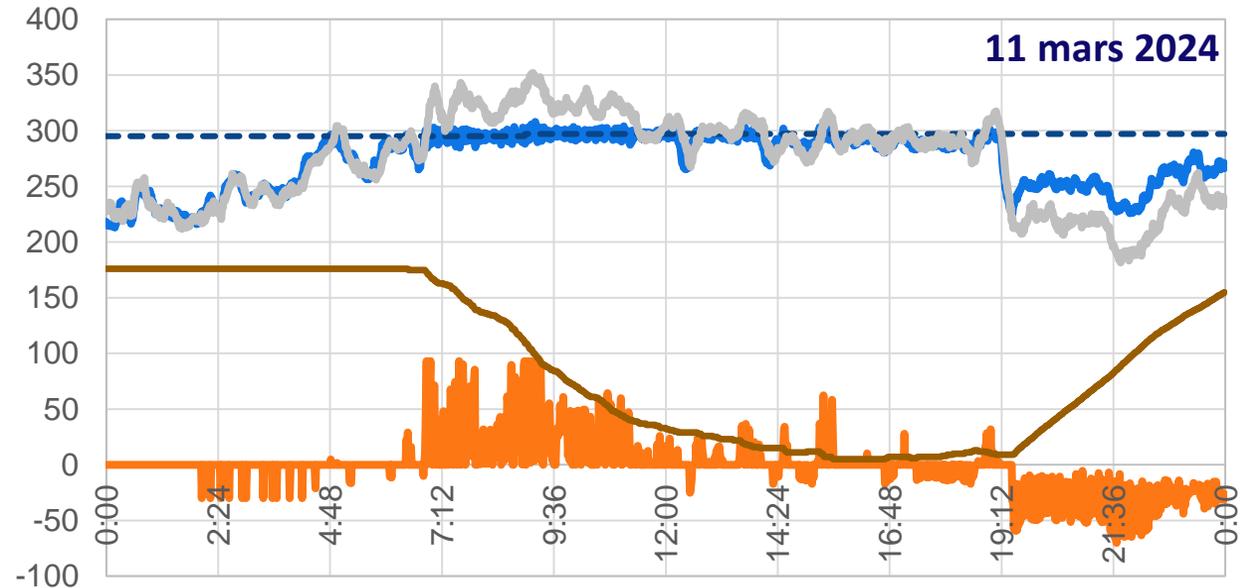
Exemple Lab-CI

Établissement de la puissance cible

- Prédiction de la puissance adéquate
- Modèle prédictif



- Puissance intégrée vue par le réseau (kW)
- - - PMA cible
- Puissance totale consommée intégrée (kW)



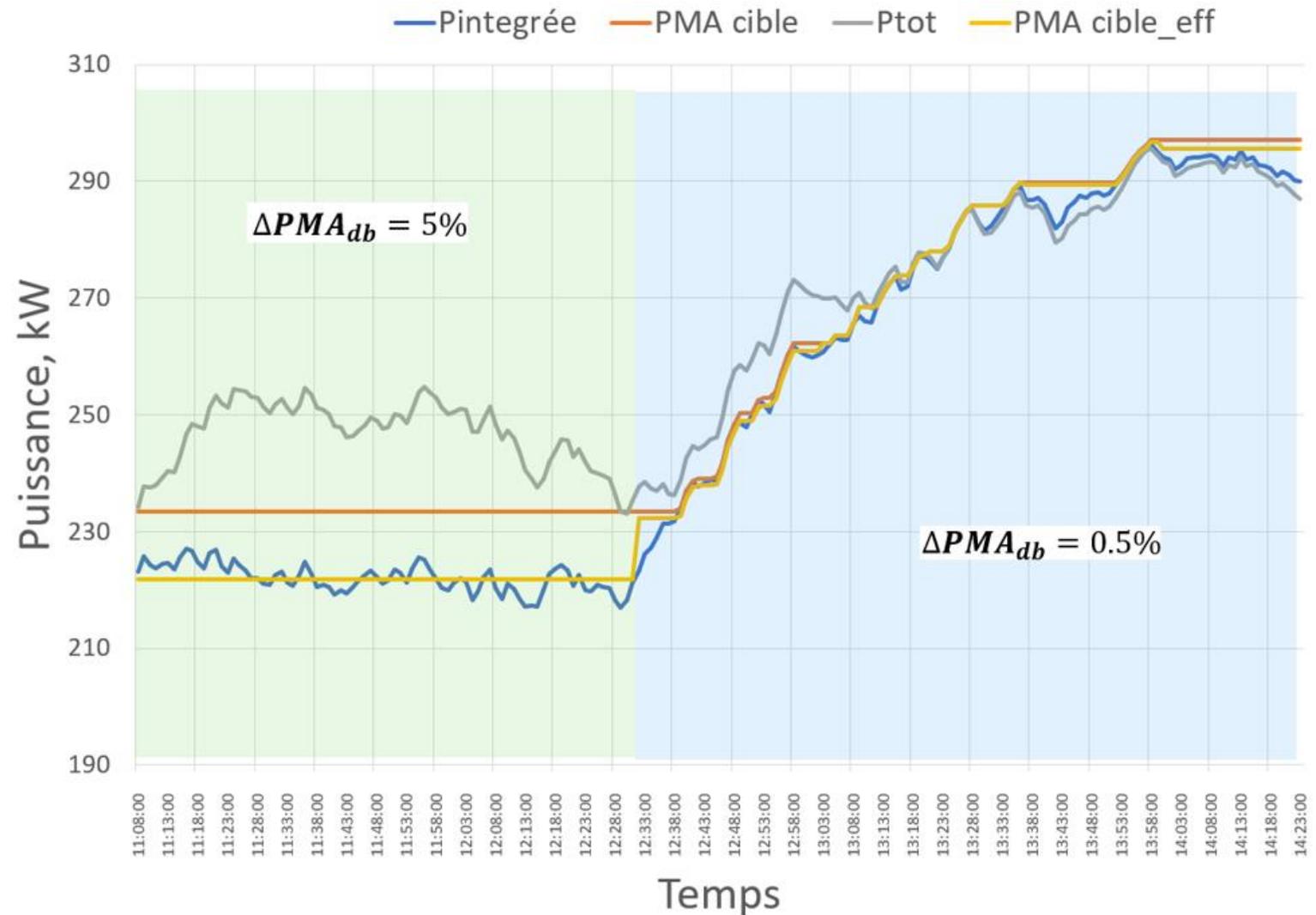
- Puissance_Decharge+/Recharge-_value (kW)
- Capacité_de_la_batterie_value (kW-hr)

GPMA

Exemple Lab-CI

Contrôle

- Boucles PID nécessaires
- Équivalent d'une « bande morte »



Gestion de la demande en puissance

Gestion de la demande en puissance (GDP)

Problématique

L'accroissement de la demande en puissance requiert de nouveaux approvisionnements toujours plus onéreux pour Hydro-Québec qui sollicite la participation des clients (option tarifaire de GDP, tarif dynamique)

Contribution

Compenser une partie de la consommation électrique du bâtiment pendant les périodes de pointes ciblées (6h-9h et 16h-20h).

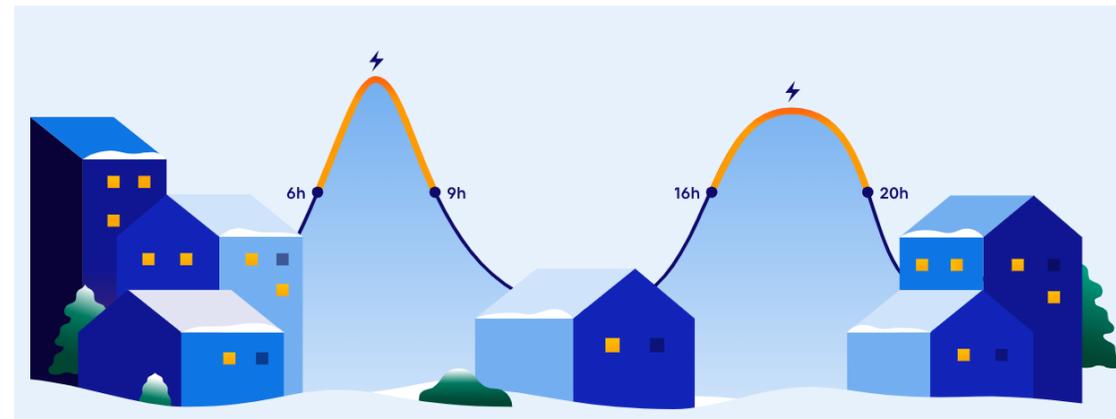
Défis

- Moduler l'utilisation de la batterie selon les variations de puissance du bâtiment
- Ne pas retourner d'énergie au réseau si le consommateur d'énergie n'y a aucun avantage (ex. Flex D)

Valeur

Entre 57.805 – 78.825 \$/kW au CI

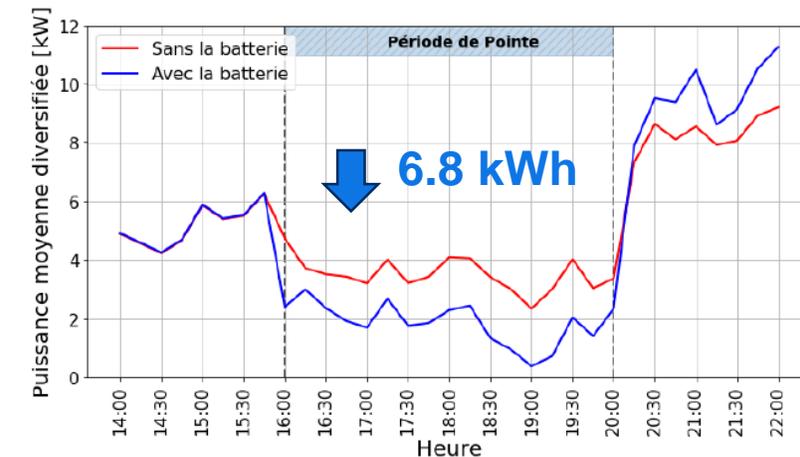
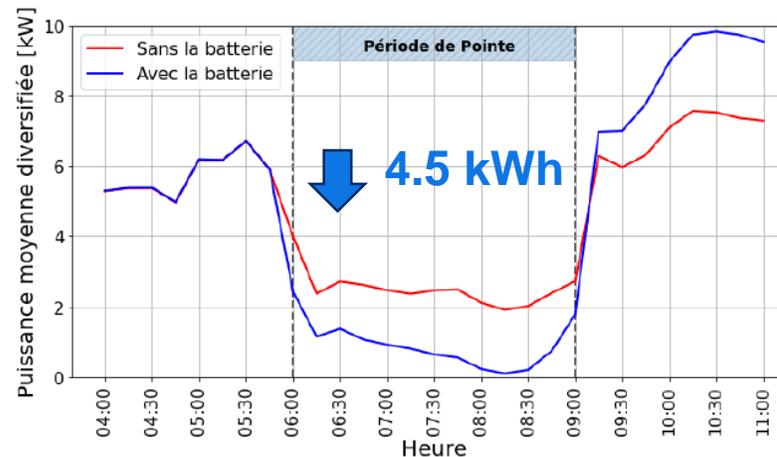
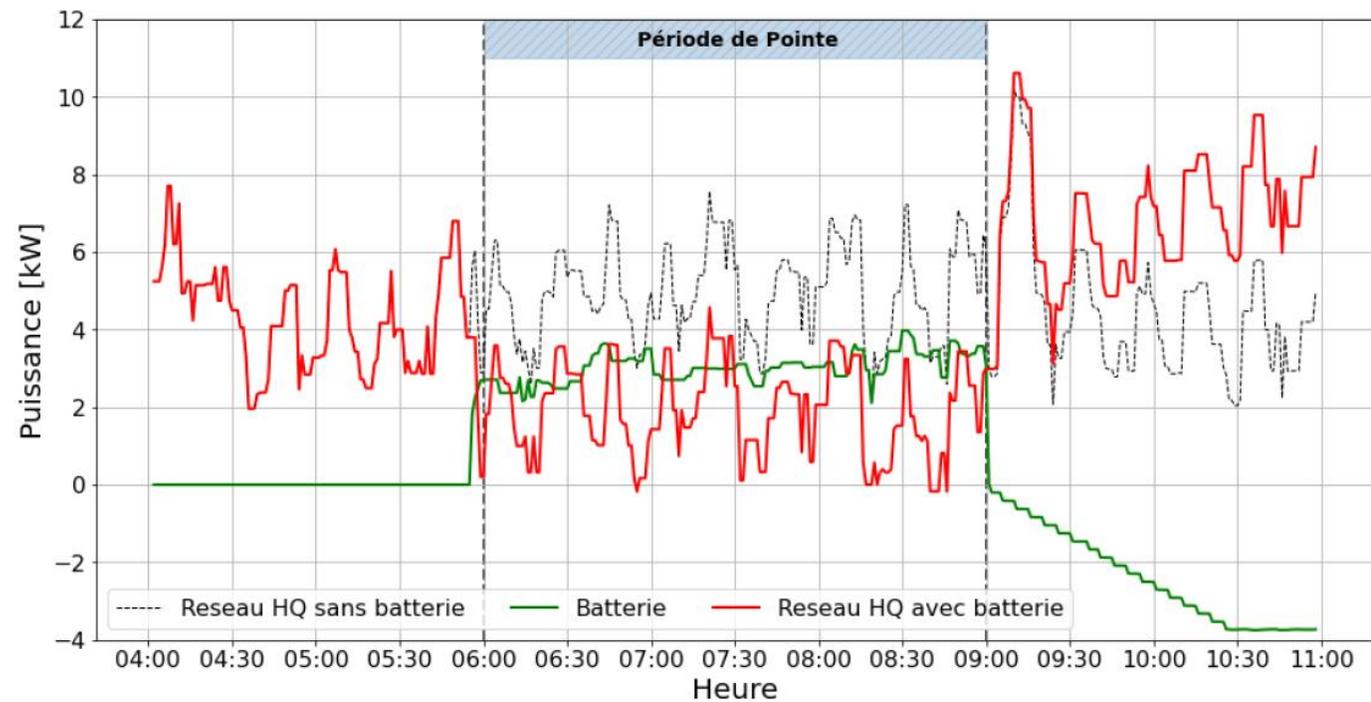
55.132 ¢/kWh au résidentiel (Flex D)



Exemple résidentiel

Installations pilotes

- Batterie ~ 10 kWh (5.3 kW puissance)
- Une dizaine d'événements GDP
- Le potentiel de la batterie n'est pas toujours complètement utilisé en raison de la contrainte de non-injection dans le réseau.



Résilience et gestion de la reprise après panne

Résilience

Problématique

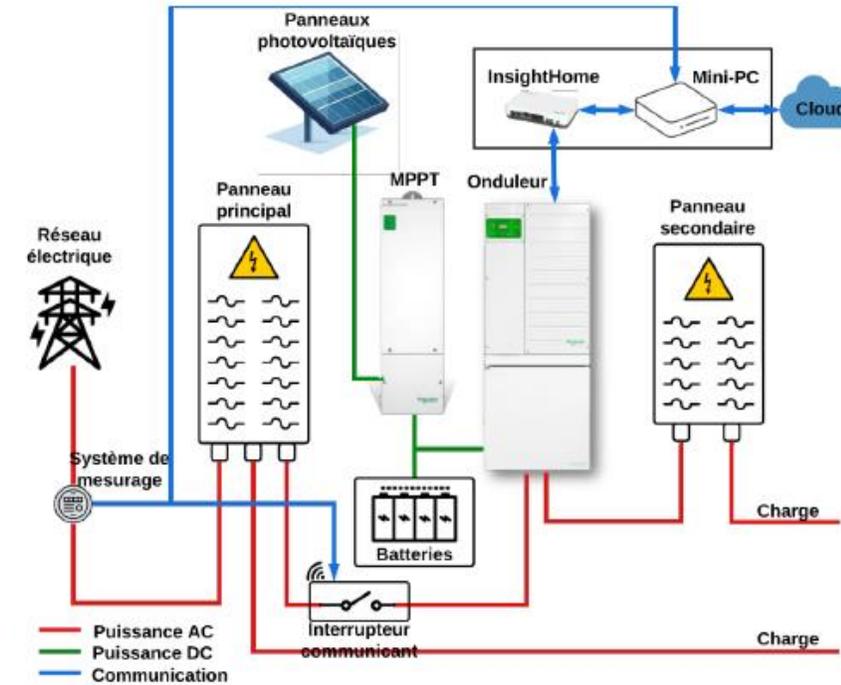
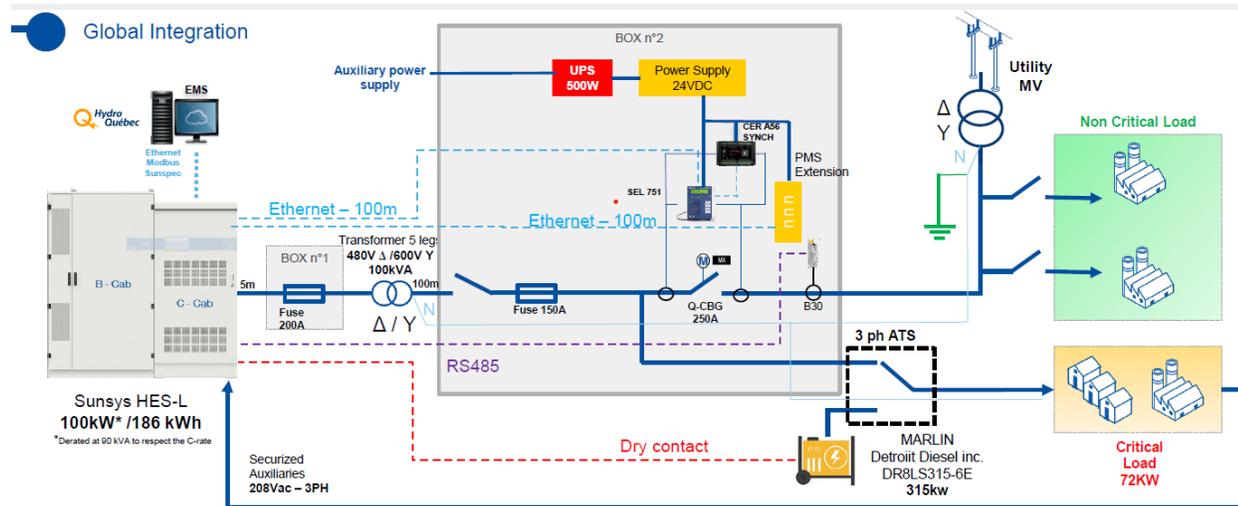
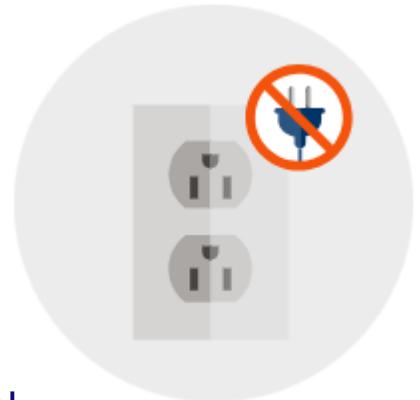
Disposer d'une source d'énergie électrique en l'absence du réseau électrique

Contributions

Servir d'alimentation d'urgence en cas de panne du réseau électrique principal

Défis

- Capacité/durée d'alimentation (circuit d'urgence)
- Orchestration avec d'autres sources d'énergie de secours



Gestion de la reprise après panne (GRAP)

Problématique

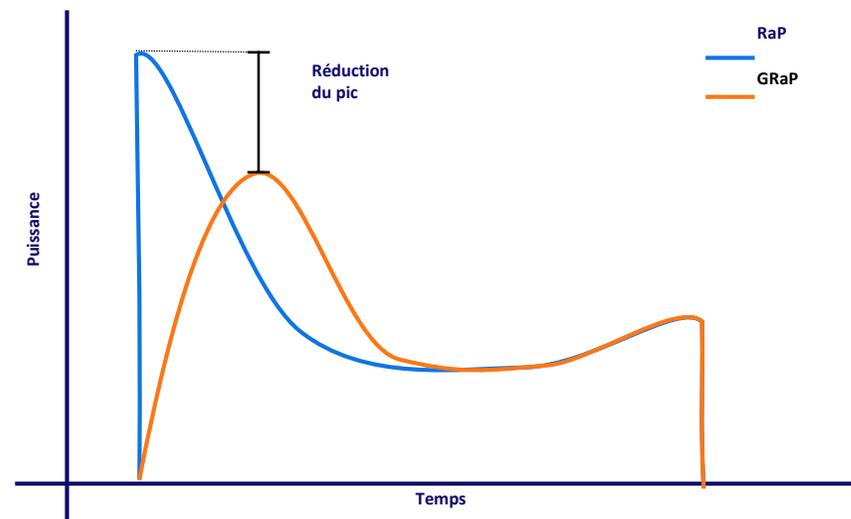
Multiplication des pannes causées par la défaillance des réseaux BT existants sous l'accroissement de la charge en reprise

Contribution

Contribuer à limiter la demande en reprise

Défi

- Déterminer la décharge optimale pour réduire l'impact de la reprise

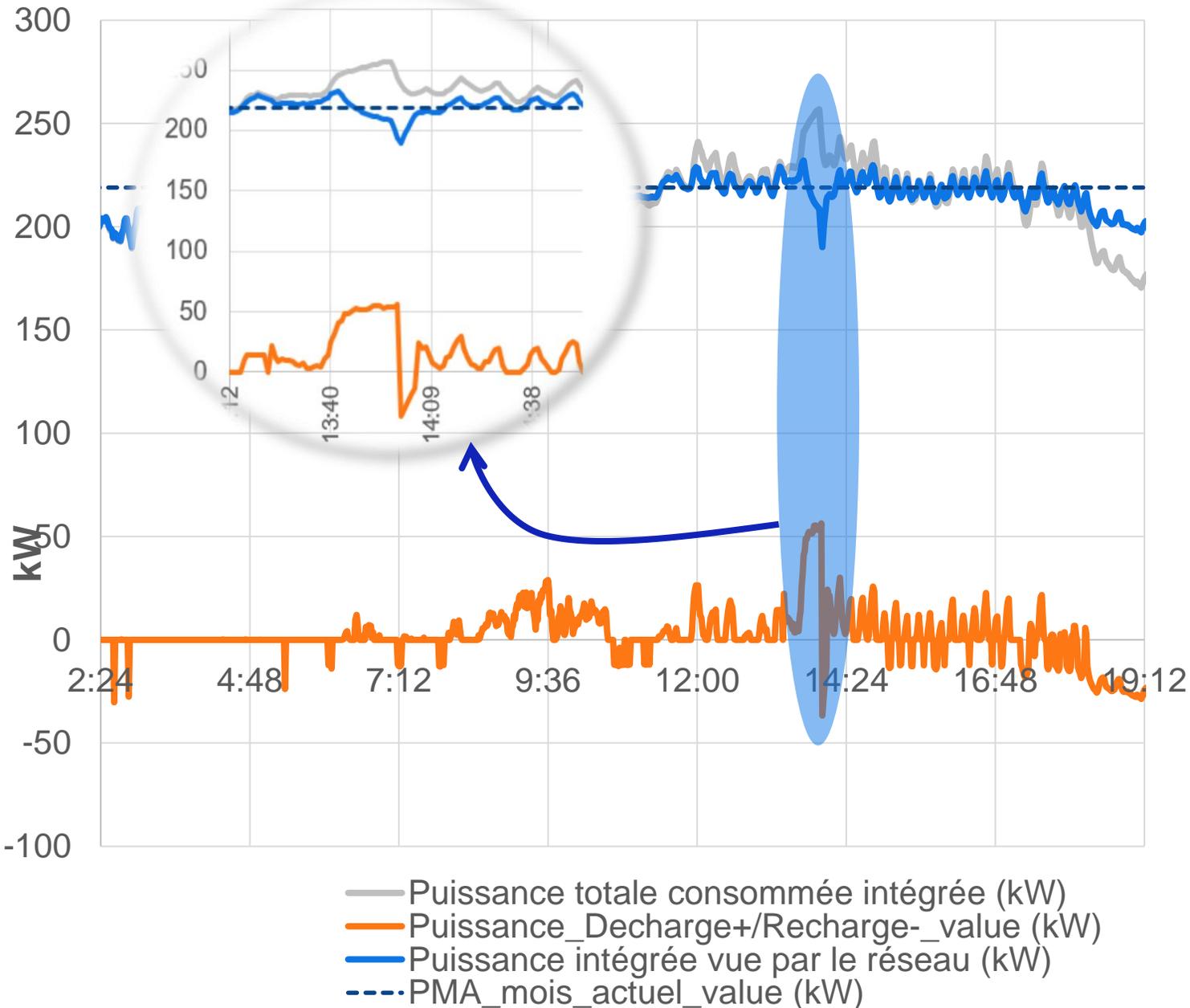


RÉSILIENCE ET GRAP

Exemple bâtiment CI

Ex. bâtiment principal du LTE (lab-CI)

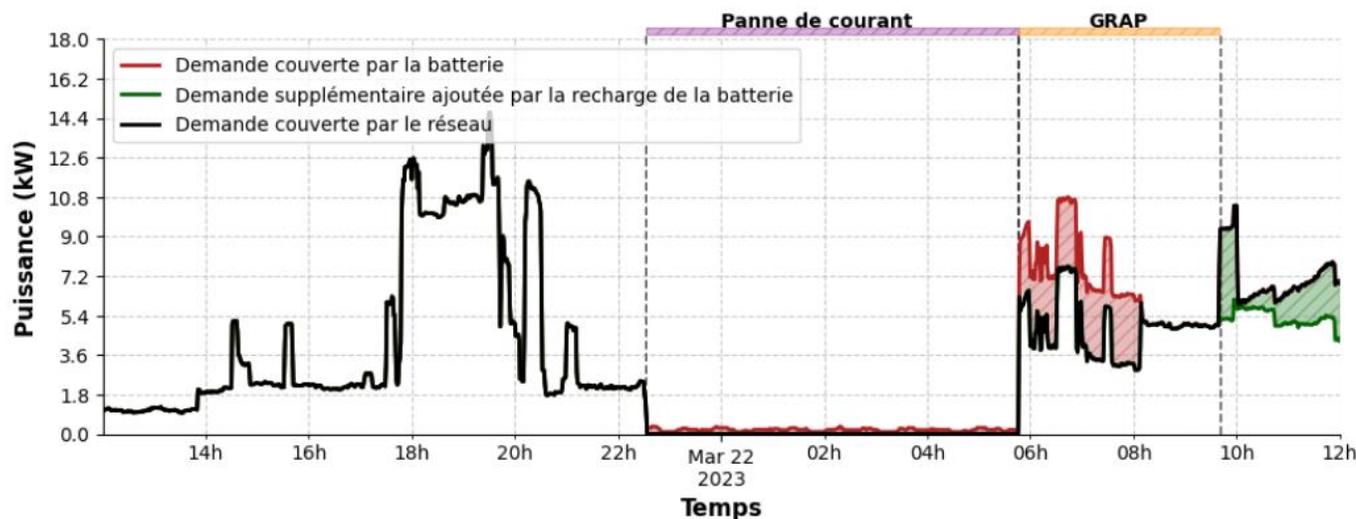
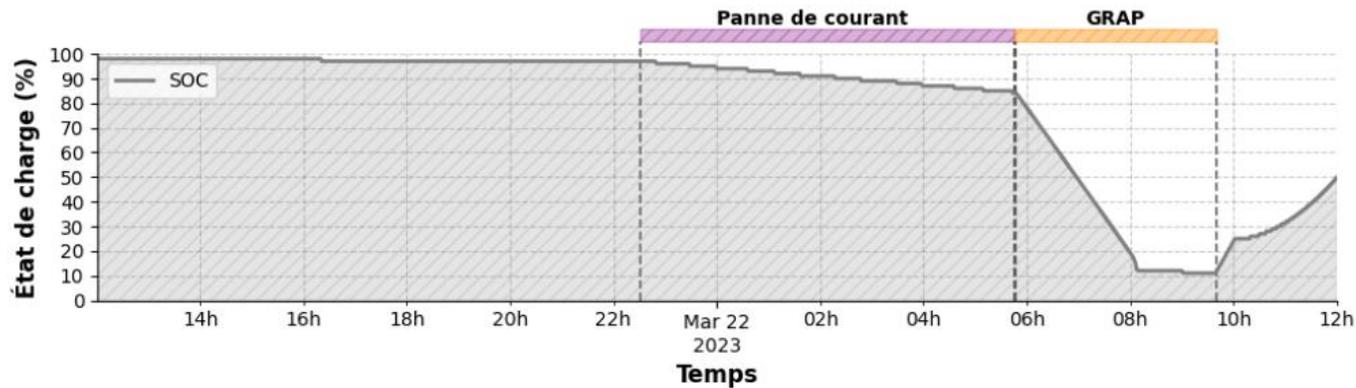
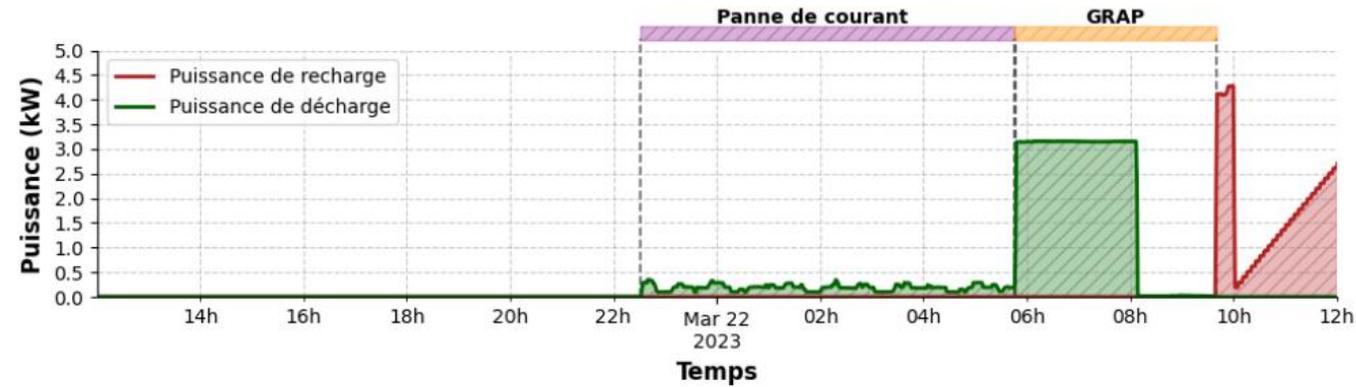
- Coupure brève (~15 min) → batterie uniquement (2 oct. 2024)
- Autonomie en cas de panne ~ 2h (si chargée à 100%)



Exemple bâtiment résidentiel

Ex. bâtiment résidentiel - pilote

- Panne de plus de 7h
- Alimentation d'urgence pendant la panne
- Contrôle est important : problématique à la sortie de la période GRAP



Autoconsommation

Autoconsommation

Problématique

Maximiser l'utilisation de l'énergie produite sur site pour limiter l'injection d'énergie sur le réseau électrique

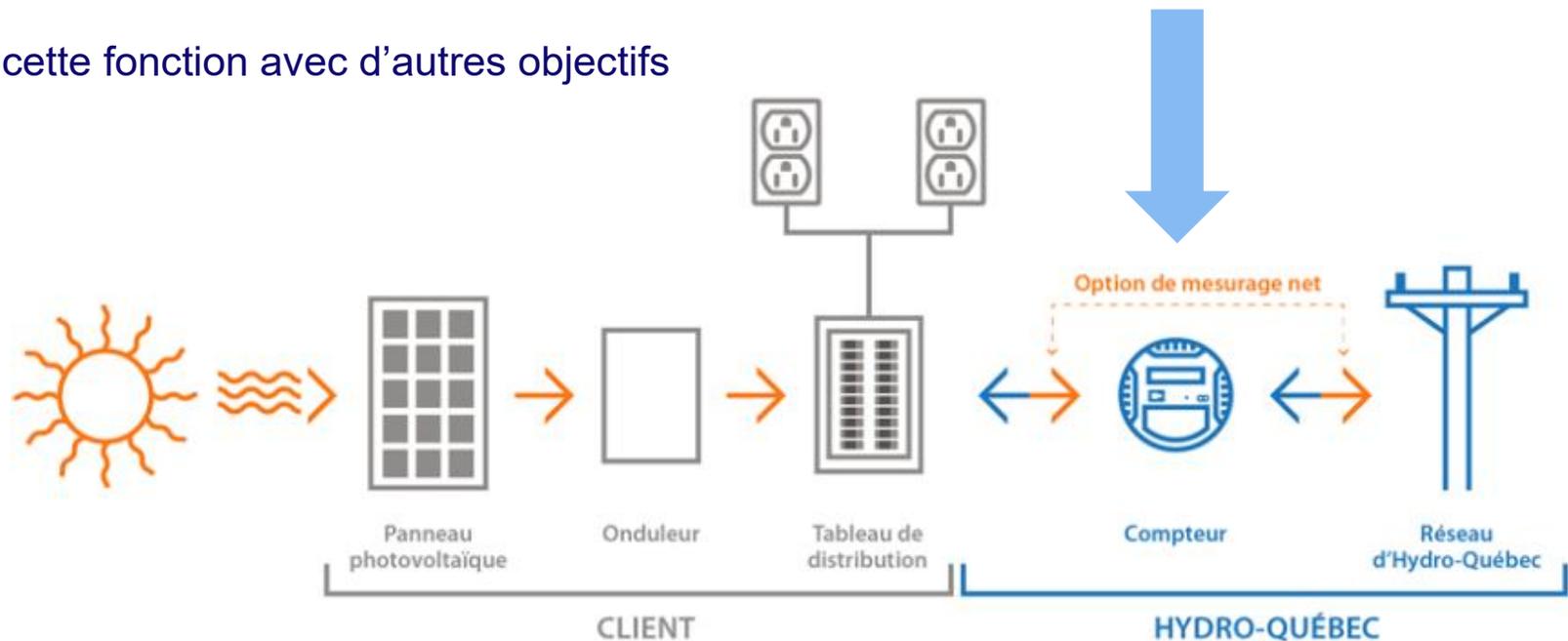
Contribution

Stocker les surplus de production électrique sur site afin d'en déplacer l'utilisation.

Défis

- Anticiper la production d'énergie sur site
- Combiner cette fonction avec d'autres objectifs

Uniquement pour les bâtiments avec un appel de puissance < 50 kW*



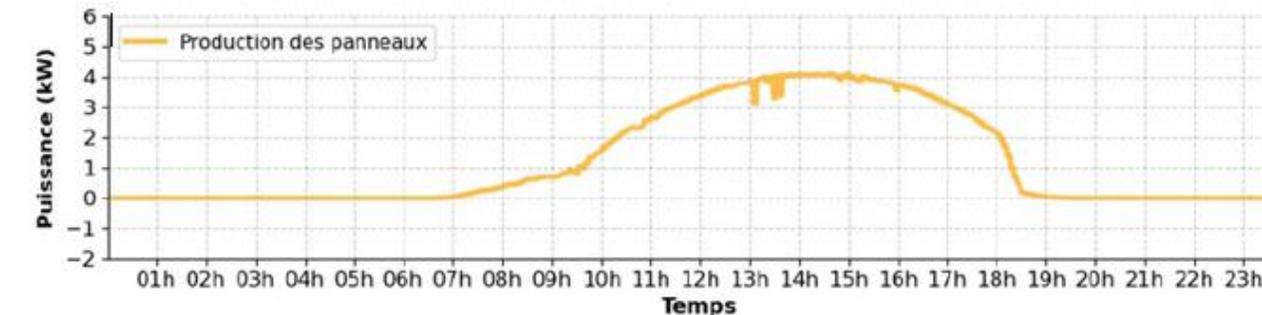
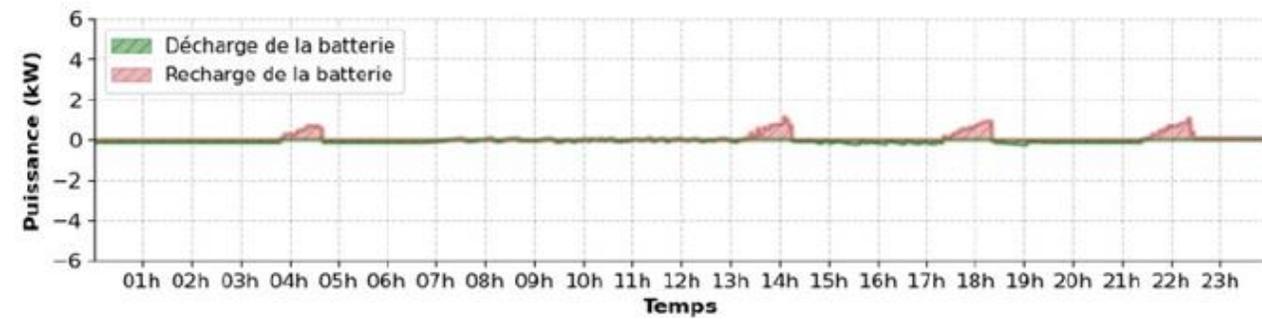
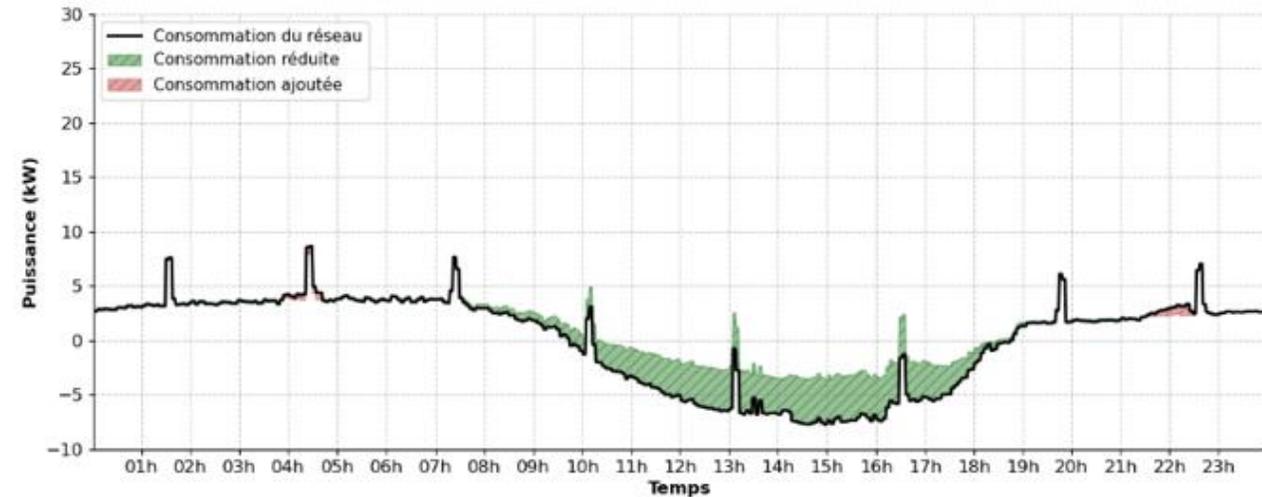
*La formule d'autoproduction sans compensation est disponible pour les installations ne répondant pas à ce critère

AUTOCONSOMMATION

Exemple estival

Installation « résidentielle » LTE

- La batterie absorbe les variations de la production PV
- La production PV est utilisée pour de courtes recharges de la batterie
- L'énergie stockée dans la batterie comble les baisses de production.



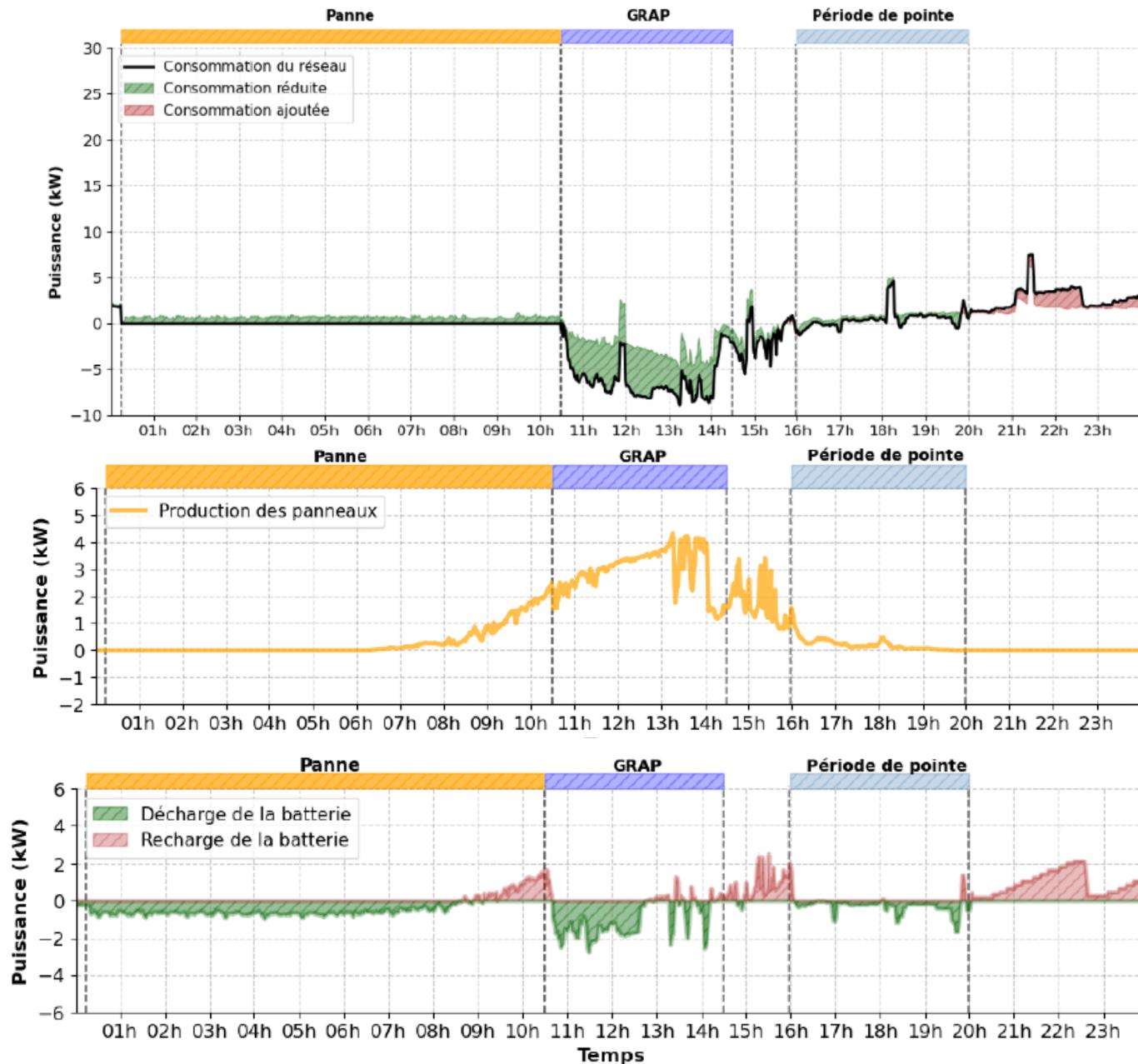
**Et si on combinait tout
ça... ?**

SERVICES COMBINÉS

Résilience + GRAP + GDP + PV

Essais installation résidentiel au LTE

- Essais réalisés en avril 2024
- Recharge de la batterie grâce au solaire entre les événements



Pour conclure

Constats

- Stockage électrochimique peut être utilisé pour plusieurs fonctions
- Les fonctions ne sont pas mutuellement exclusives
- Le contrôle peut être complexe
 - Intérêt d'un modèle prédictif
 - Nécessité d'un contrôle proportionnel-intégral
 - Contrôle de la puissance intégrée ou instantanée?

Et pour la suite?

- Amélioration des modèles prédictifs
- Contrôle avec la puissance instantanée (CI)
- Combinaisons des fonctions (CI)
- Coordination avec la recharge de véhicules électriques



Merci !