



# **Les accumulateurs thermiques locaux en remplacement des plinthes électriques dans les bâtiments commerciaux**

Présentation de la preuve de concept

Webinaire pour le Réseau Énergie & Bâtiment  
2020-04-23

# Présentateurs



**Marie-Andrée Hénault, ing. M. Sc.**  
Ingénieure et chargée de projet  
Direction Intégration des nouvelles technologies  
Hydro-Québec Distribution



**Alain Moreau, ing.**  
Chercheur  
Lab. des technologies énergétiques (LTE)  
Centre de recherche d'Hydro-Québec

**Crédit :**  
**François Laurencelle, Ph. D**  
Chercheur  
Lab. des technologies énergétiques (LTE)  
Centre de recherche d'Hydro-Québec

# Objectifs d'apprentissage

1. *Comprendre les avantages du stockage thermique dans un contexte hydro-québécois*
2. *Connaître les fonctionnalités des accumulateurs thermiques locaux dans un immeuble commercial*
3. *Comprendre les éléments probants de la preuve de concept réalisée au laboratoire des technologies énergétiques d'Hydro-Québec*

# Table des matières

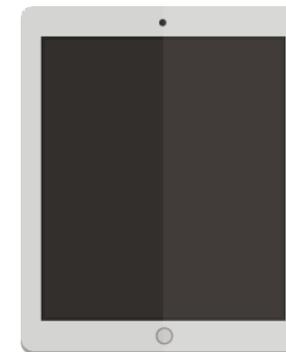
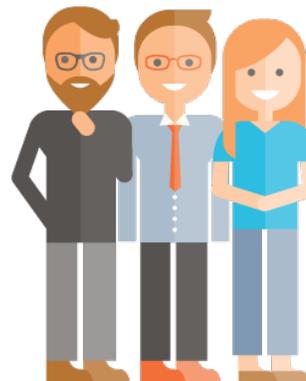
1. Mise en contexte
2. Le stockage thermique pour mieux gérer l'appel en puissance
3. Les accumulateurs thermiques locaux
4. Description, objectifs et périmètre de la preuve de concept
5. Fonctionnalités de la séquence de contrôle et présentation des résultats
6. Recommandations

# Mise en contexte

## Transition Énergétique

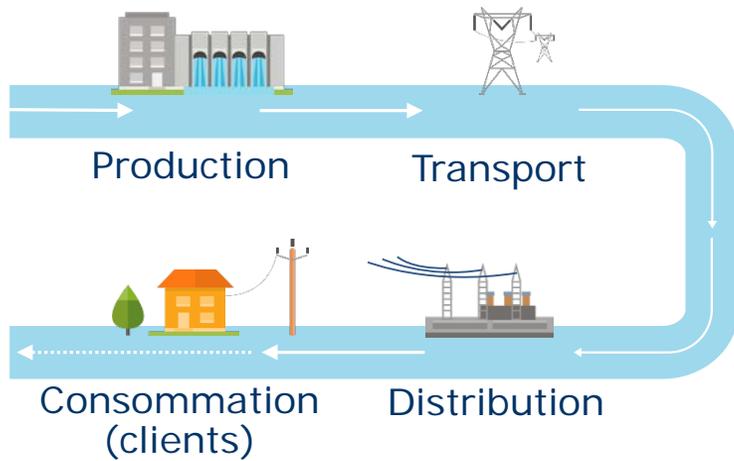
- Volonté progressive de diminuer l'utilisation des énergies fossiles au profit d'énergies renouvelables
- Changement de comportement pour une culture de l'efficacité énergétique

## Moteurs de la transition énergétique

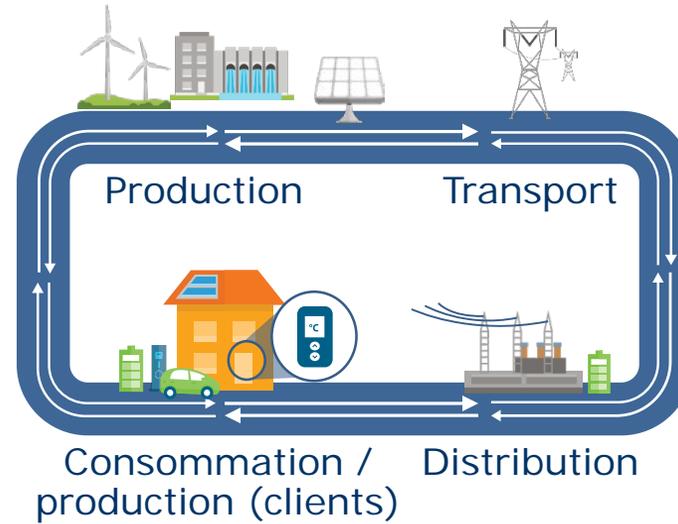


# Mise en contexte

## Nouveaux modèles d'affaires



**Modèle historique**



**Nouveau modèle**



# Les accumulateurs thermiques

Principe :

- Appareil de chauffage ;
- Utiliser des éléments électriques pour chauffer des briques ;
- Accumuler la chaleur dans des briques à haute densité ;
- Restituer l'énergie accumulée sous forme de chaleur à la pièce au temps opportun en faisant circuler un flux d'air dans l'appareil



Accumulateurs thermiques locaux :

- Plusieurs tailles pour différents marchés
- Dynamique ou Statique

Accumulateurs thermiques centraux :

- Différentes tailles pour différents marchés (Thermelec)
- À air forcé ou hydronique
- Peut être couplé à une thermopompe

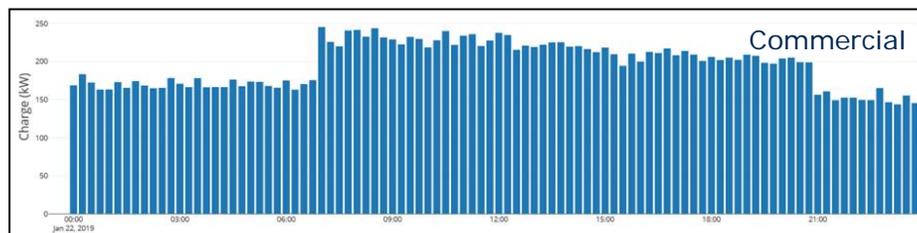
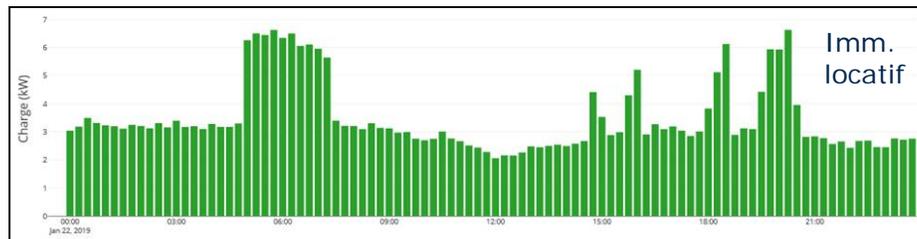
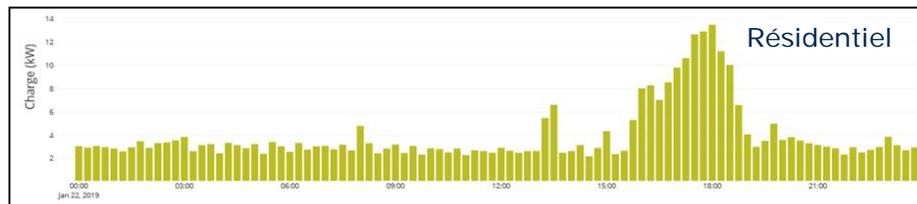
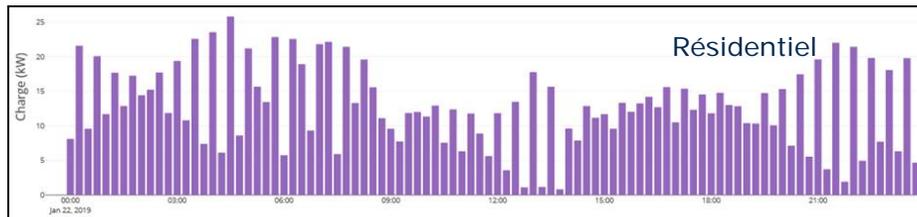


# Les accumulateurs thermiques

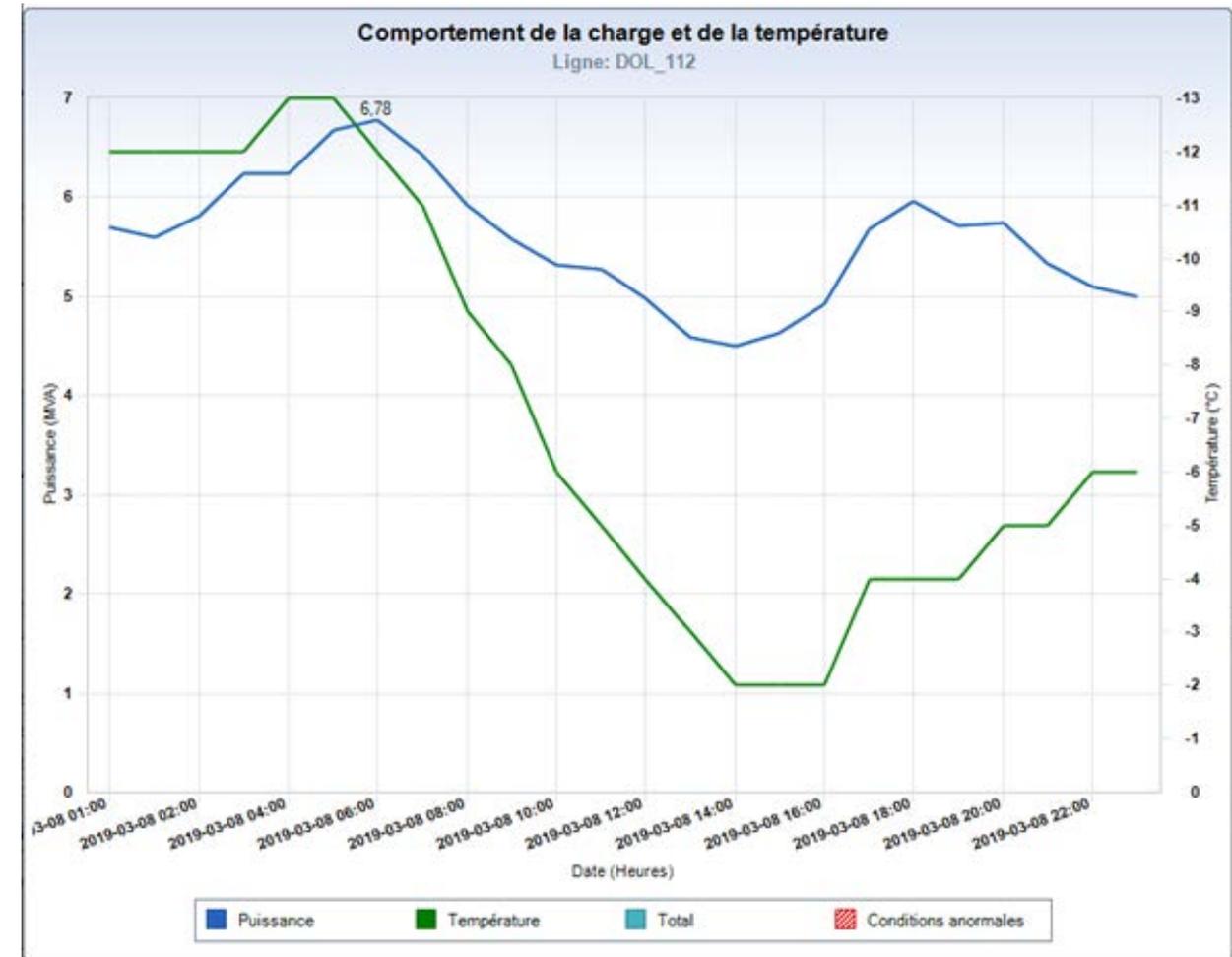
**Le stockage thermique pour mieux gérer la puissance**

# Les périodes de pointe (6 à 9 et 16 à 20 heures) et les périodes hors pointe

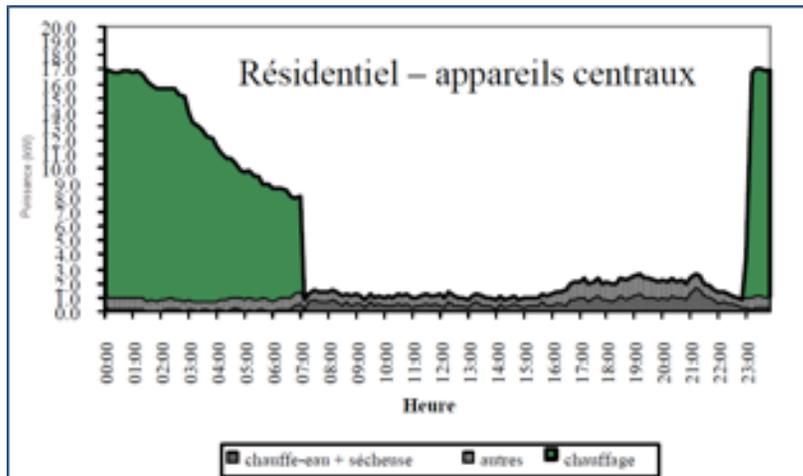
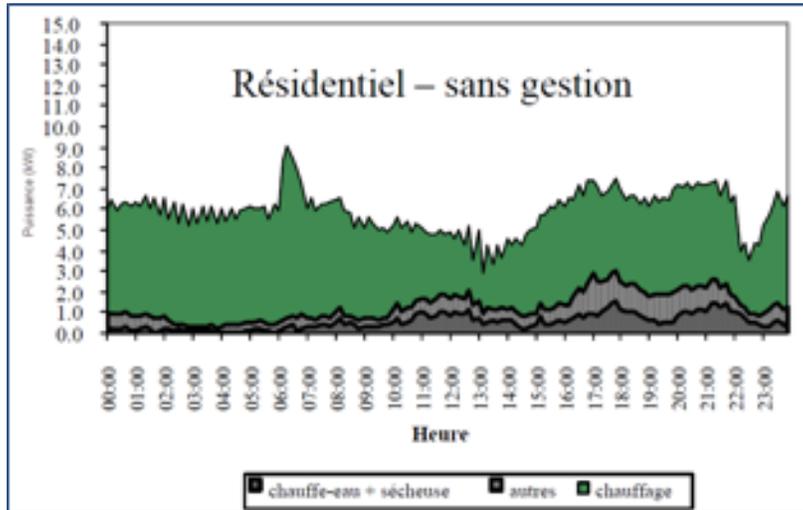
Profil de charge clients (DOL\_112)  
24 heures



Profil de charge (MVA) ligne DOL\_112 (Poste Dorval)  
24 heures



# Le stockage thermique pour mieux gérer la puissance

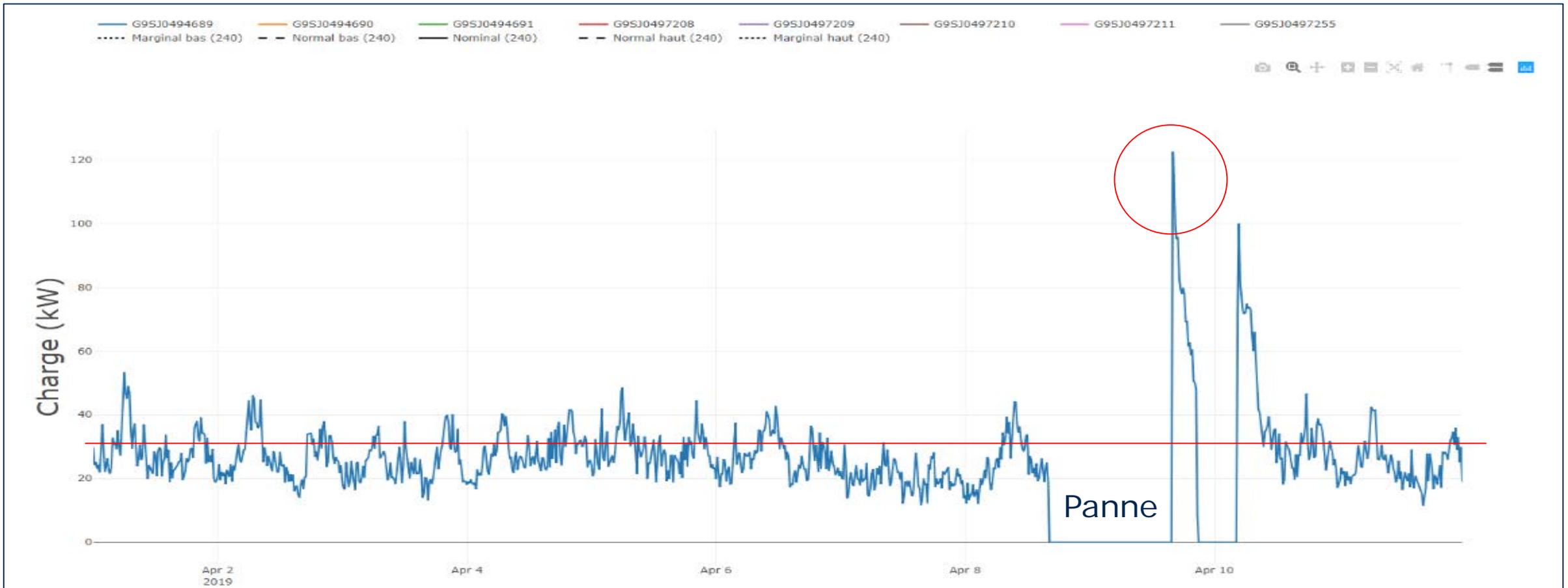


- Offrir une alternative aux clients qui veulent se départir du combustible sans impact sur le réseau
- Ventes additionnelles dans le cas d'une conversion de ressources énergétiques
- Conservation de l'énergie (kWh) donc les ATL ne permettent pas de réaliser des économies d'énergie
- L'accumulateur thermique permet de délester 100% de la charge de chauffage pendant plusieurs heures consécutives tout en maintenant le confort

Les courbes sont basées sur un accumulateur thermique central de Steffes et proviennent d'un projet pilote mené au résidentiel.

# Gestion de l'appel de puissance au retour d'une panne

## Charge d'un transfo au retour d'une panne



# Description de la preuve de concept

## Présentation de la preuve de concept



# Description de la preuve de concept

## Objectifs du projet :

- Tester une technologie de déplacement d'appel de puissance relative au chauffage
- Valider la disponibilité des ATL au Québec
- Valider les coûts des équipements et ceux de l'installation
- **Développer des options de contrôle (GDP, reprise après panne, écrêtage)**
- Analyser le déplacement en puissance
- Tester l'installation et l'opération des ATL en situation réelle



# Bénéfices

## Bénéfices HQD :

- Gérer la fine pointe en puissance en période hivernale relative au chauffage ;
- Gérer l'appel de puissance après une panne ;
- Réduire les investissements aux postes.

## Bénéfices clients :

- Optimiser la facture d'électricité annuelle (Écrêtage, PMF) ;
- Confort des occupants même en GDP ;
- Offrir une alternative aux plinthes électriques en réfection du bâtiment et dans les nouvelles constructions



# Caractéristiques techniques

- Manufacturier : Steffes <http://www.steffes.com/wp-content/uploads/2016/09/2100SeriesTech-Data-Sheet-Rev-3.pdf>
- Distributeur : Masters

Modèle	Nombre	Dimension (L x H x P) (cm) *	Puissance des éléments électriques (kW) **	Masse de stockage (kg)	Capacité de stockage (kWh)
2102	10	76 x 62 x 26	2,7	80	13,5
2103	3	94 x 62 x 26	4,0	120	20,3

\* sans la braquette pour l'encrage au mur de l'ATL.

\*\* 208 V

Livraison : Aucune difficulté rencontrée

Installation : Aucune difficulté rencontrée



# Description de la preuve de concept

## **Fonctionnalités de la logique de contrôle et présentation des résultats**

# Fonctionnalités de la séquence de contrôle

## Rappel des fonctionnalités attendues :

1. Assurer le chauffage des espaces et respecter le point de consigne
2. Maintenir ou améliorer le confort thermique, visuel et sonore des occupants
3. Participer aux événements de Gestion de puissance d'Hydro-Québec
4. Écrêter les appels de puissance du bâtiment
5. Assurer des fonctions de reprise après une panne de courant

## Challenge :

- Créer une logique de contrôle des ATL et l'intégrer dans la logique de contrôle existante du bâtiment

# Chauffage et respect du point de consigne des pièces

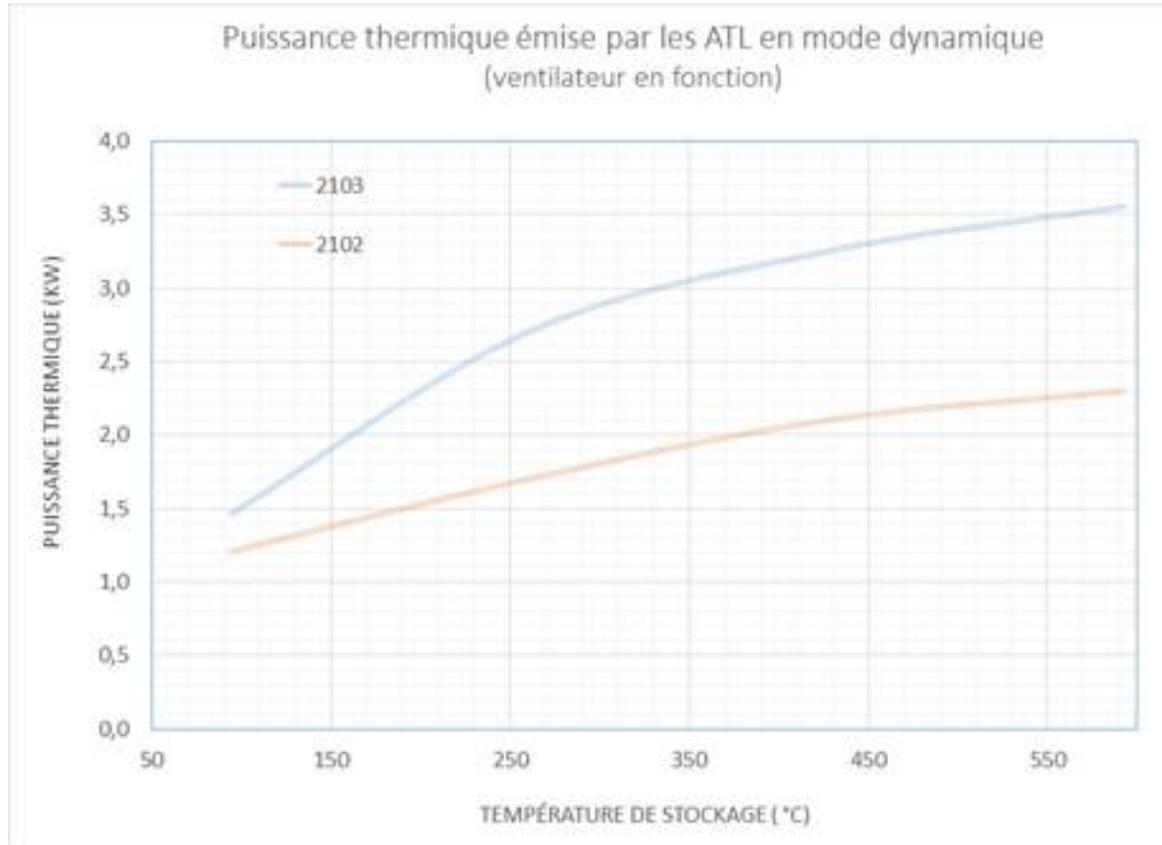
		Kilowatt moyen	P.C. kilowatt	GDP	Jour dernière panne	Durée panne	Temps écoulé depuis la panne	Kilowatt total ventilateur	Kilowatt total élément	P.C. brique				
		367.7 kW	500.0 kW 🖐️	Non					11.25	339.50				
Local	ATL	Élément (charge)	Ventilateur	État	Temp. briques	Rapport cyclique élément	Rapport cyclique vent.	Temp. pièce	P.C. pièce	% plinthe	Débit	Hist. calculé	Prévision	Hist.
ESC3	1	Arrêt	Marche	0.4 Amps	492.7 °C	0.87	0.00	17.9	18.0	N/A	N/A	H	P	
118B	2	Marche	Marche	12.4 Amps	499.0 °C	0.18	1.01	21.9	22.0	0.0	283.2	H	P	
	3	Marche	Marche	12.2 Amps	432.2 °C	0.28	1.01					H	P	
117B	4	Arrêt	Arrêt	0.0 Amps	308.5 °C	0.02	0.00	22.3	21.0	0.0	982.4	H	P	
	5	Arrêt	Arrêt	0.0 Amps	308.1 °C	0.00	0.00					H	P	
	6	Arrêt	Arrêt	0.0 Amps	308.0 °C	0.19	0.00					H	P	
	7	Arrêt	Arrêt	0.0 Amps	307.9 °C	0.18	0.00					H	P	
108D	8	Arrêt	Arrêt	0.0 Amps	328.6 °C	0.25	0.00	22.5	21.5	0.0	1009.3	H	P	
	9	Arrêt	Arrêt	0.9 Amps	329.5 °C	0.00	0.00					H	P	
	10	Arrêt	Arrêt	0.0 Amps	343.1 °C	0.00	0.00					H	P	
108B	11	Arrêt	Marche	0.0 Amps	320.2 °C	0.56	1.01	22.3	22.5 🖐️	0.0	117.9	H	P	
201A	12	Marche	Marche	18.3 Amps	522.5 °C	0.54	1.01	22.1	23.0	0.0	210.6	H	P	
	13	Arrêt	Marche	0.1 Amps	553.1 °C	1.01	1.01					H	P	

La séquence devait optimiser la charge et la décharge des ATL pour respecter le point de consigne

Une prévision de la température extérieure était faite, afin de charger les appareils en conséquence

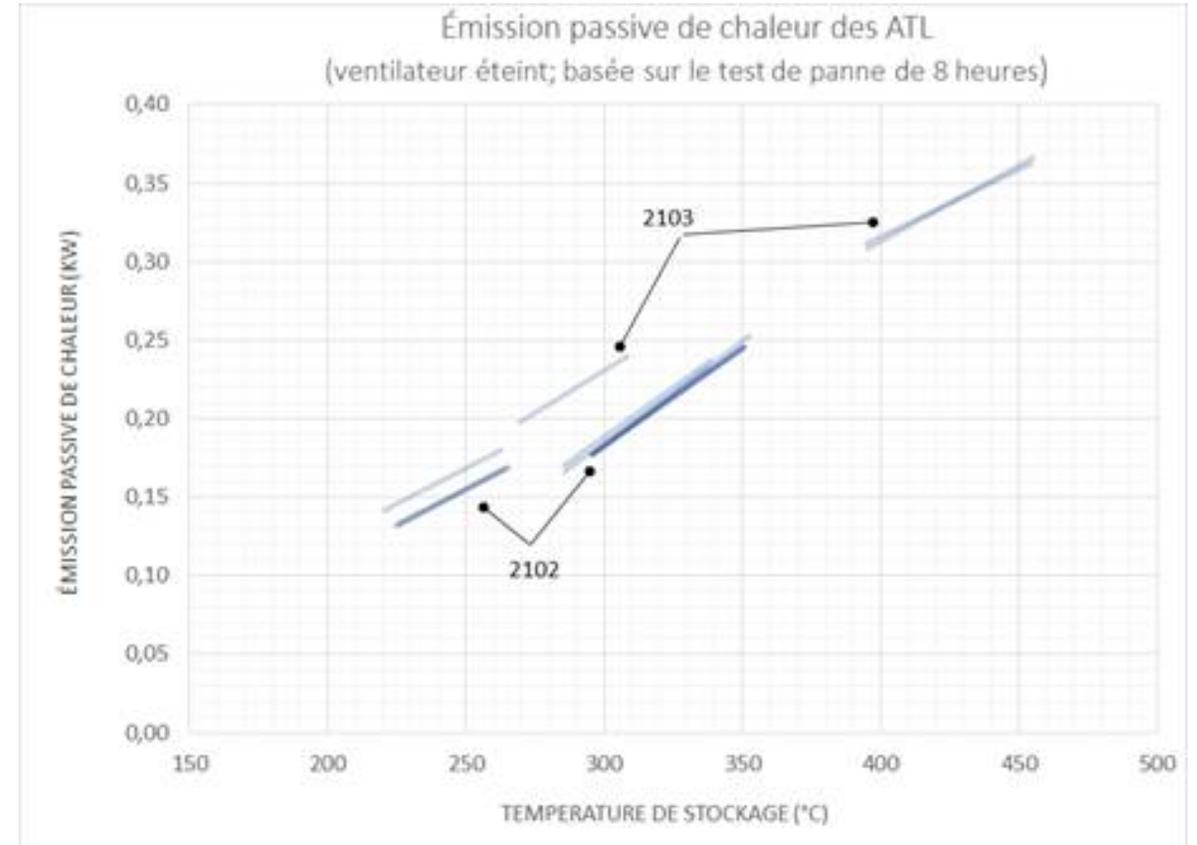
Les ATL arrivent à maintenir une température oscillant autour du point de consigne

# Chauffage et respect du point de consigne des pièces



Deux modèles testés : 2102 (2,7 kW) ; 2103 (4,0 kW)

La sélection du modèle dépendra de la température de stockage, du temps de recharge, besoins en chauffage

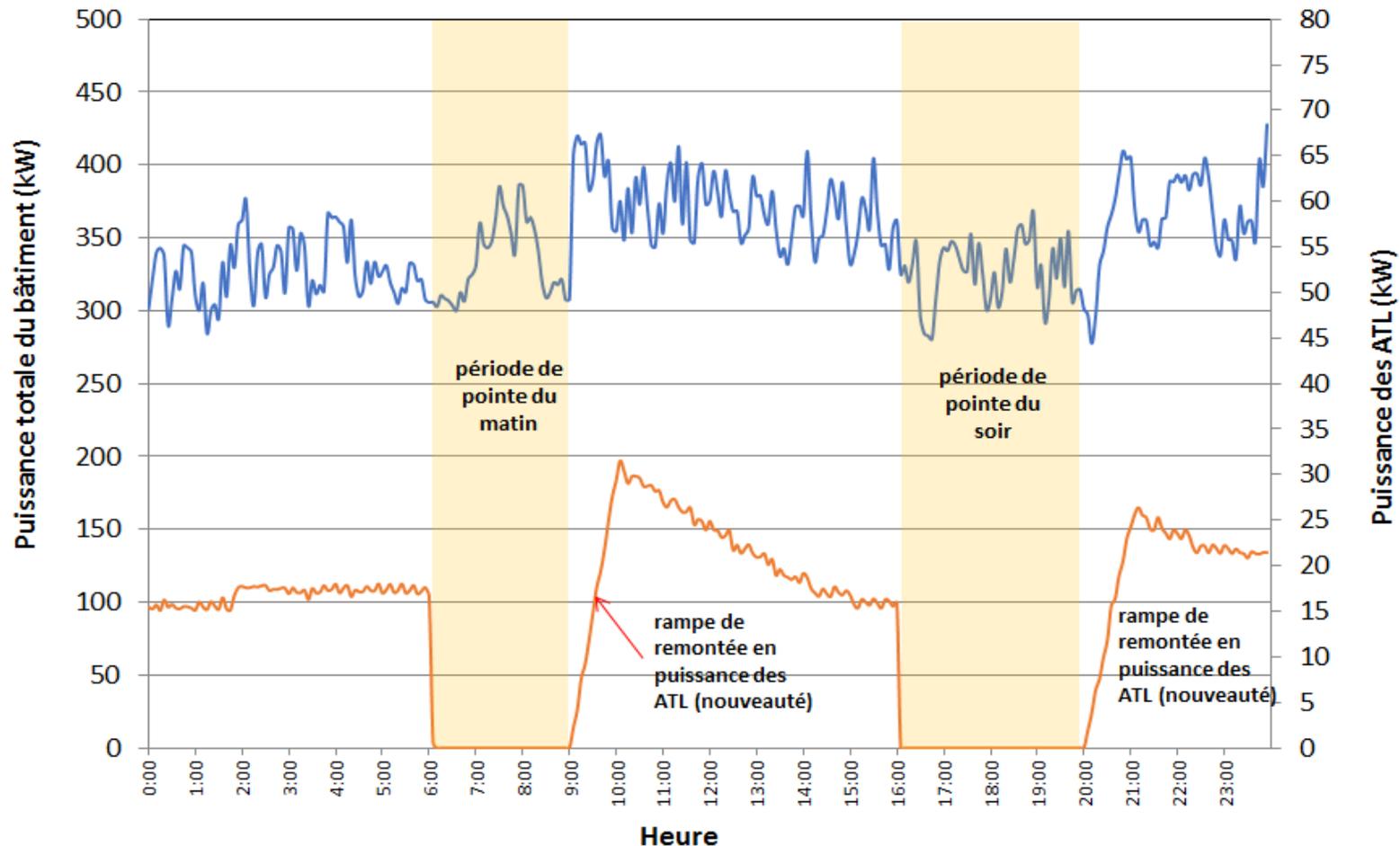


Deux modèles testés : 2102 (2,7 kW) ; 2103 (4,0 kW)

Déperdition thermique est linéaire ; elle est plus élevée quand les appareils sont chargés à haute température

# Participation aux événements de gestion de puissance « GDP » d'HQD

**Profil de puissance du LTE**  
(journée du 14 février 2020;  $T_{\text{ext}}$ : -21 °C)



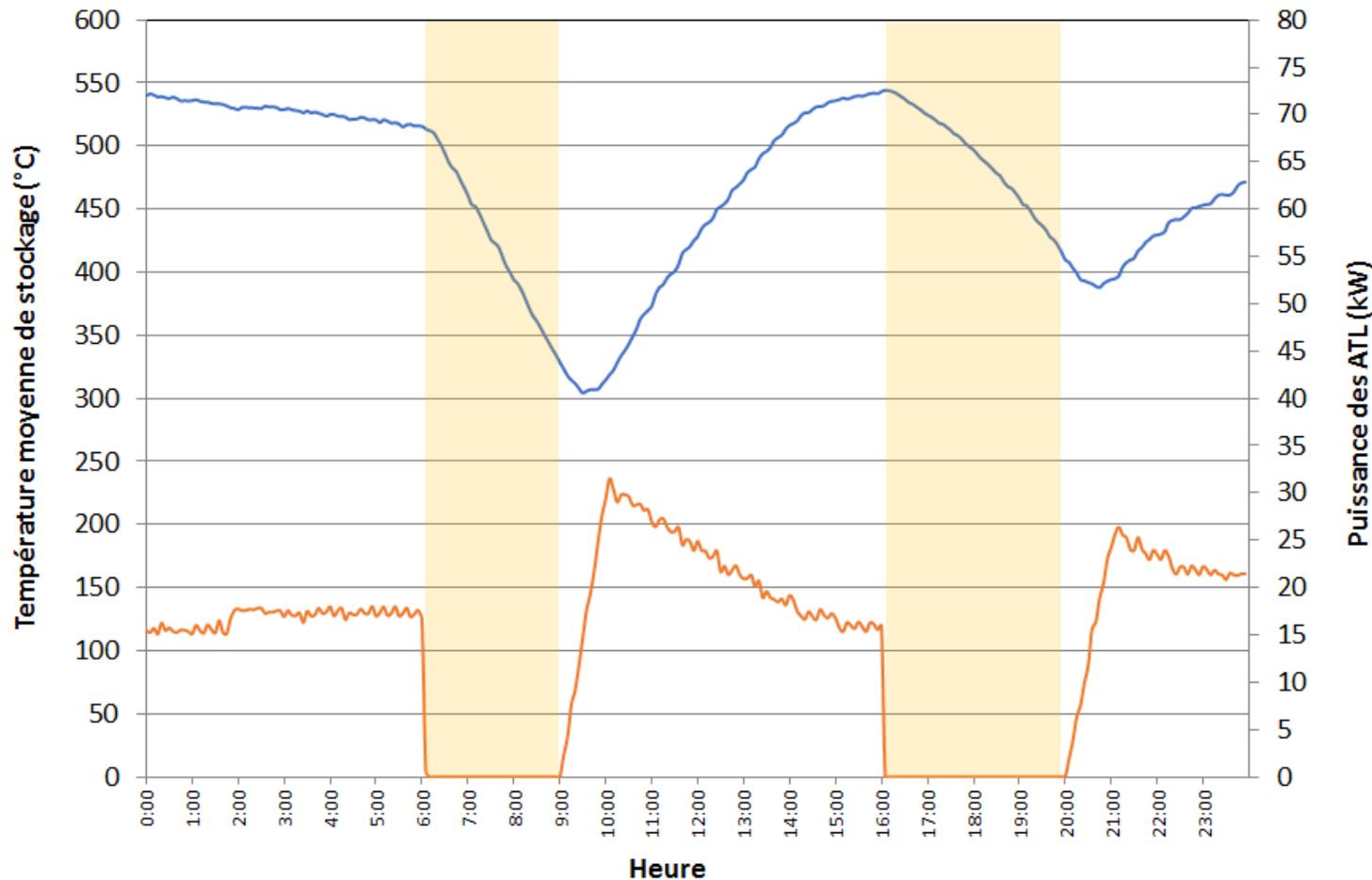
- Événement de 6 à 9 heures
- Événement de 16 à 20 heures
- Déplacement de 15 kW
- Temp. extérieure : ~ -21°C

Dans la séquence, le mode GDP doit être programmé.

Une rampe de remontée en puissance d'une heure est programmée

# Participation aux événements de gestion de puissance « GDP » d'HQD

**Comportement des ATL au LTE**  
(journée du 14 février 2020;  $T_{ext}$ : -21 °C)



Déperdition thermique lors des événements GDP

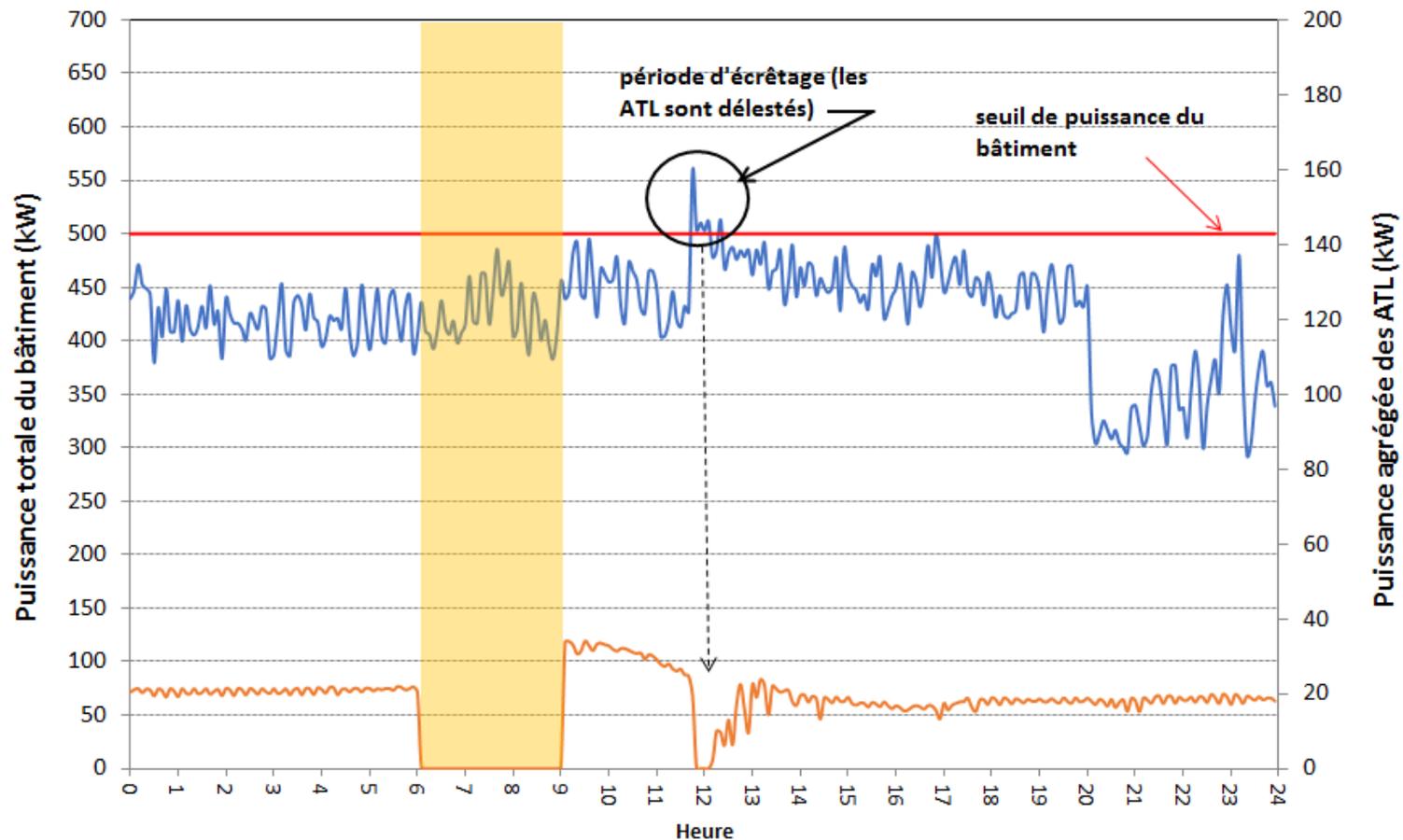
Les appareils étaient chargés en prévision de la GDP

Attention à la remontée en puissance

Le temps de recharge entre la période GDP du matin et celle du soir est suffisant pour participer aux deux événements sans perte de confort pour les occupants du LTE

# Écrêter les appels de puissance du bâtiment

**Projet sur les ATL au LTE**  
(profil de puissance des ATL lors d'une journée de GDP suivi d'un écrêtage)  
(journée du 20 janvier 2020)



Seuil de puissance fixé à 500 kW

Historique des données du bâtiment pour fixer le seuil pour chaque mois

Écrêtage à midi

		Kilowatt moyen	P.C. kilowatt	GDP
		367.7 kW	500.0 kW 🗑️	Non
Local	ATL	Élément (charge)	Ventilateur	État
ESC3	1	Arrêt	Marche	0.4 Amps
118B	2	Marche	Marche	12.4 Amps
	3	Marche	Marche	12.2 Amps

# Écrêter les appels de puissance du bâtiment

## Structure du tarif M

Le tarif M comporte les éléments de facturation suivants :

- Un montant pour l'énergie en kilowattheures (kWh) consommée pendant la période visée. Deux niveaux de prix s'appliquent, selon la quantité d'énergie consommée :
  - un prix pour la première tranche de 210 000 kWh ;
  - un prix moins élevé pour le reste de l'énergie consommée.
- Un montant pour la puissance à facturer en kilowatts (kW).

Le tarif M est un tarif mensuel, c'est-à-dire que le plafond de la première tranche de consommation, le montant facturé pour la puissance et le montant minimal sont établis en fonction d'une période de 30 jours.

---

### Puissance à facturer

4.3

La puissance à facturer au tarif M correspond à la puissance maximale appelée au cours de la période de consommation visée, mais elle n'est jamais inférieure à la puissance à facturer minimale telle qu'elle est définie dans l'article 4.4.

---

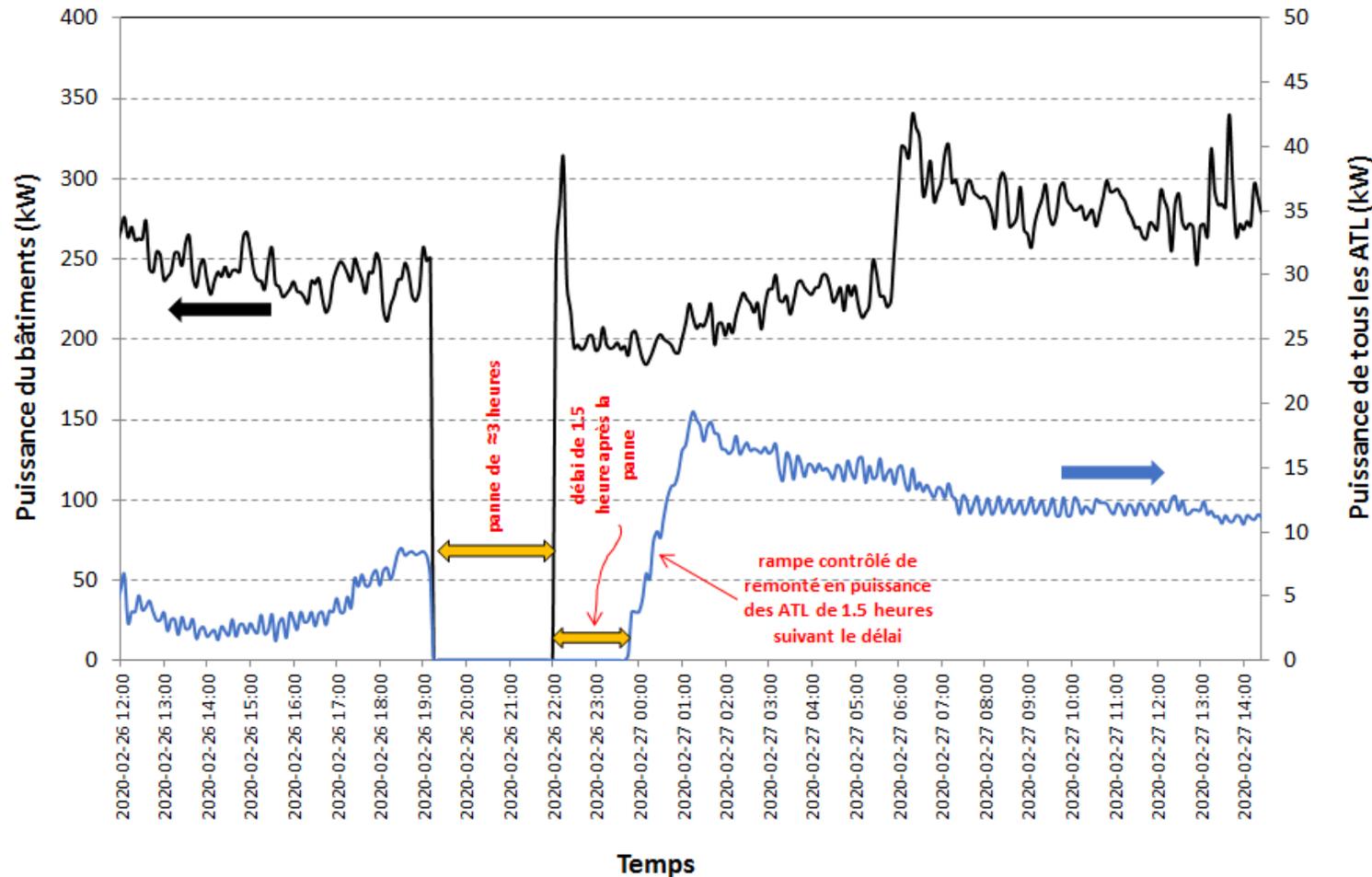
### Puissance à facturer minimale

4.4

La puissance à facturer minimale de chaque période de consommation correspond à 65 % de la puissance maximale appelée au cours d'une période de consommation qui se situe en totalité dans la période d'hiver comprise dans les 12 périodes mensuelles consécutives prenant fin au terme de la période de consommation visée.

# Gestion de l'appel de puissance au retour d'une panne de courant

Contrôle de la reprise en charge des ATL lors d'une panne de courant au LTE



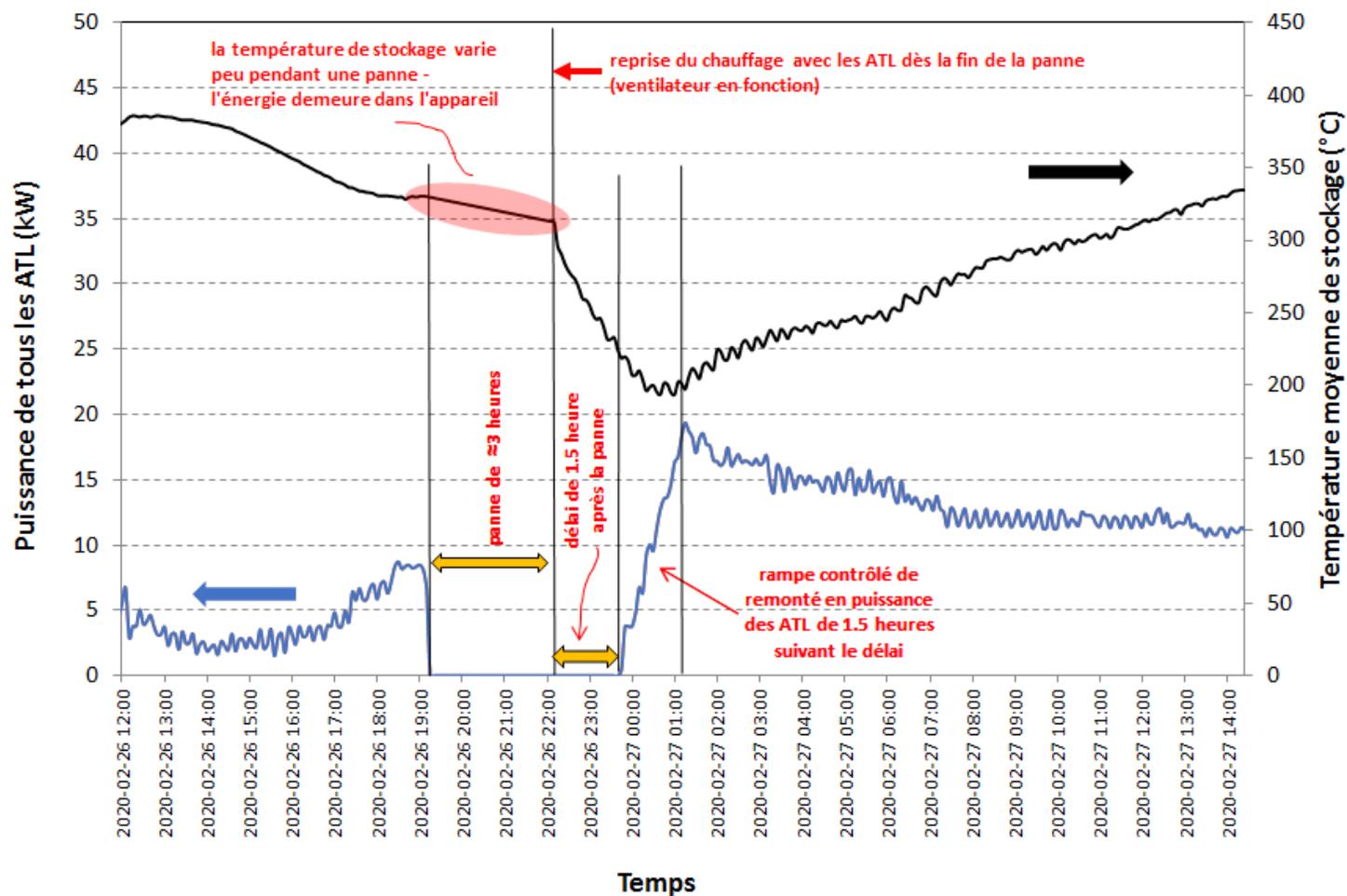
Durée de la panne : 3 heures

Délais après panne : 1,5 heure

**RAPPEL DE L'OBJECTIF**  
 Délester le réseau au retour d'une panne de courant afin de réduire les investissements et optimiser le dimensionnement du réseau

# Gestion de l'appel de puissance au retour d'une panne de courant

## Contrôle de la reprise en charge des ATL lors d'une panne de courant au LTE



Durée de la panne : 3 heures

Délai après panne : 1,5 heure

Puiss. des ATL : Axe de gauche

Temp. de stockage : Axe de droite

**26 février 2020**

La température extérieure oscillait autour du point de congélation

# Confort des occupants : visuel, sonore, thermique

- Quel est le niveau de confort qu'offre les ATL ? : Sondage en 16 questions administré dans la semaine du 20 avril 2020

## Le confort thermique

Q.3 Quel est votre niveau de satisfaction globale à l'égard de la **température ambiante** dans les locaux du LTE où des ATL ont été installés?

- Très satisfait(e)
- Plutôt satisfait(e)
- Neutre
- Plutôt insatisfait(e)
- Très insatisfait(e)

Q.4 Lequel des énoncés suivants reflète le mieux votre perception de la **température ambiante** dans les locaux du LTE où des ATL ont été installés?

- Toujours trop chaude
- Souvent trop chaude
- Occasionnellement trop chaude
- Occasionnellement trop froide
- Souvent trop froide
- Toujours trop froide
- Autre (veuillez préciser)

- Est-ce que les ventilateurs sont bruyants ? : 40 dBd ~ similaire à un ordinateur de table
- Quels sont les dégagements à respecter entre les appareils et les occupants ? : 36 pouces (15 pour les objets)

# Recommandations suite à la preuve de concept (hiver 2019-2020)

## En résumé :

- Les deux modèles testés ont répondu à nos attentes face aux spécifications du manufacturier ;
- Les coûts d'installation ont été en deça de ceux budgétés ;
- La logique de contrôle développée a rencontré les 5 objectifs fixés ;
- L'intégration de la logique de contrôle des ATL dans le gestionnaire d'énergie du bâtiment a bien fonctionné ;
- Aucun enjeu de confort n'a été soulevé aux responsables du projet.

## Prochaine étape :

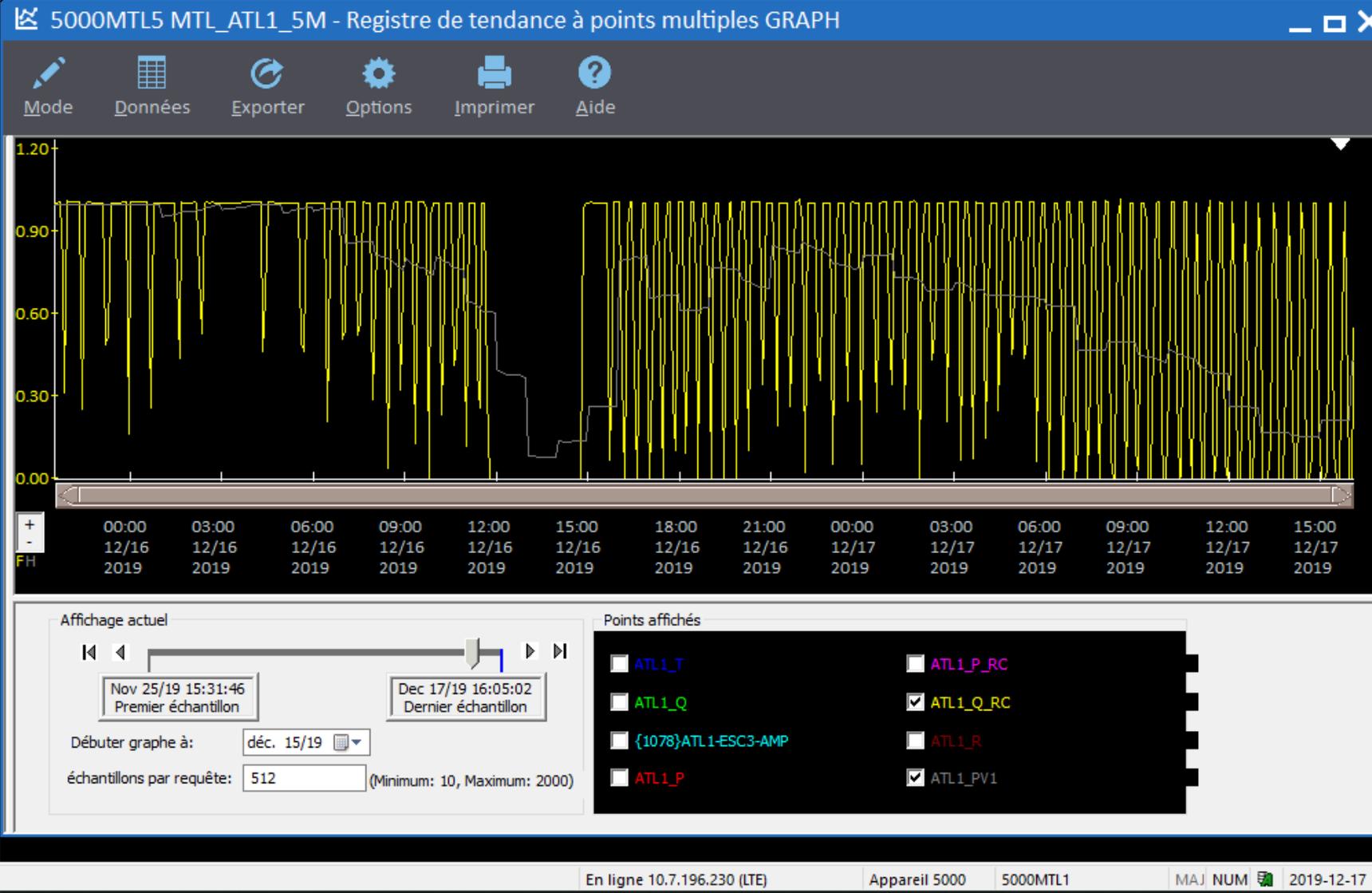
- Tester l'intégration des ATL dans un bâtiment externe à HQD en projet pilote à l'hiver 2020-2021

# Questions

**On échange ?**



# Prévision de la demande en chauffage en fonction de la temp. extérieure



Prévision du point de consigne en chauffage en fonction de la température extérieure

Ligne jaune : L'activation d'un ventilateur (ATL)

Ligne grise : Prédiction du besoin du lendemain