



Stratégies et technologies en gestion de la pointe électrique des bâtiments

Par Marc-Antoine Chenail et Jean-Philippe Hardy

Conférenciers



MARC-ANTOINE CHENAIL, ING.

Directeur-adjoint en développement durable



JEAN-PHILIPPE HARDY, ING.

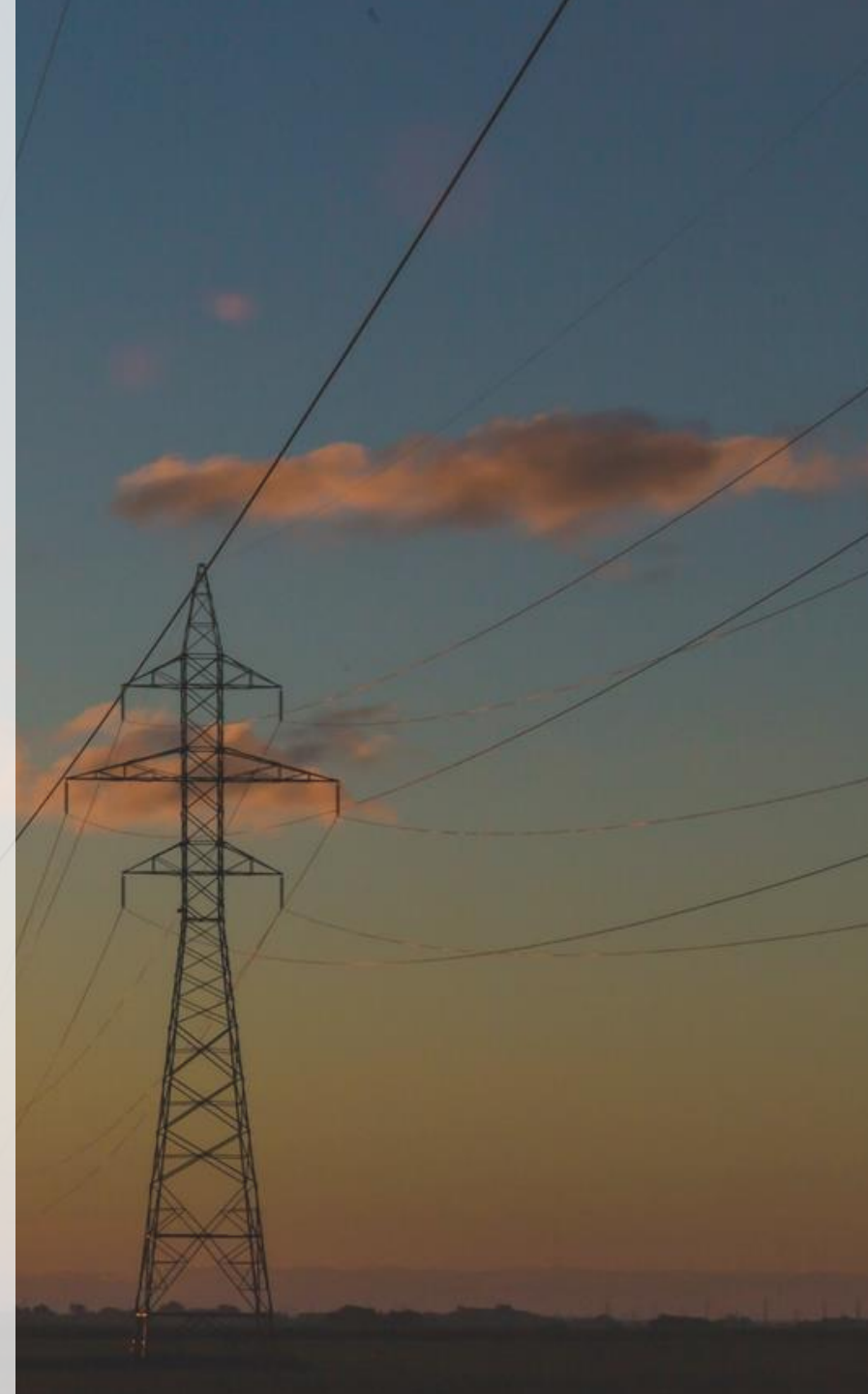
Consultant exécutif



Objectifs d'apprentissage

À la fin de cette présentation, vous serez en mesure de:

1. Différencier les stratégies de gestion de la pointe du réseau de distribution par rapport à celle d'un bâtiment;
2. Comprendre la tarification de la demande électrique par les fournisseurs d'énergie;
3. Comprendre et analyser de façon sommaire un profil de demande électrique d'un bâtiment;
4. Connaître les stratégies d'écrêtement et de déplacement de la demande électrique;
5. Connaître les types de contrôles applicables à la gestion de la demande électrique;
6. Identifier les stratégies qui fonctionnent dans des cas réels;
7. Connaître les technologies émergentes sur le marché;





bouthillette
parizeau

Stratégies et technologies en gestion de
la pointe électrique des bâtiments

Gestion de la demande du réseau et celle d'un bâtiment



Différences entre la gestion de la demande électrique du réseau et celle du bâtiment

Gestion de la demande électrique dans un réseau est différente de la gestion de la demande électrique du bâtiment

Pour le réseau : disponibilité de la puissance, gestion du réseau de production/distribution

Pour le bâtiment: optimisation du coût de l'énergie

Option Gestion de la demande de puissance (GDP), tarifs Flex et Hilo.

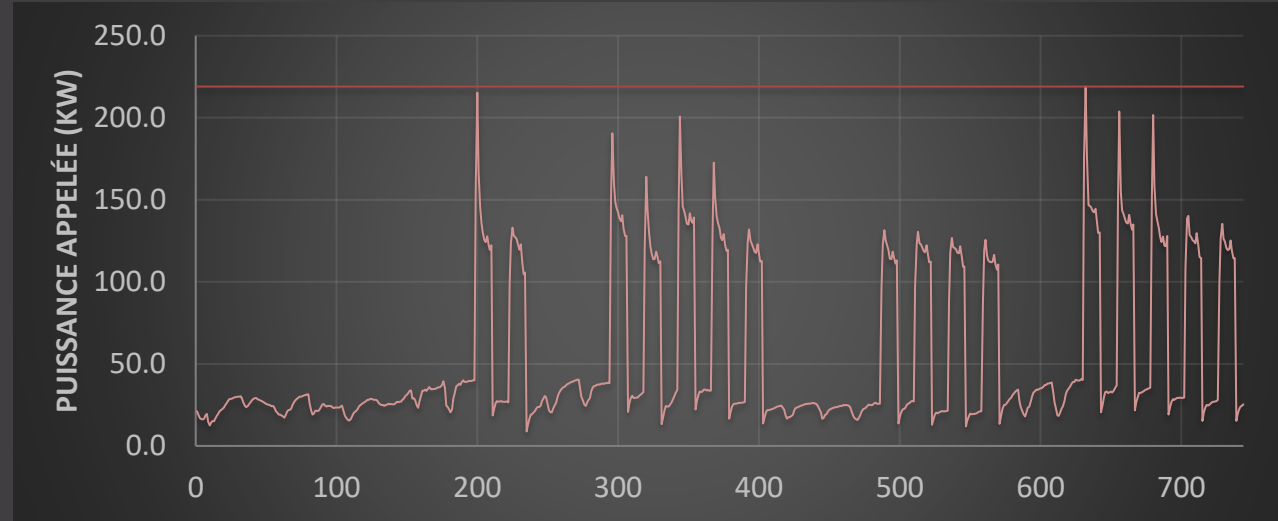




bouthillette
parizeau

Stratégies et technologies en gestion de
la pointe électrique des bâtiments

Optimisation de la demande électrique du bâtiment



Mois	Consommation (kWh)	Puissance (kW)	Puissance minimale à facturer (kW)	Consommation (\$)	Puissance (\$)	TOTAL (\$)	Facteur d'utilisation	Coûts puissance minimale (\$)
Janvier	39 565	219	219	2 016 \$	3 234 \$	5 249 \$	24%	- \$



bouthillette
parizeau

Stratégies et technologies en gestion de
la pointe électrique des bâtiments

Optimisation de la demande électrique du bâtiment

Mois	Consommation (kWh)	Puissance (kW)	Puissance minimale à facturer (kW)	Consommation (\$)	Puissance (\$)	TOTAL (\$)	Facteur d'utilisation	Coûts puissance minimale (\$)
Janvier	39 565	219	219	2 016 \$	3 234 \$	5 249 \$	24%	- \$
Février	36 467	172	172	1 858 \$	2 542 \$	4 400 \$	32%	- \$
Mars	30 854	134	134	1 572 \$	1 986 \$	3 558 \$	31%	- \$
Avril	32 949	120	142	1 679 \$	2 102 \$	3 781 \$	32%	324 \$
Mai	30 681	131	142	1 563 \$	2 102 \$	3 665 \$	29%	168 \$
Juin	29 000	157	157	1 478 \$	2 312 \$	3 790 \$	26%	- \$
Juillet	10 250	22	142	522 \$	2 102 \$	2 624 \$	10%	1 774 \$
Août	10 185	22	142	519 \$	2 102 \$	2 621 \$	10%	1 784 \$
Septembre	29 522	160	160	1 504 \$	2 365 \$	3 869 \$	26%	- \$
Octobre	29 606	121	142	1 508 \$	2 102 \$	3 610 \$	28%	313 \$
Novembre	28 891	122	142	1 472 \$	2 102 \$	3 574 \$	28%	300 \$
Décembre	35 617	193	193	1 815 \$	2 853 \$	4 668 \$	25%	- \$
TOTAL	343 587	1 573	1 889	17 506 \$	27 903 \$	45 409 \$		4 663 \$



bouthillette
parizeau

Stratégies et technologies en gestion de
la pointe électrique des bâtiments

Stratégies de gestion de la demande électrique

Augmentation de la consommation d'énergie du bâtiment (pertes thermiques des équipements de stockage ou énergie de substitution moins efficace)

Réduction de la demande électrique d'un bâtiment (favoriser les thermopompes au chauffage par résistance électrique, par exemple)

Grande volatilité des économies réalisables en fonction de l'opération du bâtiment



Tarification de puissance d'Hydro-Québec

TARIF G

Application: 90% des clients d'affaires

Prix de la puissance (\$/kW)

0 à 50 kW	50 à 65 kW
0	17,869

TARIF M

Application: entreprises des secteurs industriel, commercial et institutionnel (immeubles de bureaux, hôpitaux, etc.)

Prix de la puissance (\$/kW)

14,77

TARIF LG

Application: Client dont la puissance à facturer minimale est de 5 000-kW ou plus, sans être lié à une activité industrielle.

Prix de la puissance (\$/kW)

13,432



Tarification dynamique d'Hydro-Québec

Événement de pointe critique

Peuvent avoir lieu en tout temps pendant les heures de pointe

Nombre maximal d'événements par jour: 2

Délai minimal entre deux événements: 7 heures

Durée d'un événement: 3 ou 4 heures

Durée maximale cumulative des événements par période hivernale: 100 heures



Tarification dynamique d'Hydro-Québec

Tarif Flex G

Application: Déploiement progressif de ce tarif dynamique en hiver, prix moins élevé, sauf pendant les événements de pointe. 2000 clients d'affaires seront invités à souscrire au tarif pour l'hiver 2021-2022

Tarif Flex M

Application: Déploiement progressif de ce tarif dynamique en hiver. Le client doit poser sa candidature avant le 20 novembre 2021. Hydro-Québec sélectionnera un certain nombre de clients pour l'hiver 2021-2022

Prix de l'énergie en hiver (¢/kWh)		Prix de l'énergie en été (¢/kWh)
En dehors des événements de pointe	Pendant les événements de pointe	
8,367	50,65	1 ^{ère} tranche: 10,029 2 ^e tranche: 7,719

Prix de l'énergie en hiver (¢/kWh)		Prix de l'énergie en été (¢/kWh)
En dehors des événements de pointe	Pendant les événements de pointe	
3,211	50,65	1 ^{ère} tranche: 5,095 2 ^e tranche: 3,778



Gestion de la demande de puissance (GDP)

Pour clientèle à la tarification de moyenne puissance

Le client doit s'engager à réduire d'au moins 200 kW ou 10% de la puissance appelée période hivernale, sa demande durant les événements de pointe critique.

Hydro-Québec verse un crédit de 70,91\$ par kW de puissance moyenne de réduction pendant les événements, en comparaison avec une période de référence ajustée pour les conditions climatiques de l'événement.

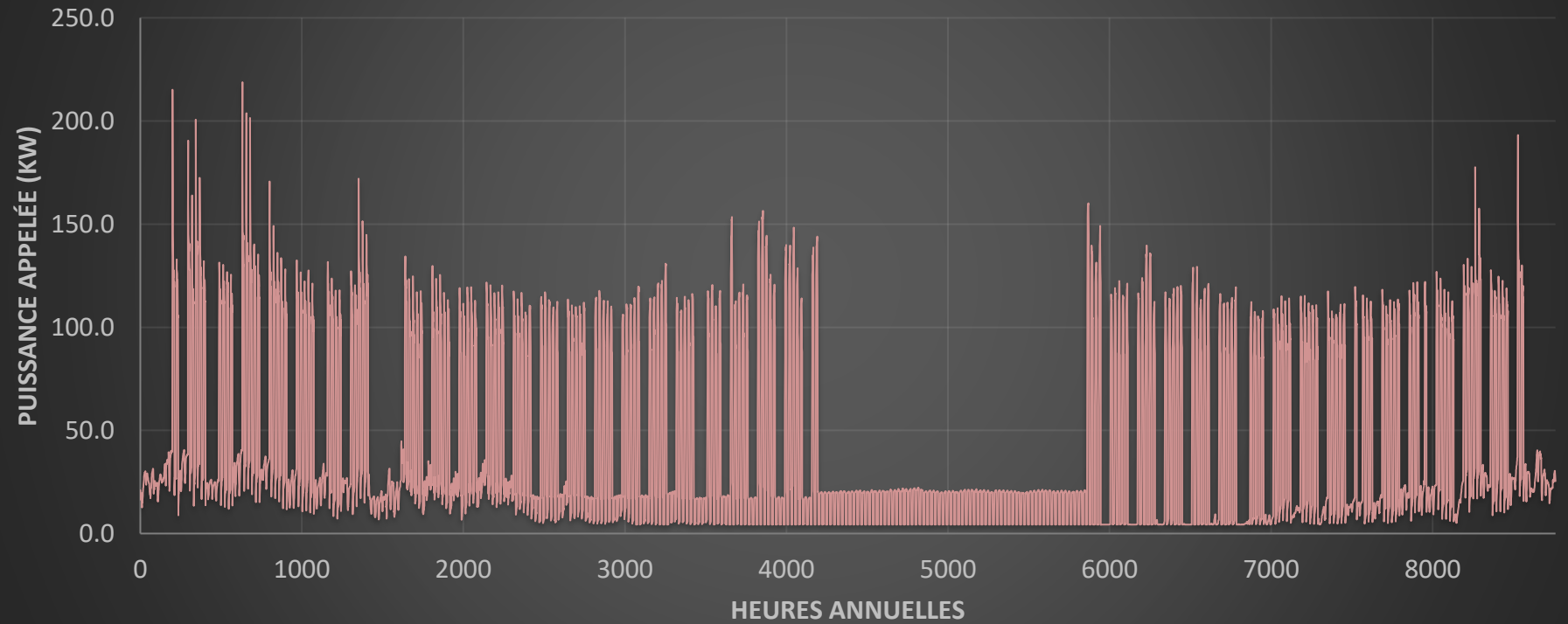


bouthillette
parizeau

Stratégies et technologies en gestion de
la pointe électrique des bâtiments

École – Tout électrique

Profil annuel de puissance



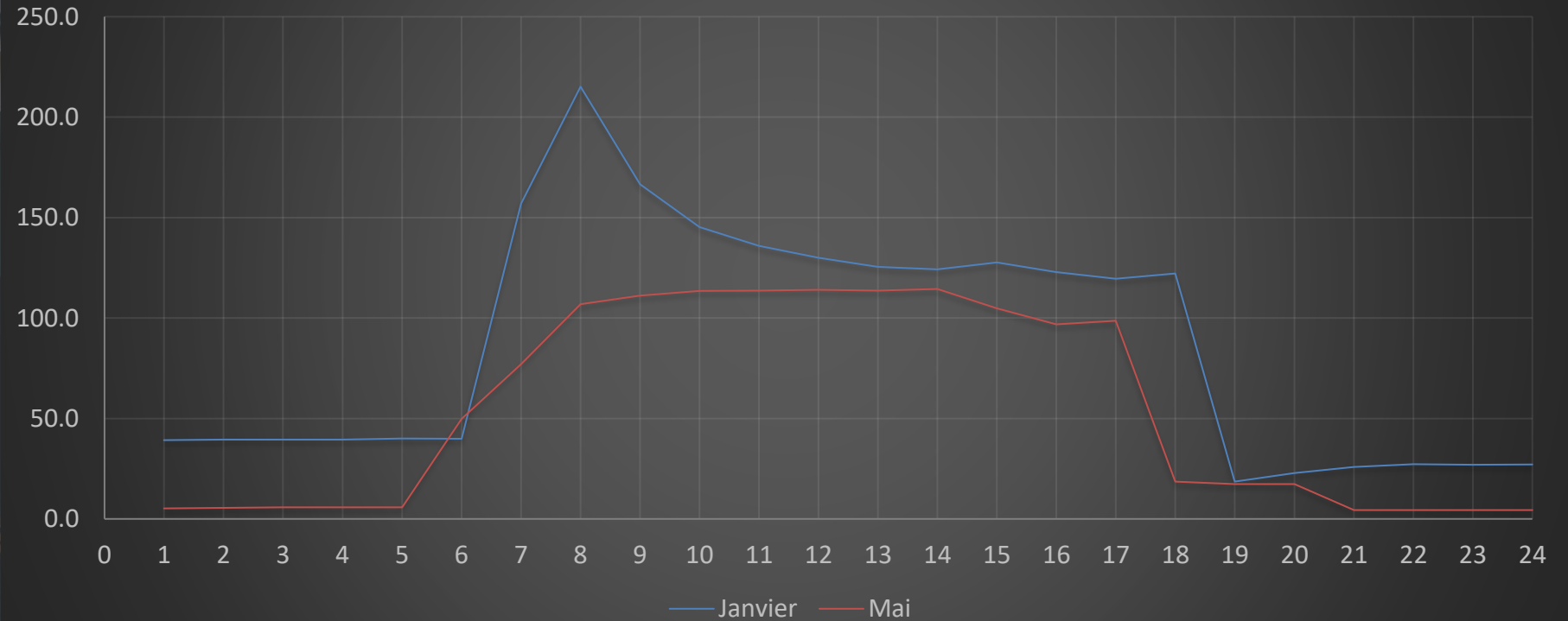


bouthillette
parizeau

Stratégies et technologies en gestion de
la pointe électrique des bâtiments

École – Tout électrique

Profil typique quotidien de puissance



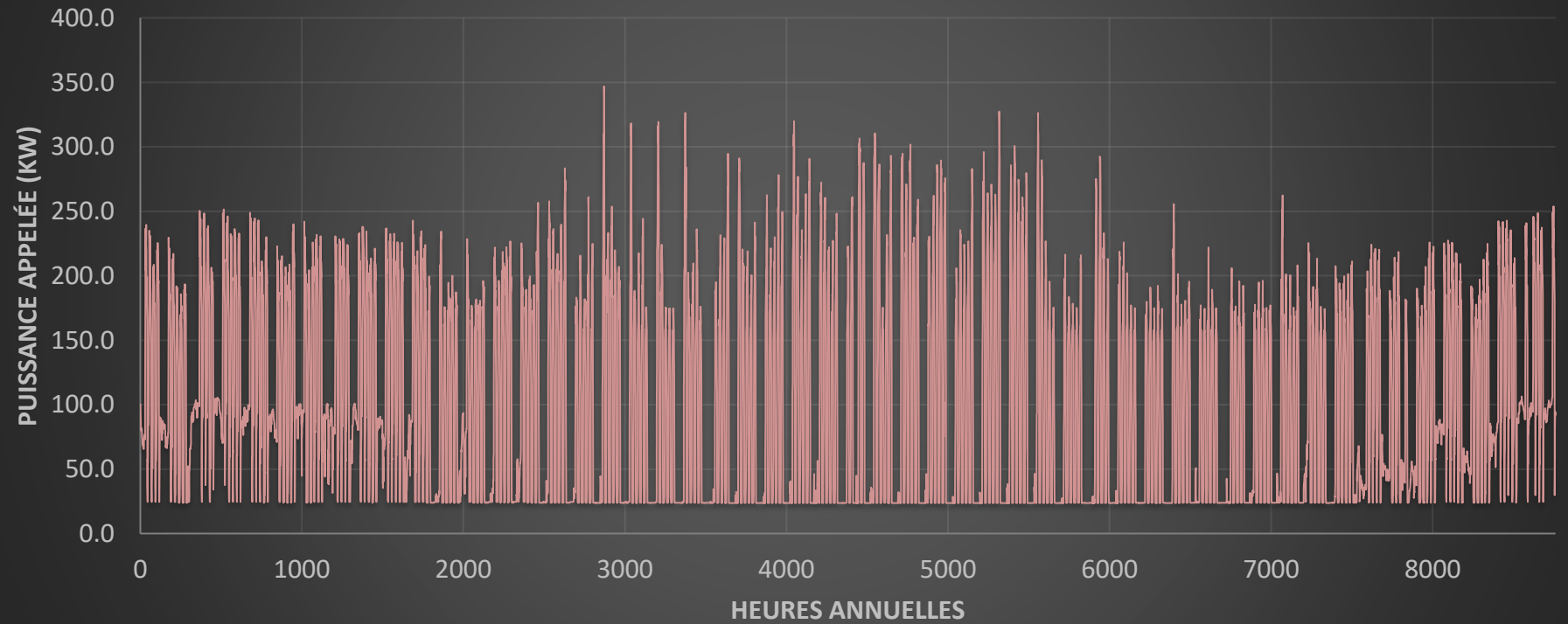


bouthillette
parizeau

Stratégies et technologies en gestion de
la pointe électrique des bâtiments

Palais de justice – Mixte

Profil annuel de puissance



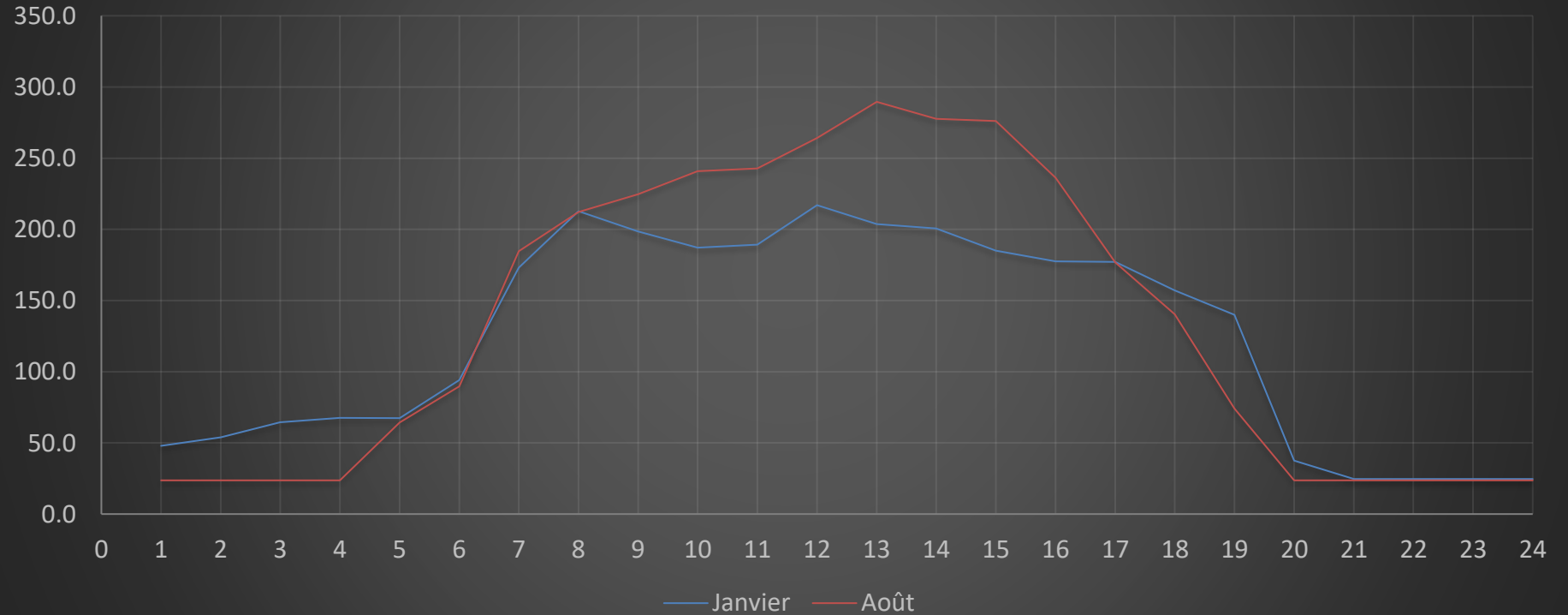


bouthillette
parizeau

Stratégies et technologies en gestion de
la pointe électrique des bâtiments

Palais de justice – Mixte

Profil typique quotidien de puissance



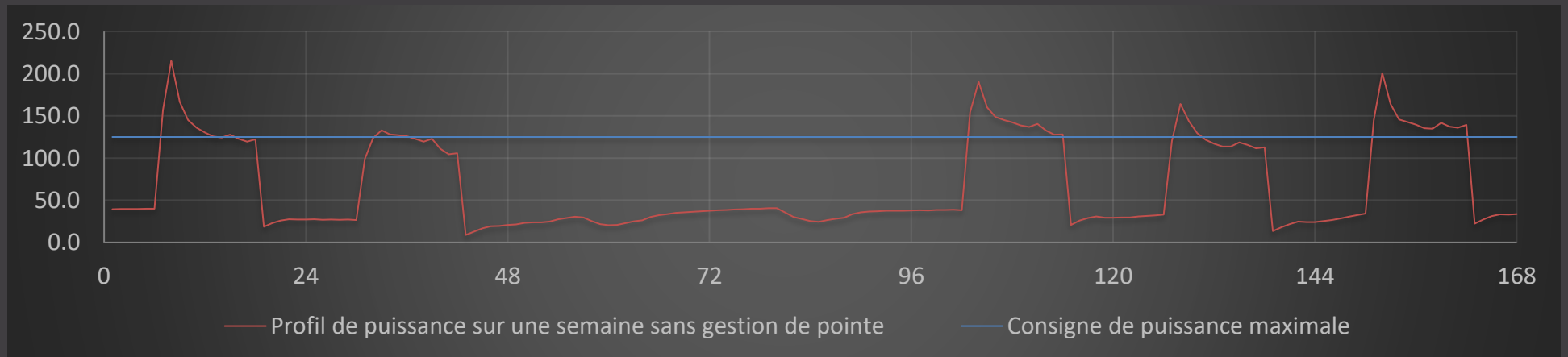
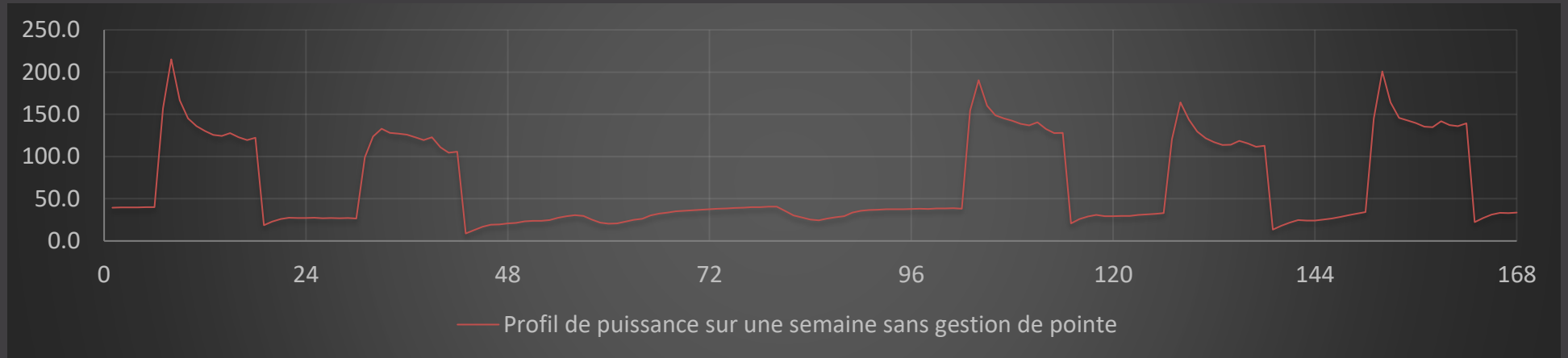


bouthillette
parizeau

Stratégies et technologies en gestion de
la pointe électrique des bâtiments

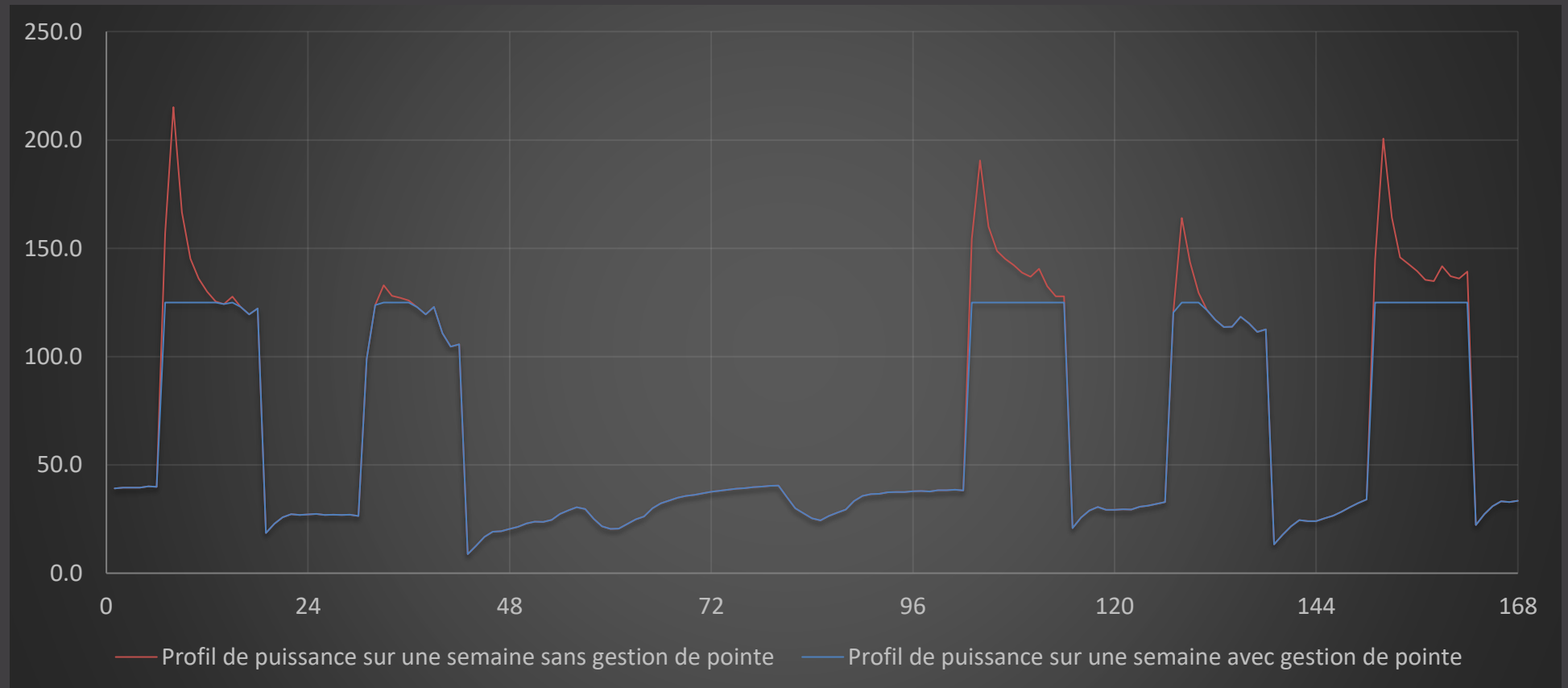
Concepts guidant les stratégies

Profil de demande électrique



Concepts guidant les stratégies

Écrêtement de la pointe



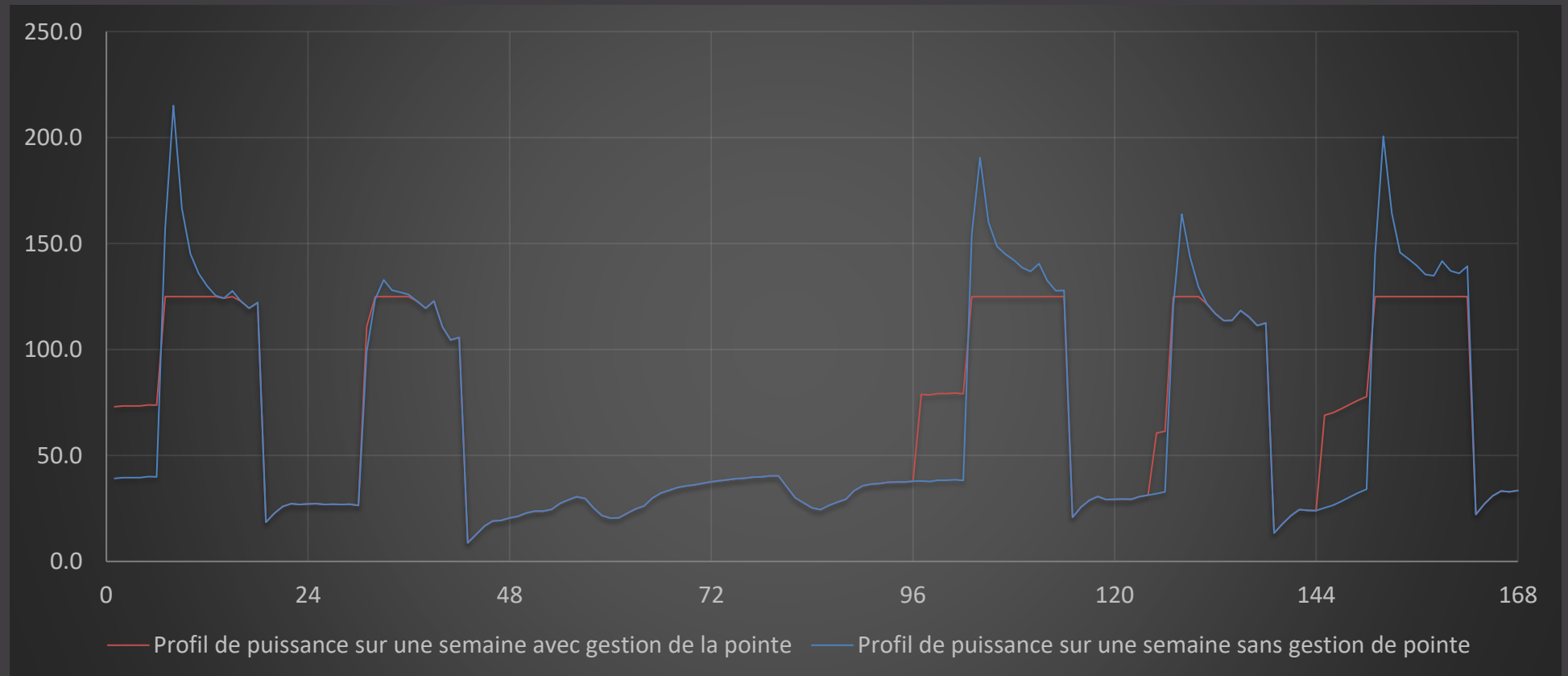


bouthillette
parizeau

Stratégies et technologies en gestion de
la pointe électrique des bâtiments

Concepts guidant les stratégies

Déplacement de la pointe





À éviter

Stratégies qui ont un impact significatif sur le confort

Stratégie de délestage complet de chauffage
périmétrique; privilégier plutôt la modulation

Appliquer des mesures de réduction de pointe sans
rétroaction des conditions ambiantes des locaux



bouthillette
parizeau

Stratégies et technologies en gestion de
la pointe électrique des bâtiments

Stratégies de contrôle

Équipements à délester ciblés

Fonctionnement permis des équipements pouvant être délesté seulement lorsque la limite de puissance imposée le permet. Certains locaux ne peuvent pas être délestés.

Le délestage de l'équipement est outrepassé lorsqu'une basse limite de T° dans la pièce survient.

Locaux	Vocation	Équipements	T°	T° Consigne	T° consigne limite	Commande M/A	Délestage
111	Hall	Aérotherme	20.7°C	20°C	18°C	OFF	Actif
112	Bureau	Plinthe	21.5°C	22°C	NA	ON	NA
113	Salle de conférence	Plinthe	21°C	21°C	20°C	OFF	Actif
114	Cafétéria	Plinthe	20.4°C	21°C	20°C	OFF	Actif
115	Gymnase	Plinthe	19.8°C	20°C	18°C	OFF	Actif
116	Salle technique	Aérotherme	18.9°C	19°C	16°C	OFF	Actif
116	Salle de classe	Plinthe	21.6°C	22°C	NA	ON	NA

Stratégies de contrôle

Équipements à délester sur une courte durée

Le délestage est permis sur tous les équipements mais pendant une très courte durée selon un cycle premier entré-dernier sorti « **FIRST IN LAST OUT** ». L'équipement n'est pas délesté si l'écart de température est trop grand avec la consigne demandée. Ces écarts sont ajustables.

Locaux	Vocation	T°	T° Consigne	ΔT° (C-T)	ΔT° MAX	Commande M/A	Délestage
111	Hall	17.3°C	20°C	2.7°C	3°C	OFF	Actif
112	Bureau	21.1°C	22°C	0.9°C	0.5°C	OFF	Actif
113	Salle conférence	18.9°C	21°C	2.1°C	2°C	ON	Inactif
114	Cafétéria	19.9	21°C	1.1°C	2°C	OFF	Actif
115	Gymnase	18.1	20°C	1.9°C	2°C	OFF	Actif
116	Salle technique	16°C	18°C	2°C	3°C	ON	Inactif
116	Classe		21°C	1.7°C	1°C	ON	Inactif
117	Classe	20.8	23°C	2.2°C	1°C	ON	Inactif
118	Classe	19.5	21°C	1.5°C	1°C	ON	Inactif
119	Bureau	20.4	22°C	1.6°C	1°C	ON	Inactif
120	Bureau	21.1	21°C	-0.1°C	1°C	OFF	Inactif
121	Bureau	20.5	21°C	0.5°C	1°C	ON	Inactif



bouthillette
parizeau

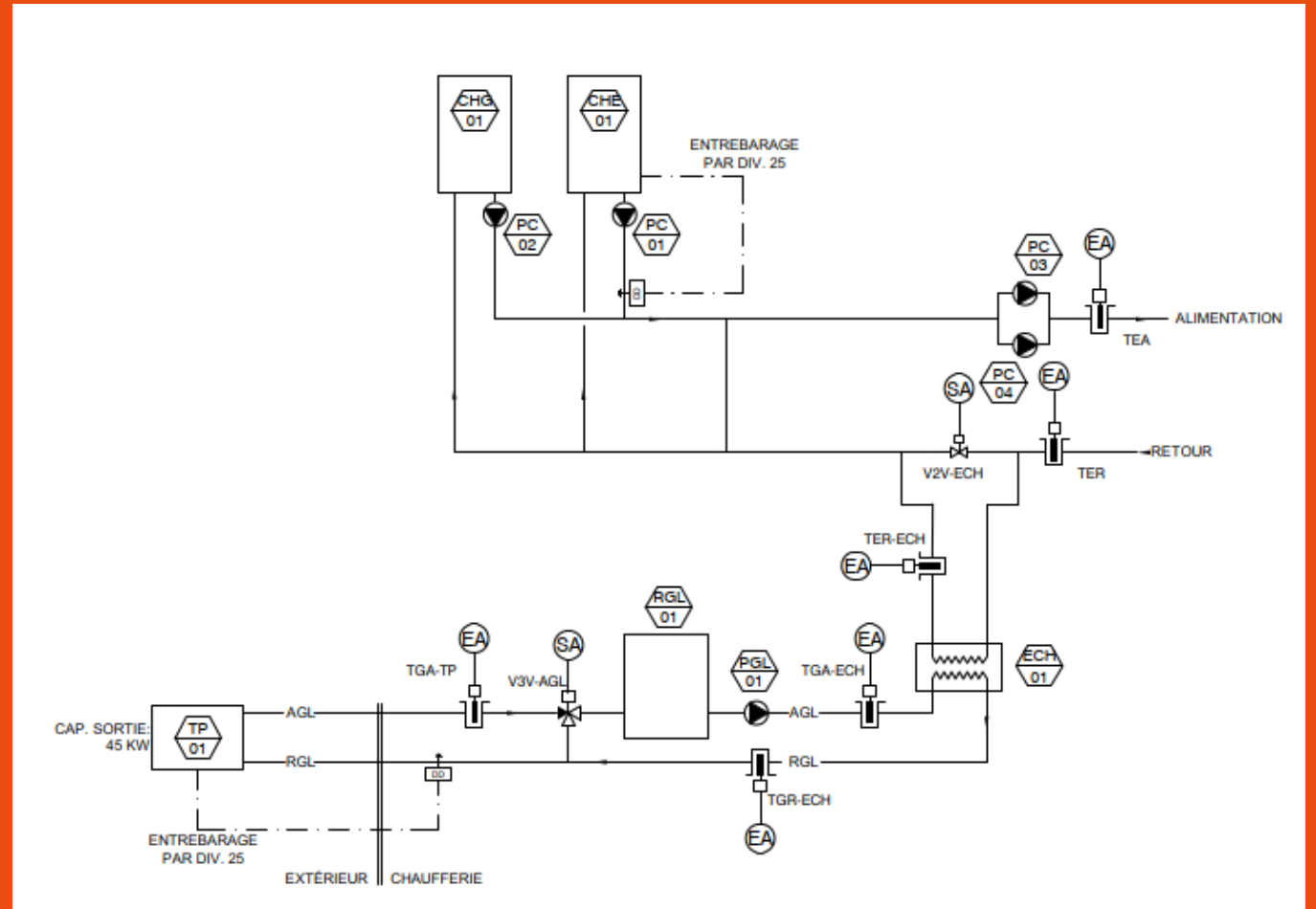
Stratégies et technologies en gestion de
la pointe électrique des bâtiments

Stratégies de substitution de source

- Deux équipements avec des sources d'énergie différentes

Séquence :
Fonctionnement de la chaudière
électrique toujours en priorité.
On limite sa capacité au besoin
pour ne pas dépasser une
puissance limite imposée.

La chaudière de relève (au
combustible fossile) fonctionne
pour compenser au besoin.



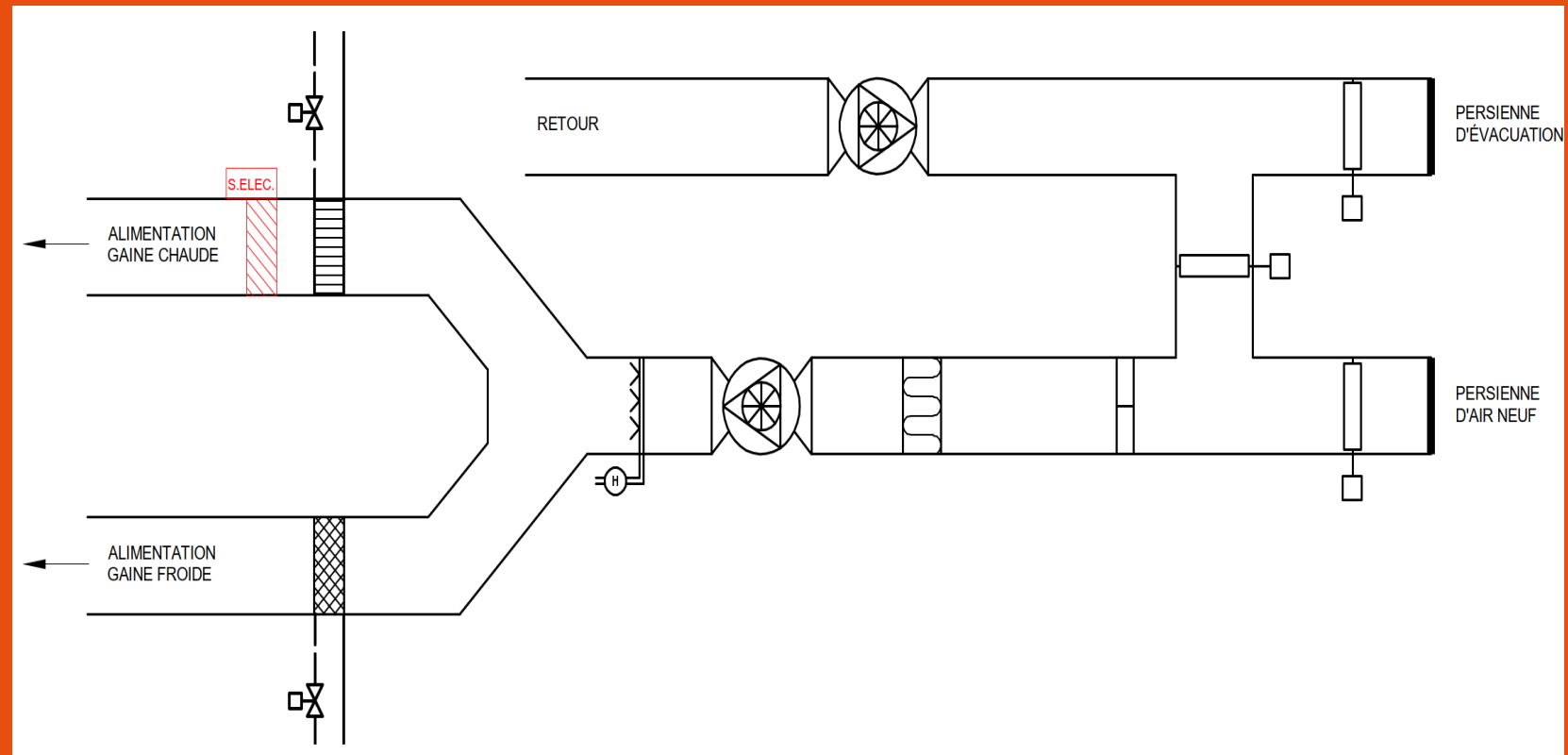


bouthillette
parizeau

Stratégies et technologies en gestion de
la pointe électrique des bâtiments

Stratégies de substitution de source

- Ajout d'équipement électrique dans une installation fonctionnant ultimement aux combustibles fossiles.





bouthillette
parizeau

Stratégies et technologies en gestion de
la pointe électrique des bâtiments

Stratégies de substitution de source

Utilisation d'un groupe électrogène en événement de pointe critique

Charge et type de charge sur
le groupe électrogène

Criticité/fragilité
des charges

Type d'interrupteur de
transfert

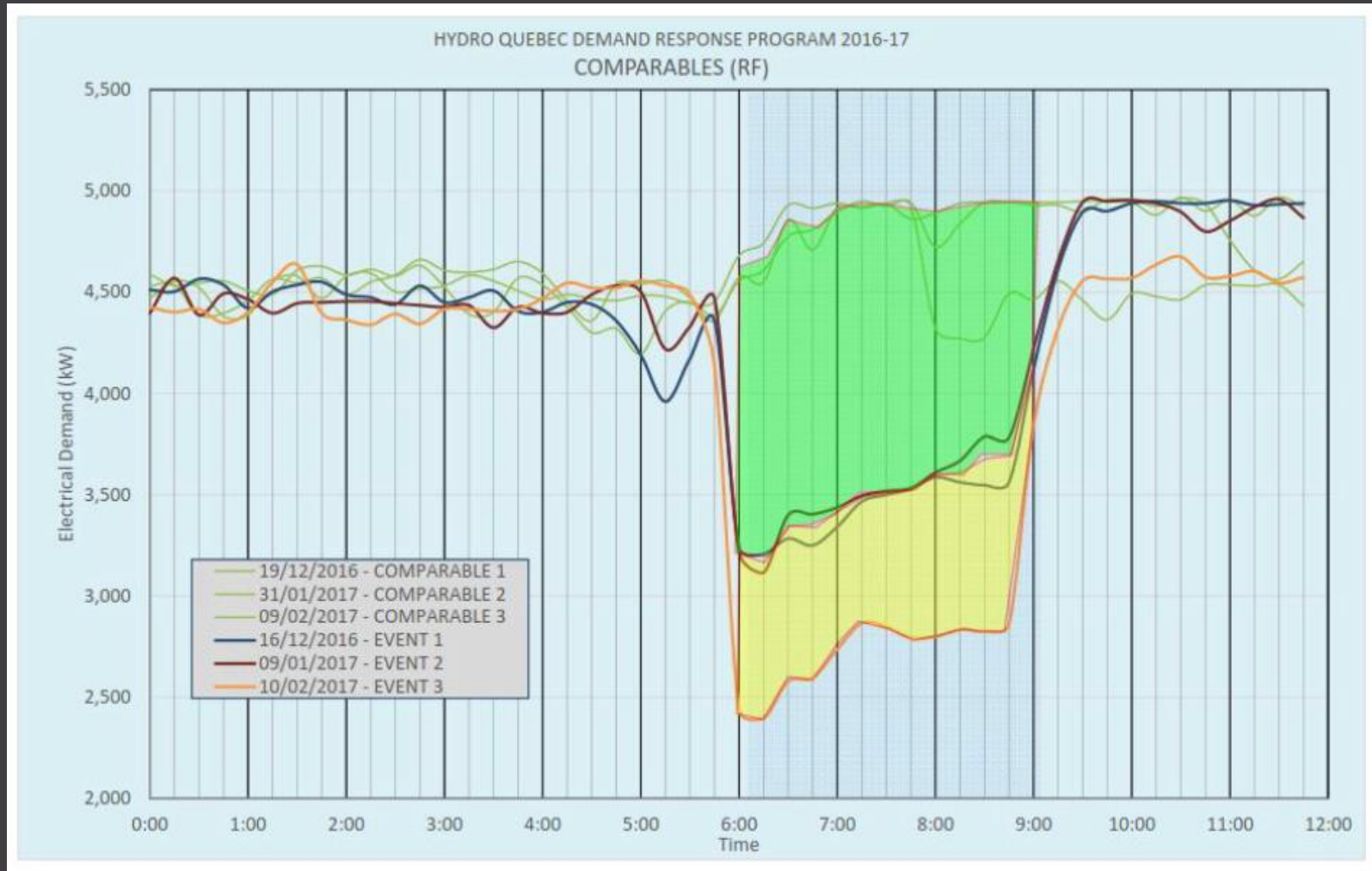
Contrôles à partir du Système
de Gestion du Bâtiment

Inconvénients



bouthillette
parizeau

Stratégies et technologies en gestion de
la pointe électrique des bâtiments



Stratégies de substitution de source

Utilisation d'un groupe électrogène en événement de pointe critique

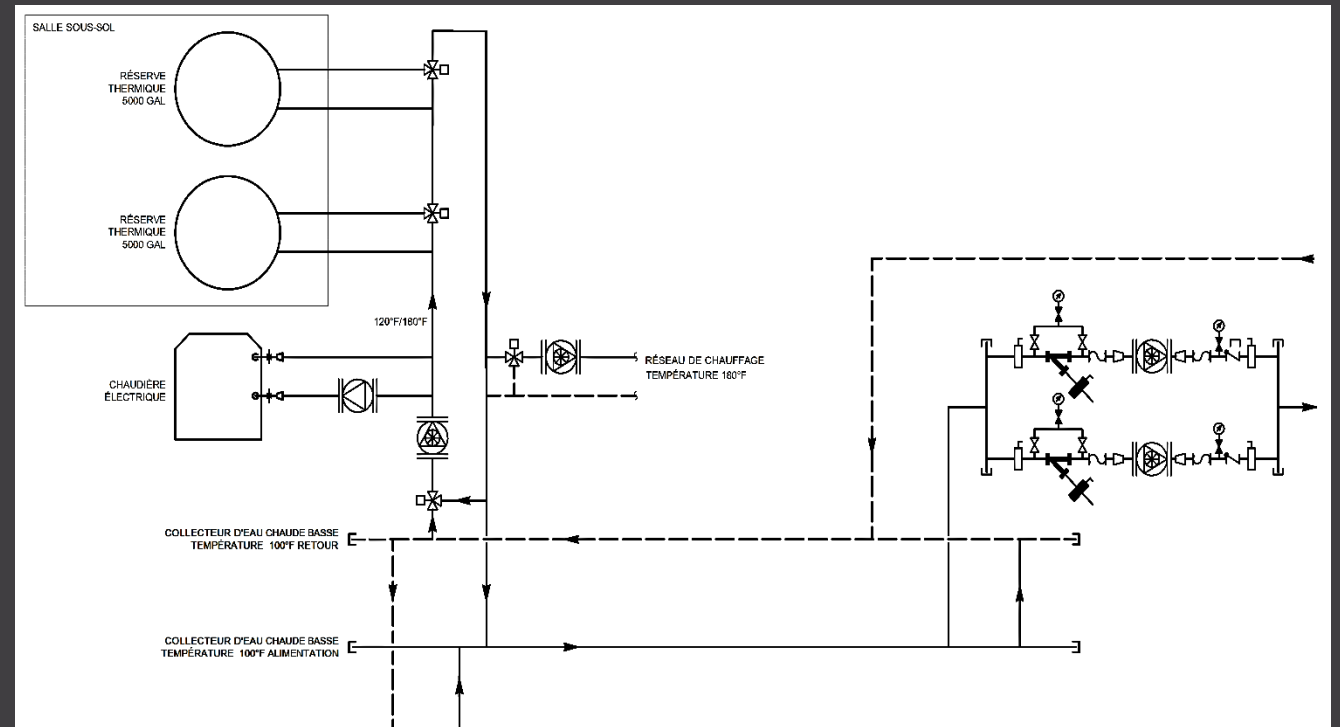
Stratégies de déplacement

Stockage en période inoccupée

Séquence :

Fonctionnement de la chaudière électrique autorisée seulement en période hors pointe (période inoccupée) pour chauffer les réserves thermiques à haute température.

Arrêt de la chaudière en période de pointe (jour) pour décharger lentement l'énergie vers un réseau de chauffage qui opère à plus basse température.

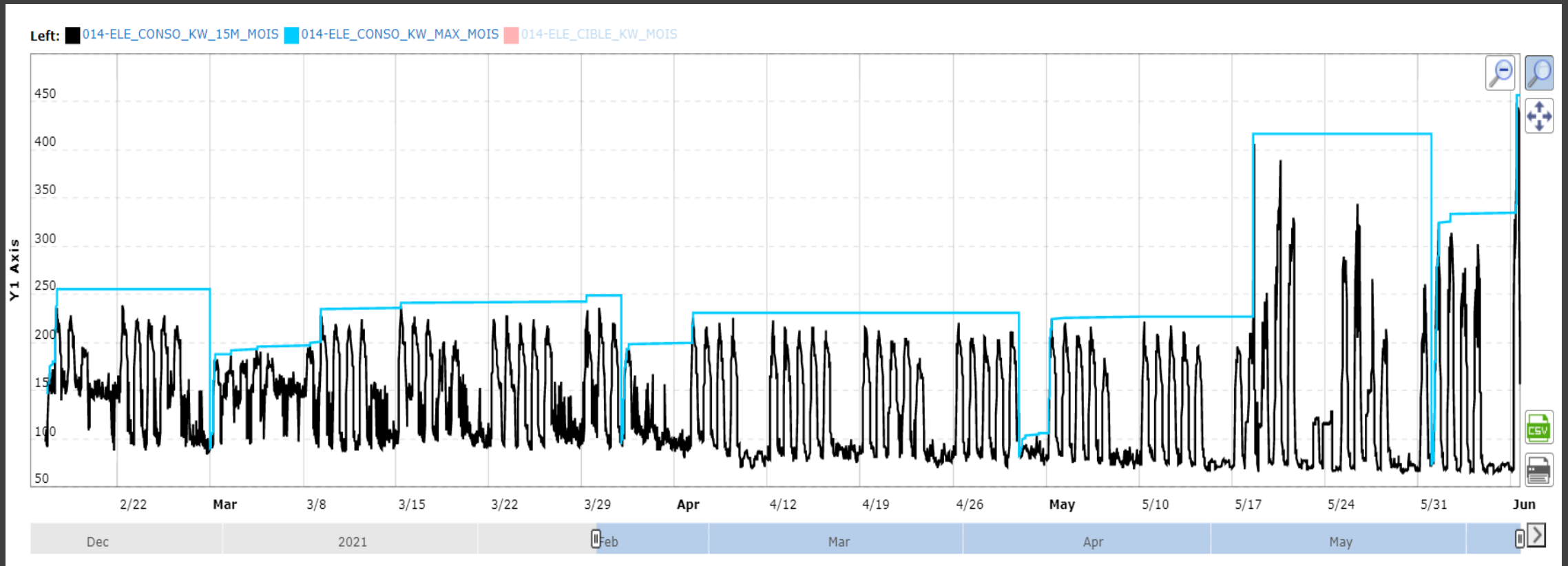


Études de cas



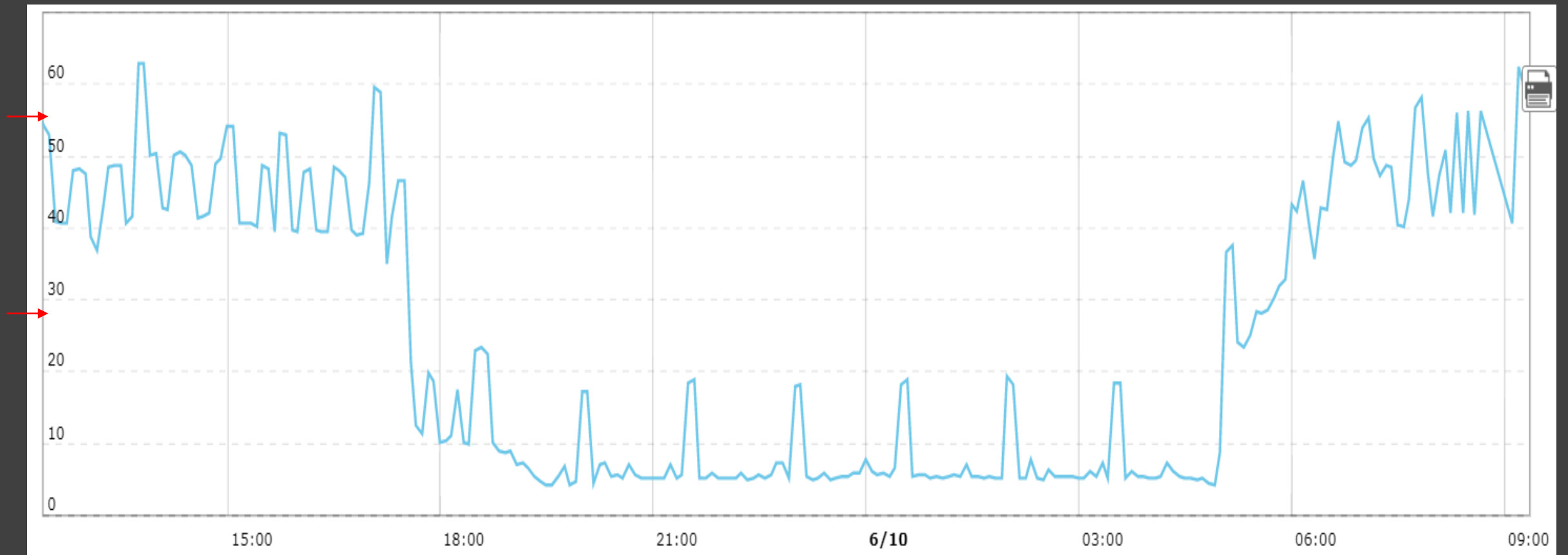
Cas vécus

- Équipement contrôlé pour ne pas dépasser une limite



Cas vécus

- Ajout de stockage qui génère une pointe de nuit



1

TECHNOLOGIQUE

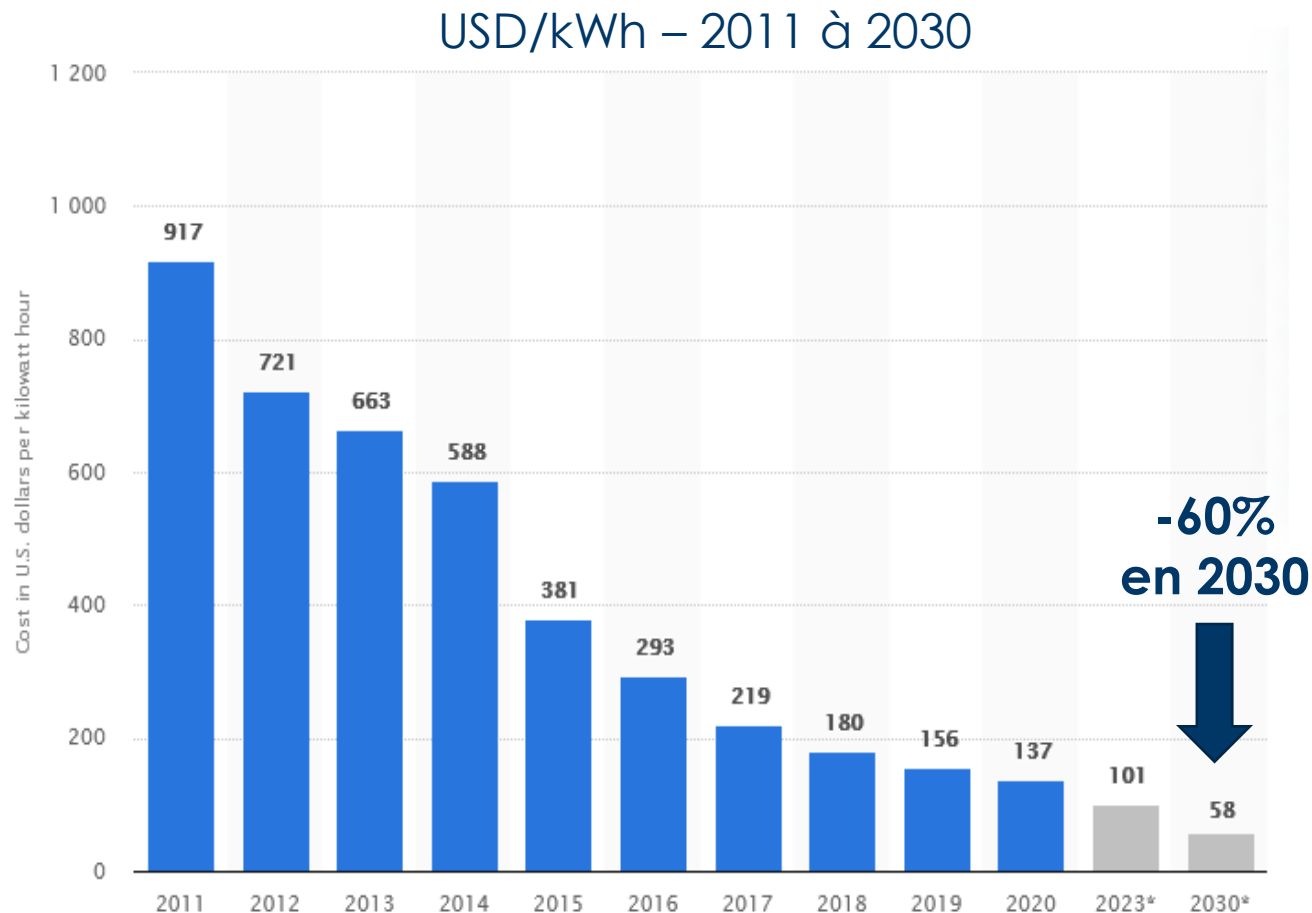
- Sophistication de technologies existantes
- Nouvelles technologies
- Peuvent permettre de réduire la pointe réseau ou la puissance facturée

2

INTÉGRATION AVEC LES ENTREPRISES D'ÉLECTRICITÉ

- Offres de plus en plus diversifiées, nouveaux modèles d'affaire
- Sophistication des mécanismes d'interaction avec les bâtiments
- Vise à réduire la pointe réseau ou la puissance facturée

Le prix des batteries chute rapidement



Source: Statista, BloombergNEF

Rentabilité

Selon une analyse préliminaire récente, la PRI simple est divisée par 2 tous les 5 ans d'ici 2031:

- 2021: ~ 20 ans
- 2026: ~ 10 ans
- 2031: ~ 5 ans

Stockage par batterie

L'offre de batteries pour bâtiments évolue très rapidement, notamment pour le marché résidentiel en Europe et aux É-U

Plusieurs grands noms sont de la partie



Tesla



LG



Panasonic



Nissan

+ Intégration des batteries de véhicules électriques pour alimenter les bâtiments (V2B) et/ou fournir de l'électricité au réseau (V2G)

Intérêt qui croît rapidement dans le contexte de l'électrification

Très court
terme
(minutes)

- ▶ **RÉSERVOIRS DE STOCKAGE (EAU CHAUDE, VAPEUR, EAU GLACÉE)**
 - Nécessite de grands volumes
 - Très simple

Court
terme
(heures)

- ▶ **ACCUMULATEURS THERMIQUES ÉLECTRIQUES** centraux (aéraulique ou hydronique) et locaux (unités murales)
- ▶ **MATÉRIAUX À CHANGEMENT DE PHASE:** banque de glace, recherche continue sur l'accumulation par changement de phase

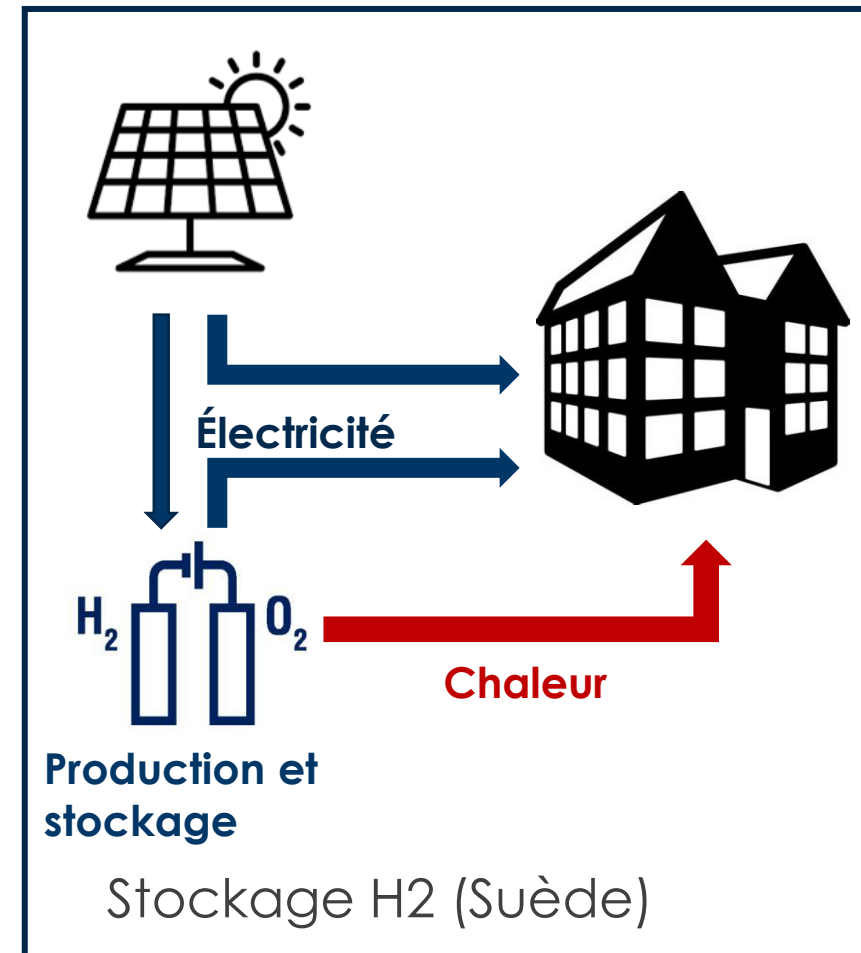
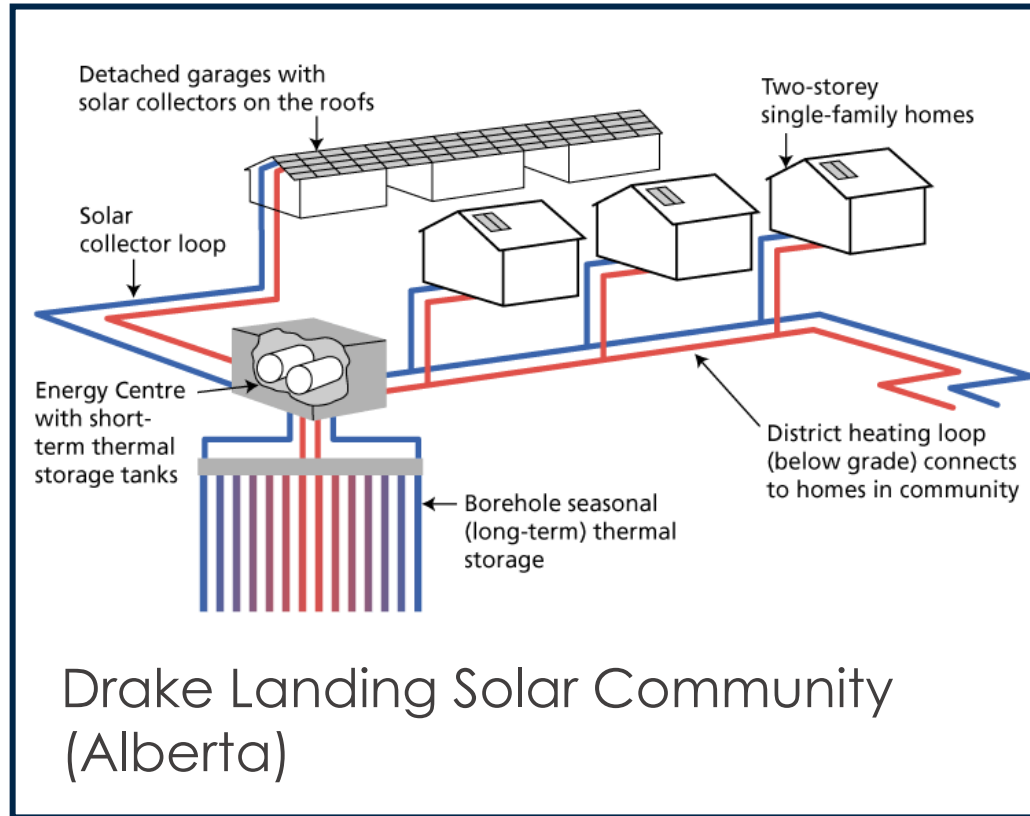
Long
terme
(jours +)

- ▶ **STOCKAGE DANS LE SOL:** p.ex. Drake Landing Solar Community
- ▶ **STOCKAGE CHIMIQUE:** p.ex. Projet à Vårgårda en Suède.

Stockage thermique



ATC et ATL de Steffes



CONTRÔLES « INTELLIGENTS »

- Analyse avancée de données: combinaison de données en temps réel, de données historiques et de données prévisionnelles (p.ex. météo)
- Utilisation d'algorithmes d'intelligence artificielle pour prévoir la demande énergétique et agir pour réduire les coûts d'opération
- Gestion des équipements, de l'autoproduction d'électricité et du stockage

INTÉGRATION AVEC LES FOURNISSEURS D'ÉLECTRICITÉ

- 1^{ère} génération: par téléphone
- 2^e génération: envoi automatisé de messages pour les événements gestion de la demande (p.ex. GDP)
- 3^e génération: Gestion automatisée de la réduction de pointe (« Auto DR ») par une communication directe entre le fournisseur d'électricité (ou une tierce-partie) et le bâtiment (équipements ou BMS)
 - Envoi de signaux de prix en temps réel
 - Contrôle direct des équipements (p.ex. chauffe-eau, voiture électrique)
 - Contrôle géo-ciblé



À ne pas oublier

- Il n'y a pas de solution unique; chaque bâtiment a ses particularités et la stratégie de gestion de la demande doit être adaptée à ses réalités
- Plusieurs stratégies ayant des objectifs différents peuvent être opérées en parallèle dans un bâtiment: réduction des GES, GDP du réseau, gestion de la demande pour optimiser la facture énergétique, équipements utilisés en hors pointe. Ces stratégies doivent être soigneusement planifiées
- Les économies monétaires liées à la gestion de la demande sont volatiles. On doit porter une attention particulière à la conception, à la mise en service (commissioning avec essais fonctionnels) et à l'opération du bâtiment
- Il est toujours moins risqué de faire de la gestion de la demande par substitution de source que par déplacement ou délestage, mais il faut que ces équipements soient prévus
- Du point de vue de l'opérateur du bâtiment, il est beaucoup plus facile de gérer un événement ponctuel de demande du réseau (GDP) que de gérer la demande du bâtiment en continu, 8760 heures par année.

Merci pour votre présence et votre écoute!

Des questions?

Marc-Antoine Chenail, ing.

machenail@bpa.ca

www.bpa.ca

Jean-Philippe Hardy, ing.

jean-philippe.hardy@dunsky.com

www.dunsky.com

Prochain webinaire

Cartographie des rejets thermiques

M. Stéphan Gagnon

15 septembre 2021