



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada

Le rôle des bâtiments dans les réseaux électriques intelligents au Canada

Véronique Delisle & Louis-Philippe Proulx

ASHRAE Chapitre de Montréal

15 octobre 2018



Canada

Laboratoires de R&D Canmet de RNCCan sous le SITE

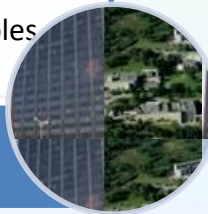
- Sables bitumineux et pétrole lourd

Devon



- Bâtiments et communautés
- Procédés industriels
- Électricité propre
- Bioénergie
- Énergies renouvelables
- Transport

Ottawa



- Bâtiments
- Procédés industriels
- Intégration des énergies renouvelables
- RETScreen International

Varenes



- Transport (matériaux)
- Pipelines
- Fabrication

Hamilton

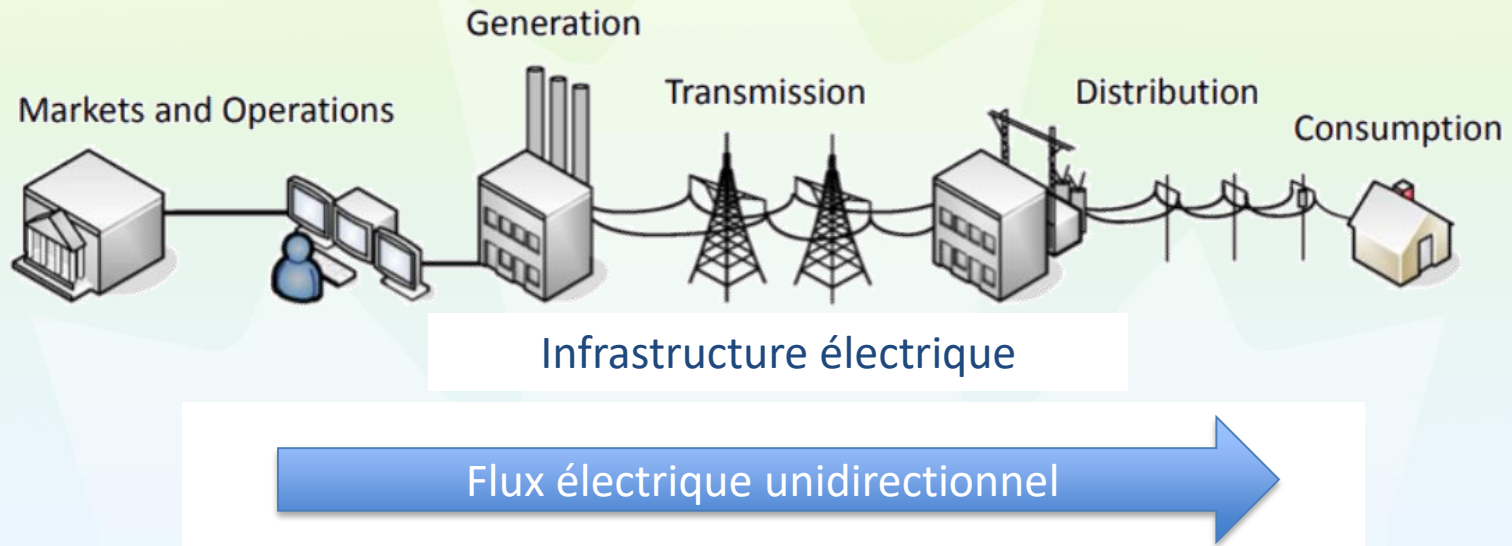


Plan

- Qu'est-ce qu'un réseau électrique intelligent?
- Le niveau de déploiement des réseaux intelligents au Canada
- Les bâtiments comme producteur d'électricité
- Les bâtiments en support au réseau électrique
- Les bâtiments comme source de flexibilité dans les réseaux intelligents
 - Incitatifs financiers
 - Utilisation de charges connectées pour diminuer la pointe
 - Étude de cas d'intégration des énergies renouvelables

Qu'est-ce qu'un réseau électrique intelligent?

Réseau électrique traditionnel



Source: <https://meeee-services.com/wp-content/uploads/2017/10/2.png>

Réseau électrique intelligent



Pourquoi la transition vers un réseau intelligent?

- L'électrification de plusieurs secteurs
- La transition vers une économie à faibles émissions de carbone
- La production d'énergie décentralisée et variable

Avantages des réseaux intelligents

- Réduction du temps de détection des fautes
- Amélioration de la résilience du réseau électrique
- Restauration plus rapide de l'électricité après des perturbations électriques
- Meilleure intégration des énergies renouvelables centralisées et distribuées
- Diminution de la pointe électrique et des coûts associés

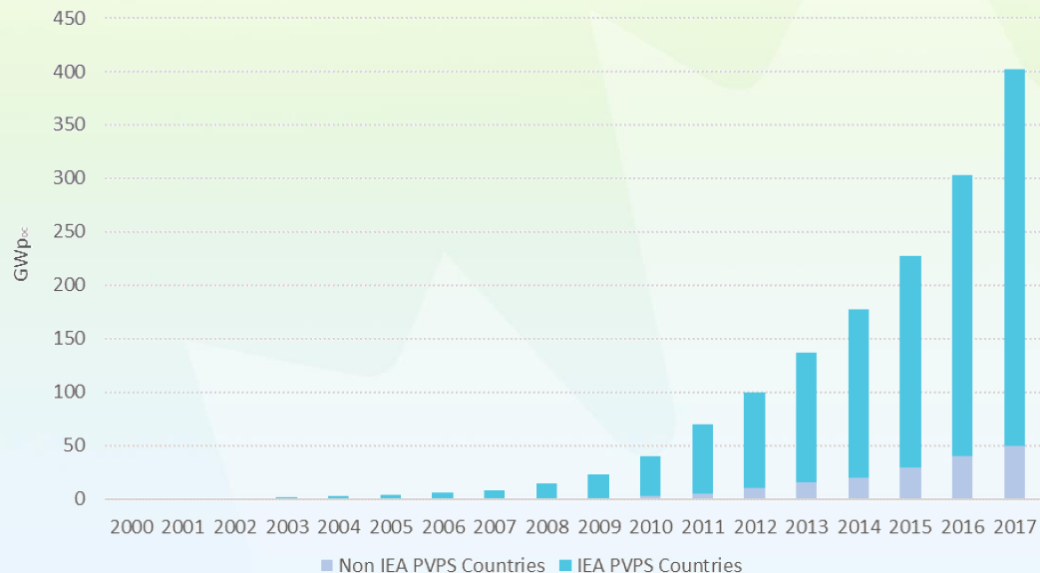
Le niveau de déploiement des réseaux intelligents au Canada

Indices de mesure du niveau de déploiement des réseaux intelligents

- Capacité installée d'énergies renouvelables
- Présence de technologies « intelligentes » (compteurs intelligents, charges connectées)
- Nombre de clients participant à des programmes de réponse à la demande
- Politiques (programme de mesurage net ou incitatifs pour l'achat de véhicules électriques)

Capacité installée d'énergie solaire photovoltaïque dans le monde

FIGURE 2: EVOLUTION OF TOTAL INSTALLED CAPACITY (GW - DC)



Source : 2018 Snapshot of Global Photovoltaic Markets

- Capacité totale installée : 402.5 GW_{CC}
- PV représente 2.1% de la demande globale en électricité
- Classement 2017
 1. Chine : 131 GW_{CC}
 2. É.-U. : 51 GW_{CC}
 3. Japon : 49 GW_{CC}
 4. Allemagne : 42 GW_{CC}
 5. Italie : 19.7 GW_{CC}
- Canada : 2.9 GW_{CC}

Systemes PV connectés à un service public



Québec – Capacité PV cumulative pour les systèmes connectés à un service public (MW_{cc})

2012	0.212
2013	0.297
2014	0.401
2015	0.679
2016	0.862
2017	1.140

Alberta – Capacité PV cumulative pour les systèmes connectés à un service public (MW_{cc})

2012	2.181
2013	4.466
2014	6.437
2015	9.161
2016	16.900
2017	42.270

Niveau de déploiement des réseaux intelligents – 2018



© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2018

Rôle des bâtiments dans les réseaux intelligents

1. Produire de l'électricité
2. Supporter le réseau en fournissant des services auxiliaires (onduleurs avec fonctions avancées)
3. Offrir de la flexibilité au réseau pour diminuer la pointe et intégrer plus d'énergies renouvelables (stockage d'énergie thermique ou dans des batteries)

Rôle 1

Les bâtiments comme producteur d'électricité

Le potentiel PV au Canada

Canada		International	
Ville (Province)	Potentiel PV annuel - Inclinaison=Latitude (kWh/kW)	Ville (Province)	Potentiel PV annuel – Inclinaison=Latitude (kWh/kW)
Regina (SK)	1361	Le Caire (Egypt)	1635
Calgary (AB)	1292	Capetown (South Africa)	1538
Winnipeg (MB)	1277	New Dehli (India)	1523
Edmonton (AB)	1245	Los Angeles (USA)	1485
Ottawa (ON)	1198	Mexico City (Mexico)	1425
Montreal (QC)	1185	Regina (Canada)	1361
Toronto (ON)	1161	Sydney (Australia)	1343
Fredericton (NB)	1145	Rome (Italy)	1283
Québec (QC)	1134	Rio de Janeiro (Brazil)	1253
Charlottetown (PE)	1095	Montreal (Canada)	1185
Yellowknife (NT)	1094	Beijing (China)	1148
Victoria (BC)	1091	Washington D.C. (USA)	1133
Halifax (NS)	1074	St. John's (Canada)	933
Iqaluit (NU)	1059	Tokyo (Japan)	885
Vancouver (BC)	1009	Berlin (Germany)	848
Whitehorse (YT)	960	Moscow (Russia)	803
St. John's (NL)	933	London (England)	728

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2018

Le PV dans un environnement bâti



**Simons Department Store
Parking Lot**
Québec City, QC



CHARS Building
Cambridge Bay, NU



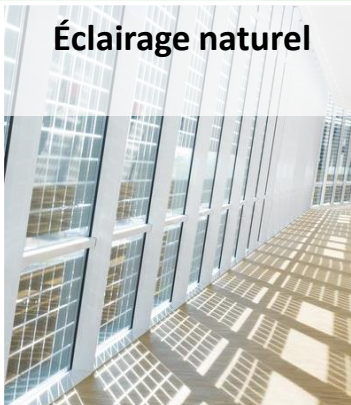
Earth Rangers Building
Woodbridge, ON



Montana First Nations Band Office
Hobbema, AB

Le PV intégré aux bâtiments (PVIB)

- Composant du bâtiment avec une double fonction :
 - Convertir l'énergie solaire en électricité
 - Remplir une ou plusieurs fonctions de l'enveloppe du bâtiment



Exemples de PVIB au Canada



Source: Sarah Hall

Holy family church
Saskatoon, SK



TD Bank
Mississauga, ON



Source: Maxime Gagné

Bibliothèque de Varennes
Varennes, QC



Enwave, Theater
Toronto, ON



Jeanne and Peter Lougheed Arts Centre, Camrose, AB

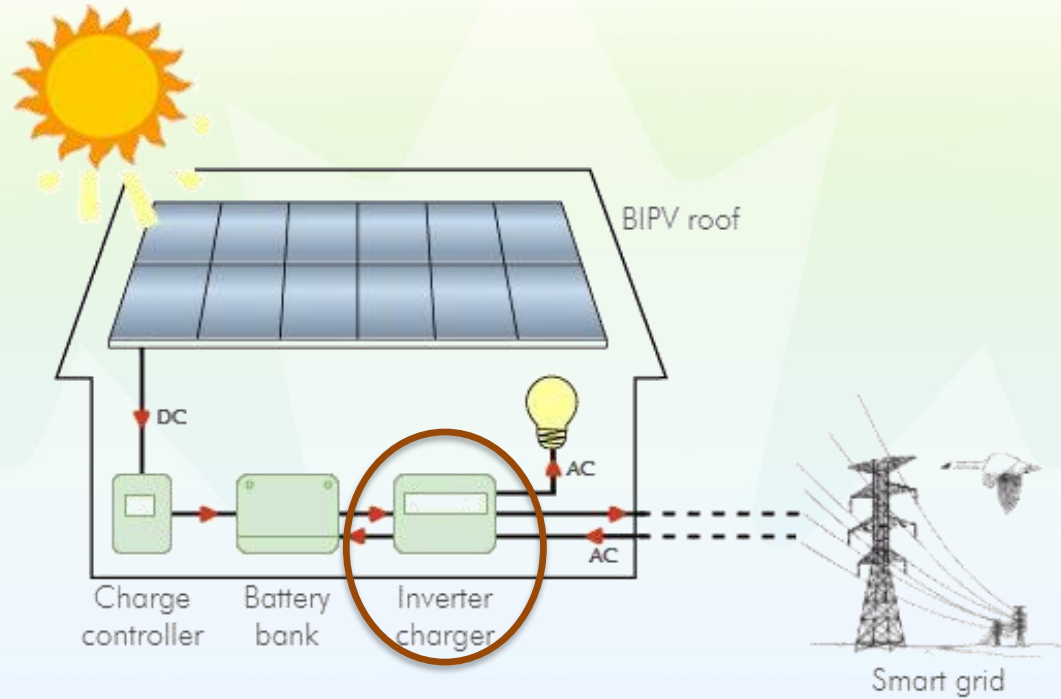
- PVIB remplace les 4 façades de la tour
- 122 kW_{CC} de capacité installée
- Génère environ 20% de la consommation d'énergie du bâtiment
- Complété en août 2014
- Utilise des modules PV standards



Rôle 2

Les bâtiments pour offrir du support au réseau électrique

Composants d'un système PV



Onduleurs avec fonctions avancées

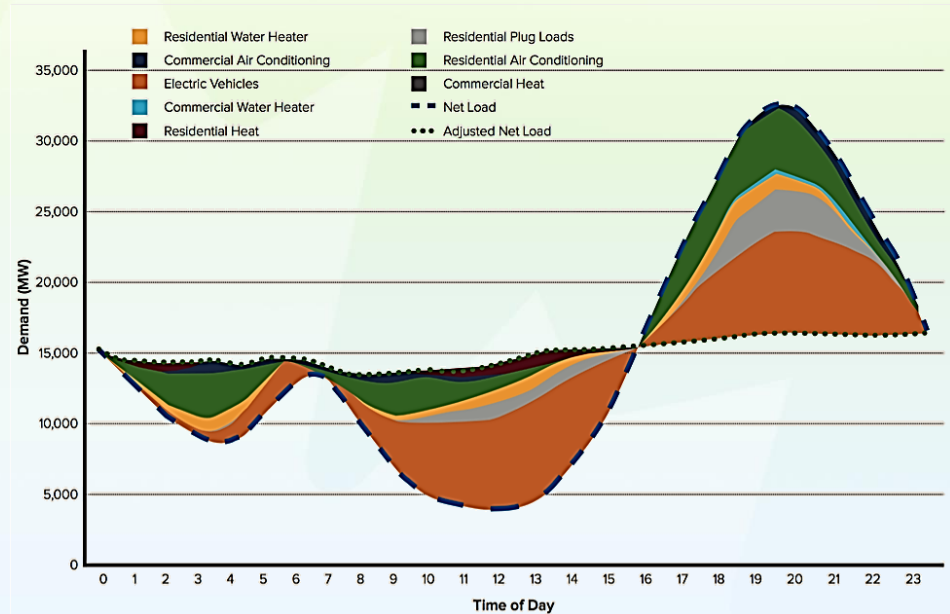
- Les onduleurs de nouvelle génération peuvent faire plus pour supporter le réseau
- Ils peuvent
 - contrôler leur puissance produite
 - fonctionner malgré de brèves défaillances du réseau
 - réguler la tension et la fréquence
 - produire ou consommer de la puissance réactive

Rôle 3

Les bâtiments comme source de flexibilité dans les réseaux intelligents

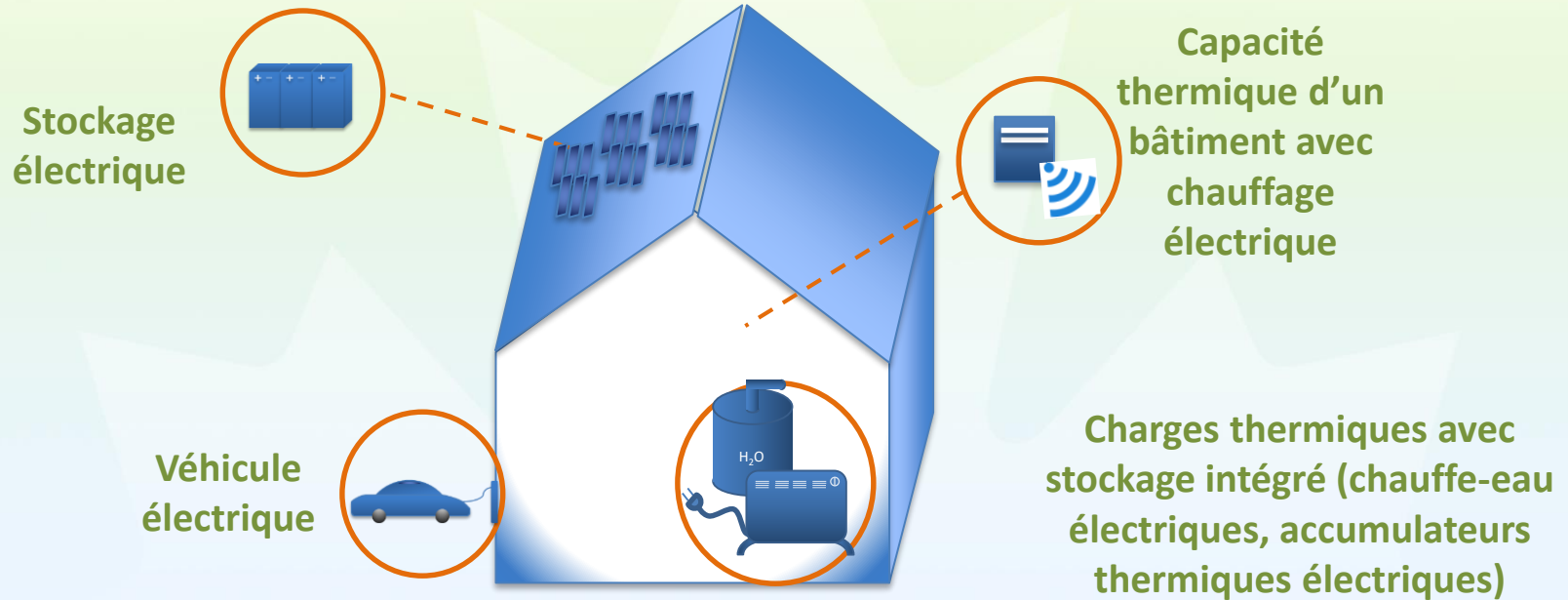
Qu'est-ce qu'une charge flexible?

Une charge flexible est une charge dont on peut modifier la consommation d'électricité par rapport à son profil habituel donnant ainsi de la flexibilité à la demande.



Source: Rocky Mountain Institute <https://rmi.org/news/demand-flexibility-can-grow-market-renewable-energy/>

Sources de flexibilité dans les bâtiments résidentiels



Rôle des charges flexibles dans les réseaux intelligents

- Équilibrer la demande et la production d'électricité des énergies renouvelables
- Diminuer les pointes électriques hivernales et/ou estivales des réseaux électriques
- Favoriser la consommation locale d'électricité pour les autoproducteurs
- Diminuer les coûts pour les clients et les compagnies d'électricité

Tarifications encourageant l'utilisation de charges flexibles

Tarification différenciée dans le temps en Ontario



Source : <https://www.hydroone.com/rates-and-billing/rates-and-charges/electricity-pricing-and-costs>

Proposition de tarification dynamique pour les clients résidentiels au Québec

Crédit en pointe critique

- Crédit de 50 ¢/kWh effacé à la demande d'Hydro-Québec
- Aucun risque pour le client
- Aucun changement de tarif

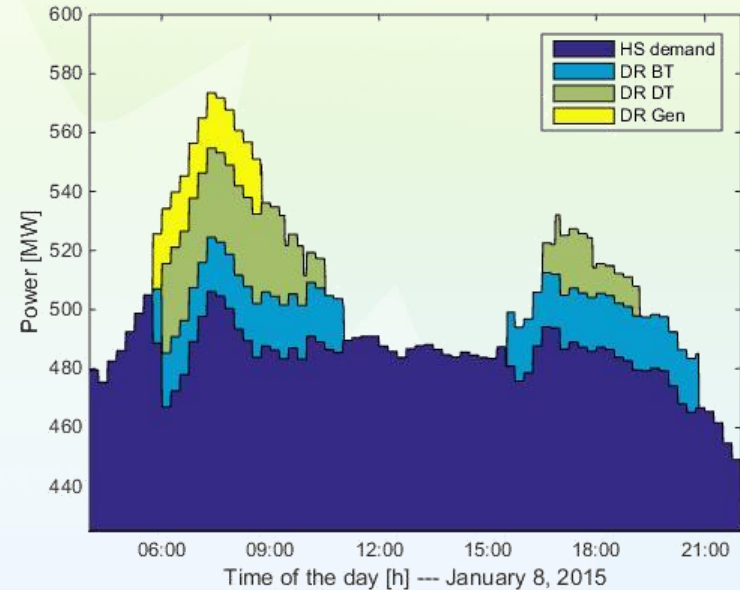
Tarif de pointe critique

- Prix élevé en pointe : 50 ¢/kWh consommé jusqu'à concurrence de 3 % des heures en période d'hiver
- Prix faible le reste du temps : réduction d'environ 2 ¢/kWh par rapport au tarif D en période d'hiver

Source: <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1115035/electricite-augmentation-prix-regie-energie>

Redistributeur d'électricité

- Tarif LG (grandes entreprises) basé sur la pointe annuelle, les pointes mensuelles et l'énergie utilisée
- Avantage économique important à diminuer la demande lors des pointes hivernales (environ 100\$/kW évité à la pointe)

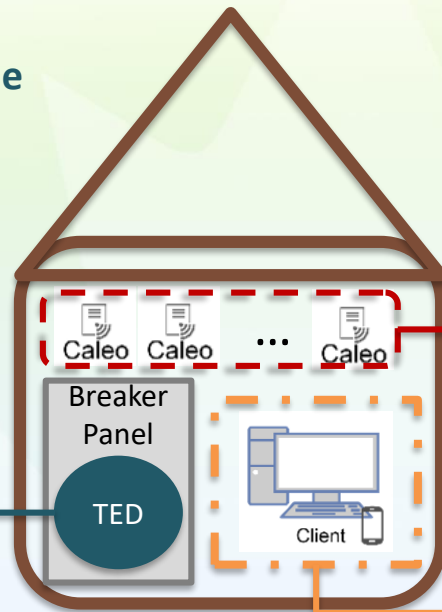


L'utilisation de charges connectées pour diminuer la pointe électrique

Projet pilote : thermostats connectés pour gérer la demande

Mesure de la puissance totale consommée par la maison

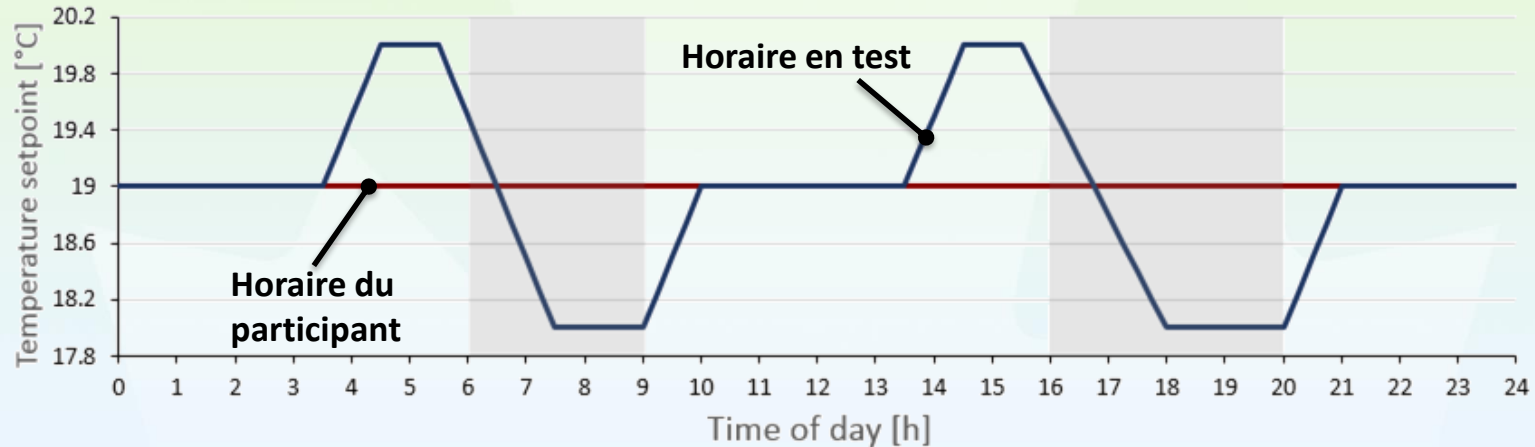
Environ 100 thermostats connectés (Caleo) pour plinthes électriques répartis dans 11 maisons



Interface web pour les utilisateurs

Stratégie utilisée lors des tests

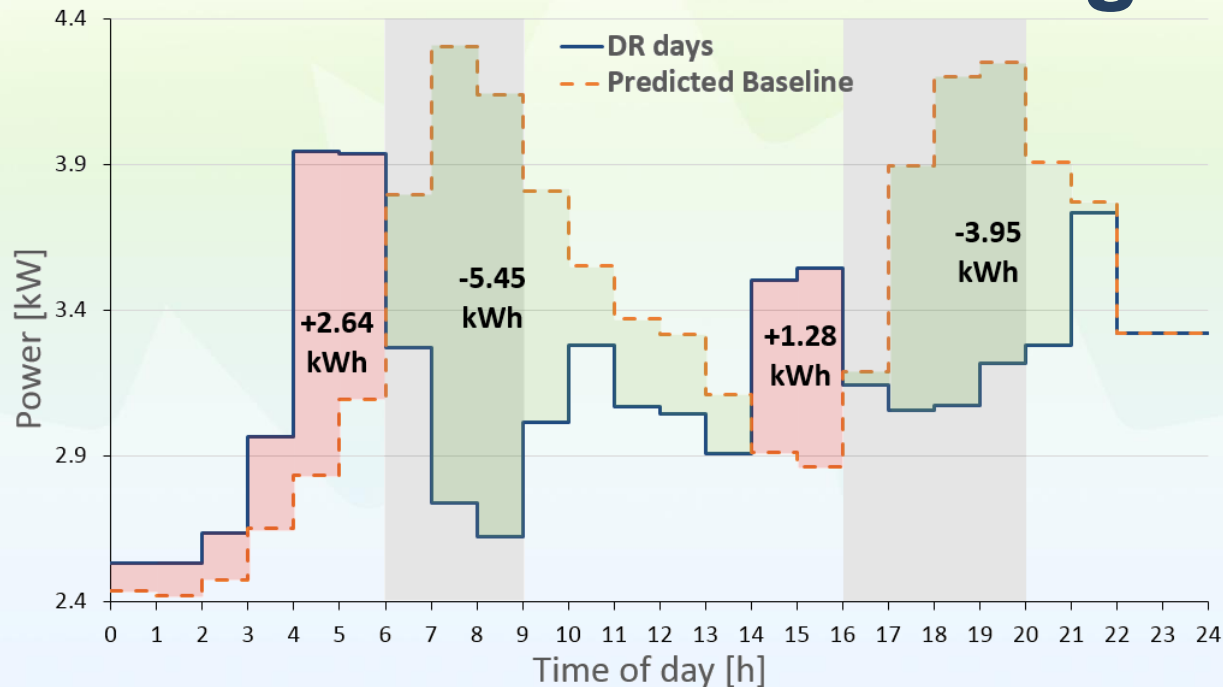
Priorité au confort (ASHRAE Standard 55-2013)



Source : M. Fournier, M.-A. Leduc, and G. Nadrault, "Winter demand response using baseboard heaters: Achieving substantial demand reduction without sacrificing comfort," 2016.

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2018

Impact sur la consommation d'électricité en chauffage



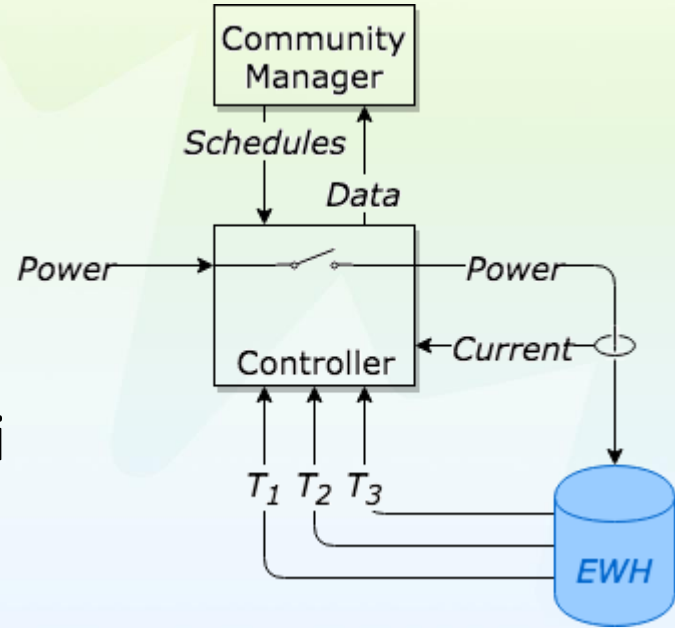
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2018

Démonstration du potentiel des chauffe-eau intelligents

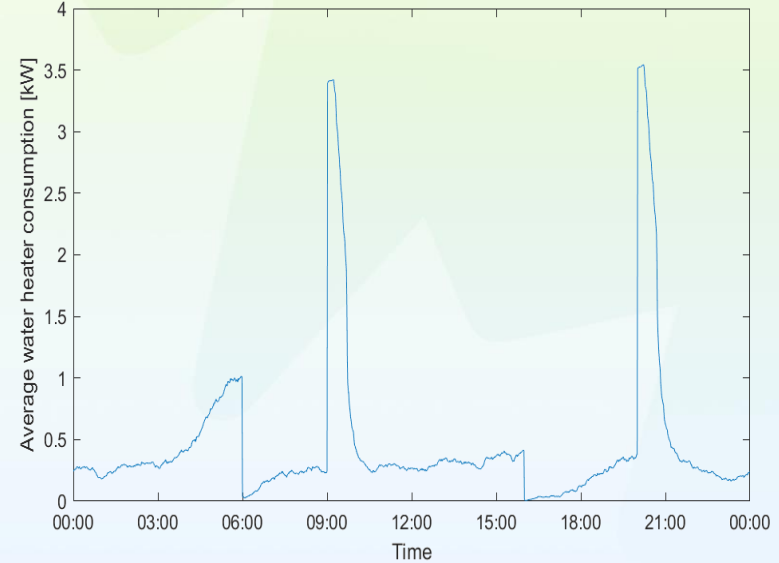
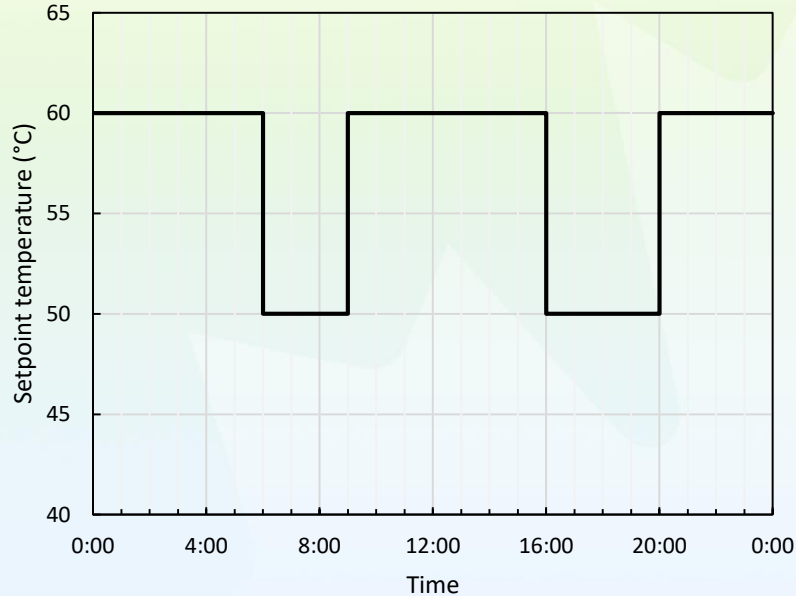
- Projet de collaboration entre un fabricant de contrôleur et un manufacturier de chauffe-eau dans le cadre du Programme d'innovation Construire au Canada
- 400 chauffe-eau présentement en cours d'installation chez des participants au programme
- **Objectif** : Valider le fonctionnement de la technologie et démontrer son potentiel

Fonctionnement du chauffe-eau

- Chaque chauffe-eau reçoit une température de consigne
- Le contrôleur prend une décision en fonction de la température de l'eau
- Le contrôleur se connecte Wi-Fi pour envoyer de l'information sur l'état du chauffe-eau



Exemple de contrôle simple pour diminuer la pointe



Étude de cas d'intégration des énergies renouvelables

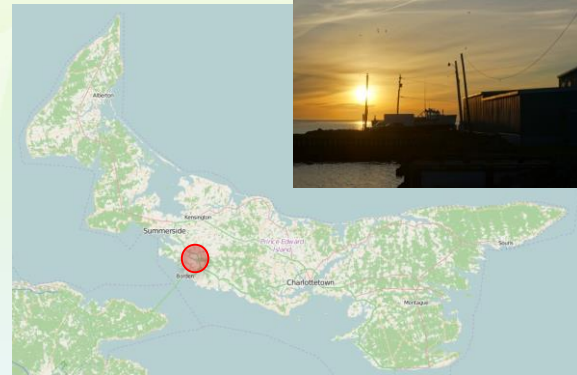
Utilisation de charges flexibles pour intégrer des énergies renouvelables

Summerside, Île-du-Prince-Édouard

- 15,000 habitants
- Pointe d'électricité de 27 MW
- Demande annuelle en électricité de 130 GWh

Summerside Electric

- Compagnie d'électricité municipale
- Capacité de production éolienne de 21 MW
- 46% de leur électricité provient de l'énergie éolienne
- Interconnecté au réseau d'Énergie NB



City of
Summerside

Prince Edward Island

S. Wong, G. Gaudet and L. P. Proulx, "Capturing Wind with Thermal Energy Storage – Summerside's Smart Grid Approach," in *IEEE Power and Energy Technology Systems Journal*, In Press. doi: 10.1109/JPETS.2017.2754139

Programme de gestion du surplus d'énergie éolienne

Solution :

La mise en place d'un programme *Smart Grid* pour favoriser l'utilisation locale de l'énergie éolienne produite

Programme :

Encourager le remplacement des systèmes de chauffage résidentiel à l'huile par :

- Chauffage électrique avec accumulateur thermique
- Chauffe-eau contrôlable à haute température

En offrant à leurs clients un tarif préférentiel :

- Subvention à l'achat
- Une certaine quantité d'énergie facturée à 8¢/kWh au lieu de 12¢/kWh

En offrant deux options de gestion de leurs charges :

- Tarification différenciée
- Dynamique (intelligent)



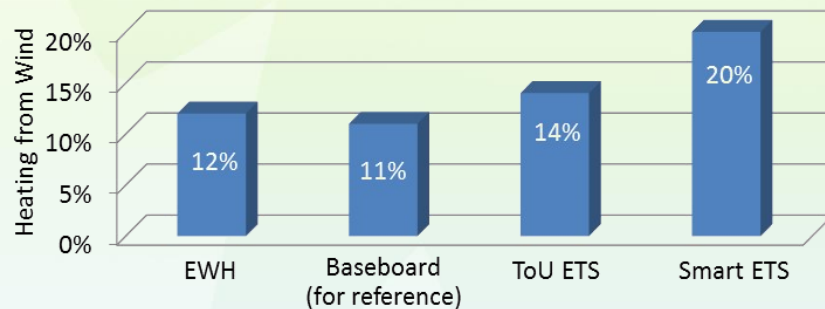
Chauffe-eau haute température avec valve thermostatique

Résultats du programme

Distribution des appareils en 2015

Appareil	No.	Capacité de charge totale (kW)	Capacité de stockage totale (kWh)
ETS de type "pièce"	120	642	3240
ETS pour la maison	45	1244	6618
ThermElect Large ETS	6	480	2280
Chauffe-eau	140	630	849

Capacité totale de stockage disponible de 3 MW et 13.5 MWh



- 621 MWh additionnels d'énergie éolienne consommée localement (24% des surplus)
- Réduction de 400 t CO₂eq (GES)

Conclusion

- La transition vers les réseaux intelligents est déjà amorcée
- L'intégration de l'ensemble de ces technologies demeure un défi
- Les bâtiments sont appelés à jouer un rôle actif dans le fonctionnement du réseau électrique en produisant de l'électricité, en offrant du support au réseau électrique et en modifiant leur profil de consommation
- L'intégration de charges flexibles et connectées dans les bâtiments bénéficie les clients et le réseau électrique au même titre que l'efficacité énergétique