

energir

L'unité de toit thermopompe air-air : ses avantages et ses limites

Symposium Réseau Énergie & Bâtiments

Marc Francoeur, ing., CEM, PA LEED

Novembre 2023

Table des matières

- 1. Survol de la technologie**
- 2. Mode d'opération**
- 3. Performance**
- 4. Limites**
- 5. Étude de cas**
- 6. Conclusion**



Contexte – unité de toit

Une présence importante

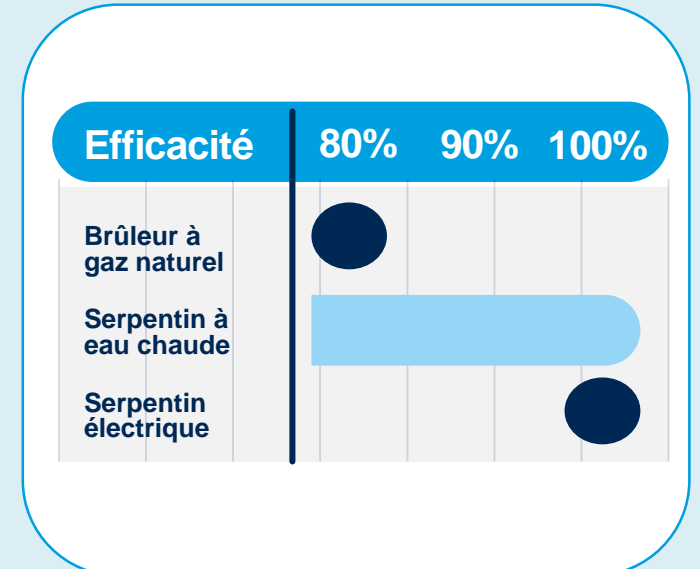
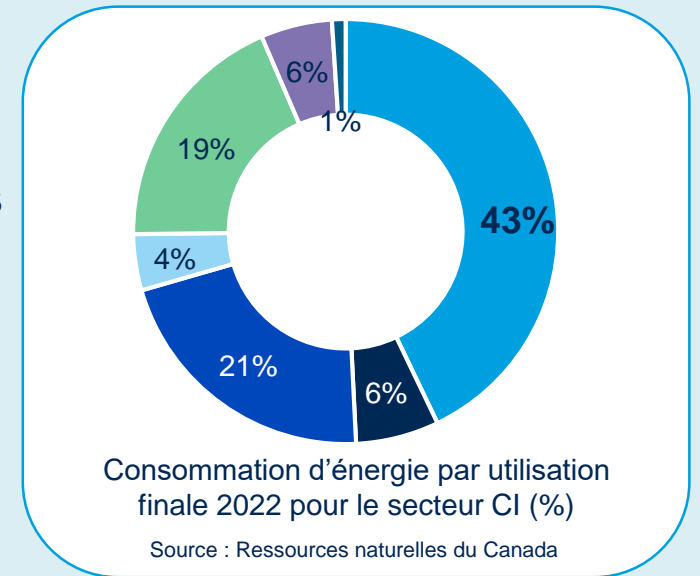
L'unité de toit représente une **part importante** du parc d'équipements utilisés pour le chauffage des espaces. 43% de l'énergie consommée pour le CI est pour le chauffage des espaces. Une bonne part peut être attribuée à l'unité de toit.

Un potentiel d'amélioration de l'efficacité énergétique

Que le chauffage soit effectué à l'aide d'un serpentin électrique, d'un brûleur à gaz naturel ou d'un serpentin à eau chaude, **il y a une option pour la rendre plus efficace.**

Une solution à portée de main

Lorsque vient le temps de la remplacer, **l'unité de toit thermopompe devient une alternative** qui sied bien qu'importe la source d'énergie de chauffage actuelle, mais elle présente aussi des **limitations.**



Survol de la technologie

Thermopompe



Chauffage auxiliaire

Serpentin électrique

Brûleur à gaz naturel

Serpentin à eau chaude

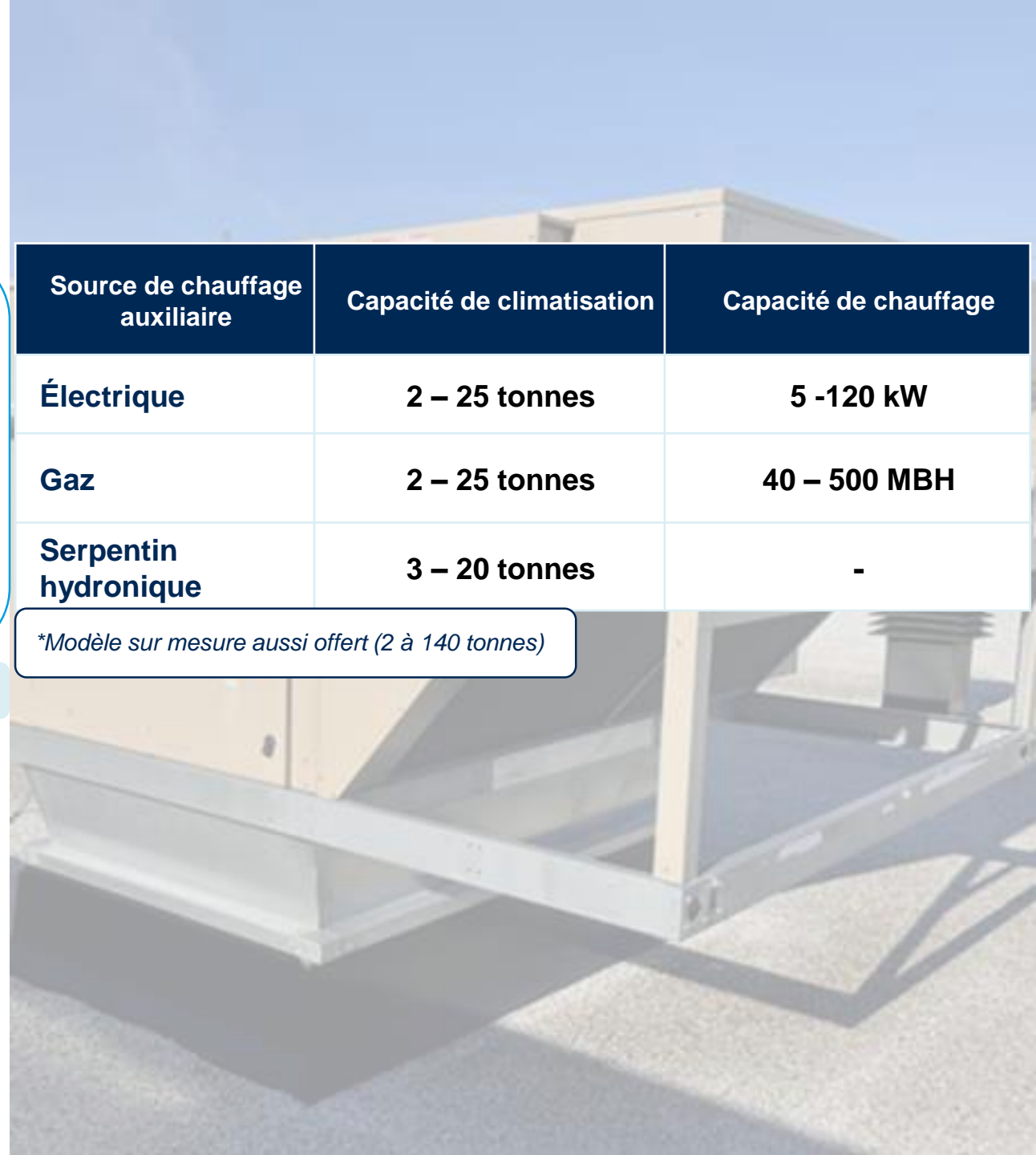
Composante de base

Composantes en option

L'unité de toit thermopompe n'est pas vraiment différente d'une thermopompe électrique résidentielle et un chauffage auxiliaire est offert.

Source de chauffage auxiliaire	Capacité de climatisation	Capacité de chauffage
Électrique	2 – 25 tonnes	5 -120 kW
Gaz	2 – 25 tonnes	40 – 500 MBH
Serpentin hydronique	3 – 20 tonnes	-

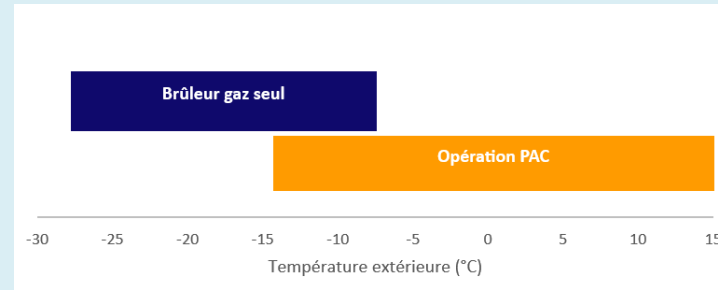
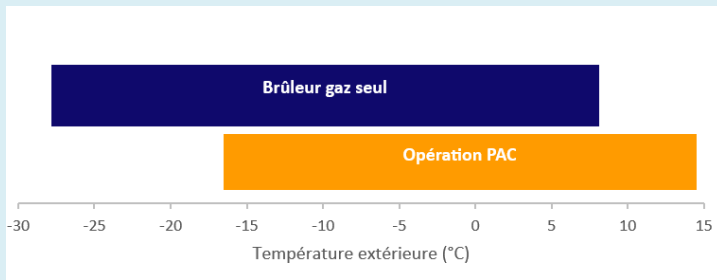
**Modèle sur mesure aussi offert (2 à 140 tonnes)*



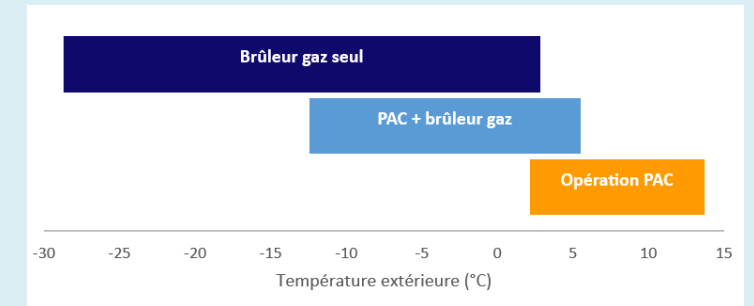
Modes d'opération

Interaction - contrôle

Les plages de fonctionnement des unités sont prédéfinies en usine. Il est possible de les modifier pour s'ajuster au besoin du bâtiment.



Exemples d'opération : une source à la fois



Exemple d'opération : simultanée

Il existe des modèles d'unité de toit où le chauffage auxiliaire peut fonctionner **simultanément** avec la thermopompe ou dans la plupart des cas, l'utilisation d'**une source d'énergie à la fois**.

Unités de toit

Volume constant ou volume variable

Quelles sont les 2 grandes familles d'appareils d'unité de toit ?

Unité de toit à volume constant

- Le débit d'alimentation de l'air est **toujours le même**;
- Aucun enjeu **dans l'intégration de cette unité**.

Unité de toit à volume variable

- Le débit d'alimentation de l'air **peut être modulé**;
- La capacité varie en temps réel en fonction du besoin;
- **Intégration de l'unité de toit: 2 possibilités**
 - ✓ Le contrôle du bâtiment est en mesure de communiquer via le protocole BACnet
 - Aucun enjeu dans l'intégration de l'unité
 - ✓ Le bâtiment n'est pas contrôlé via le protocole BACnet
 - Un module BACnet devra être installé



À communiquer au client : L'unité à volume variable utilise un **contrôleur interne** permettant une gestion autonome des cycles de l'appareil. Il est important de s'assurer que le contrôle du bâtiment puisse communiquer avec ce contrôleur interne (protocole BACnet).

Fonctionnement des unités de toit thermopompe

Quelles sont les particularités ?

Particularité #1

Dégivrage:

- Le réfrigérant circulant dans l'unité est à très basse température, et l'humidité dans l'air crée du givre sur le serpentin.
- Les conditions d'utilisation liées à l'emplacement de cet équipement sont moins favorables :
 - Sur le toit, exposée aux vents donc augmente le risque de givrer davantage;
 - Lorsqu'il y a beaucoup de vent, le cycle de dégivrage est moins efficace pour éliminer le givre.
Par conséquent, le givre pourrait s'accumuler.

Solutions de contournement *

Paravents :

- Plaques de métal qui enrobent l'unité et qui permettent de réduire l'effet du vent.
- Permet à l'unité d'effectuer les cycles de dégivrage plus efficacement.

** : Solution doit être approuvée par les manufacturiers des unités de toit.*

Aucun enjeu n'a été noté lors des projets pilotes menés par Énergir et Hydro-Québec.

Fonctionnement des unités de toit hybride

Quelles sont les particularités ? (suite)

Particularité #2

Accumulation de glace

- Lors des cycles de dégivrage, l'eau peut s'accumuler dans le bas de l'unité et former de la glace.
- Cette glace, peut s'accumuler et ainsi atteindre le serpentin et occasionner une réduction de la performance de l'unité jusqu'à endommager le serpentin.



Solutions de contournement *

Installation de câbles chauffants à l'endroit où l'eau coule.

- L'eau est dirigée vers le drain le plus proche sur le toit avant qu'elle ne gèle.
- Les câbles chauffants empêchent le gel.

** : La solution doit être approuvée par les fabricants des unités de toit.*

Cette solution de contournement est efficace et facile à installer.

Comparaison des performances réelle et théorique

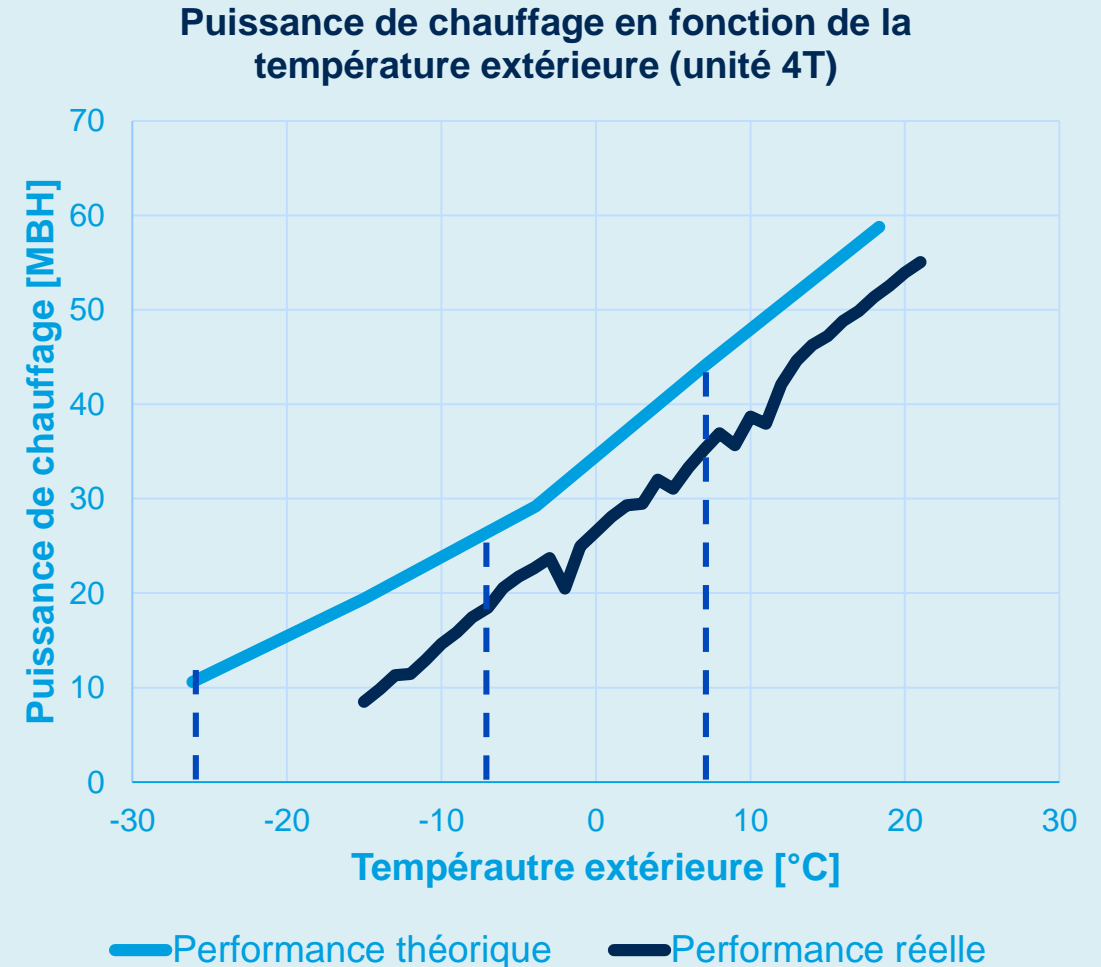
Constat #1

- Pour un cas spécifique, un **écart moyen de 27%** a été constaté;
- Cet écart se creuse en fonction de la température extérieure.

Constat #2

- Comme toute thermopompe électrique air-air, la **puissance délivrée réduit en fonction de la température extérieure**;
- Cette baisse est plus de 75% de la capacité nominale (à la température de design pour Montréal);
- L'évaluation sur site a confirmé cette baisse.

Un facteur de sécurité est une bonne pratique à considérer



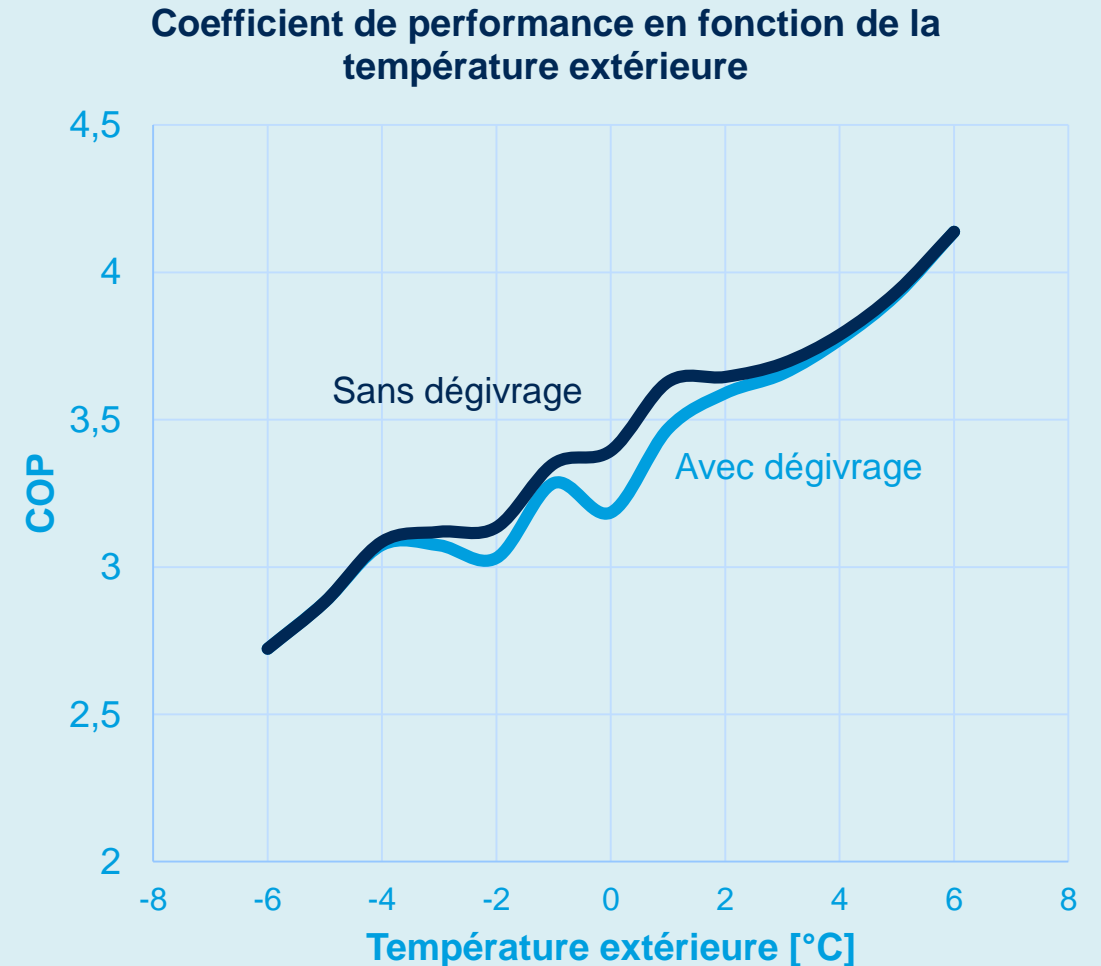
Il n'y a pas eu de température en deçà de -15 °C durant la période qui a servi à construire la courbe de performance réelle.

COP et dégivrage

Impact du dégivrage sur les performances

- On remarque un **impact limité du dégivrage** sur les performances des thermopompes;
- Pour le site pilote, la période de dégivrage se situait entre 5°C et -4°C;
- La **dégradation maximale notée du COP** est d'environ **0,2 (6%)**.

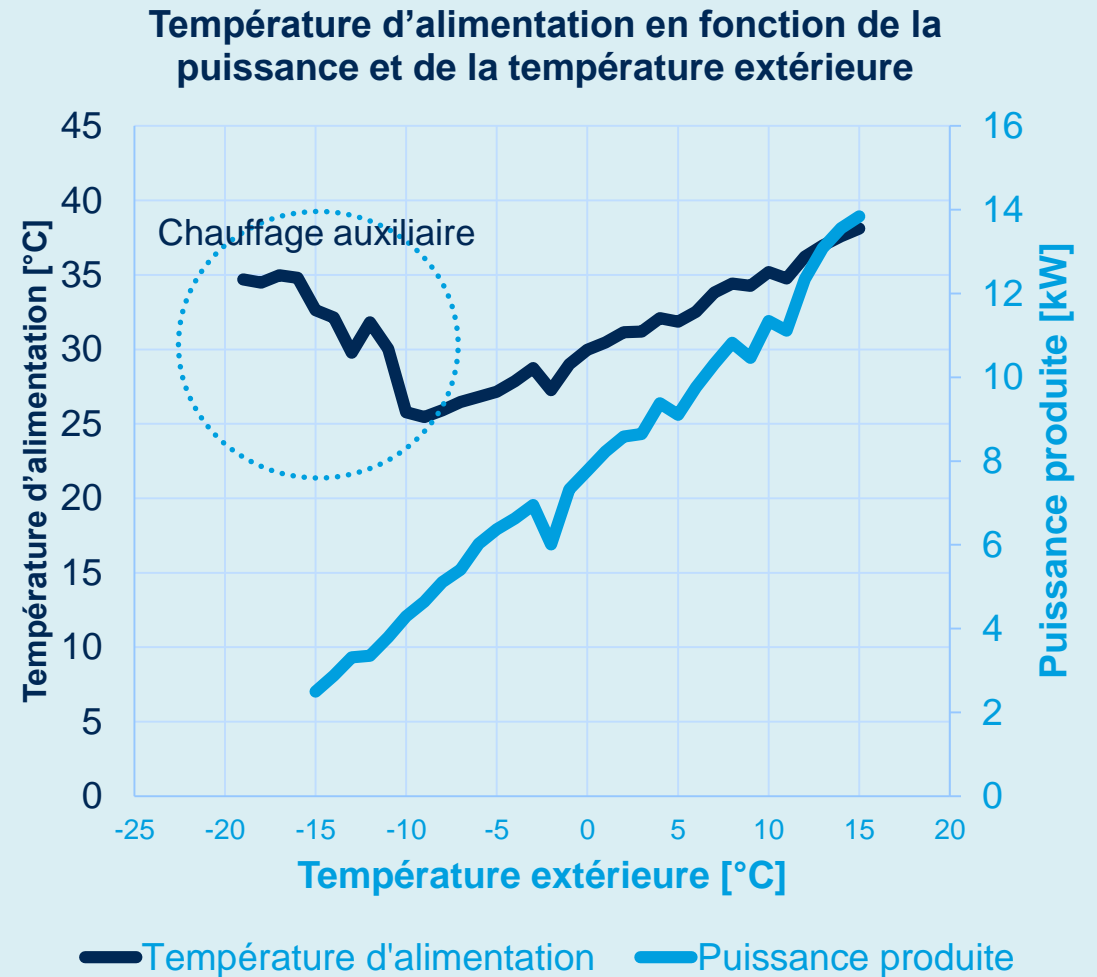
Le dégivrage à peu d'impact sur le COP



Impact sur la température d'alimentation

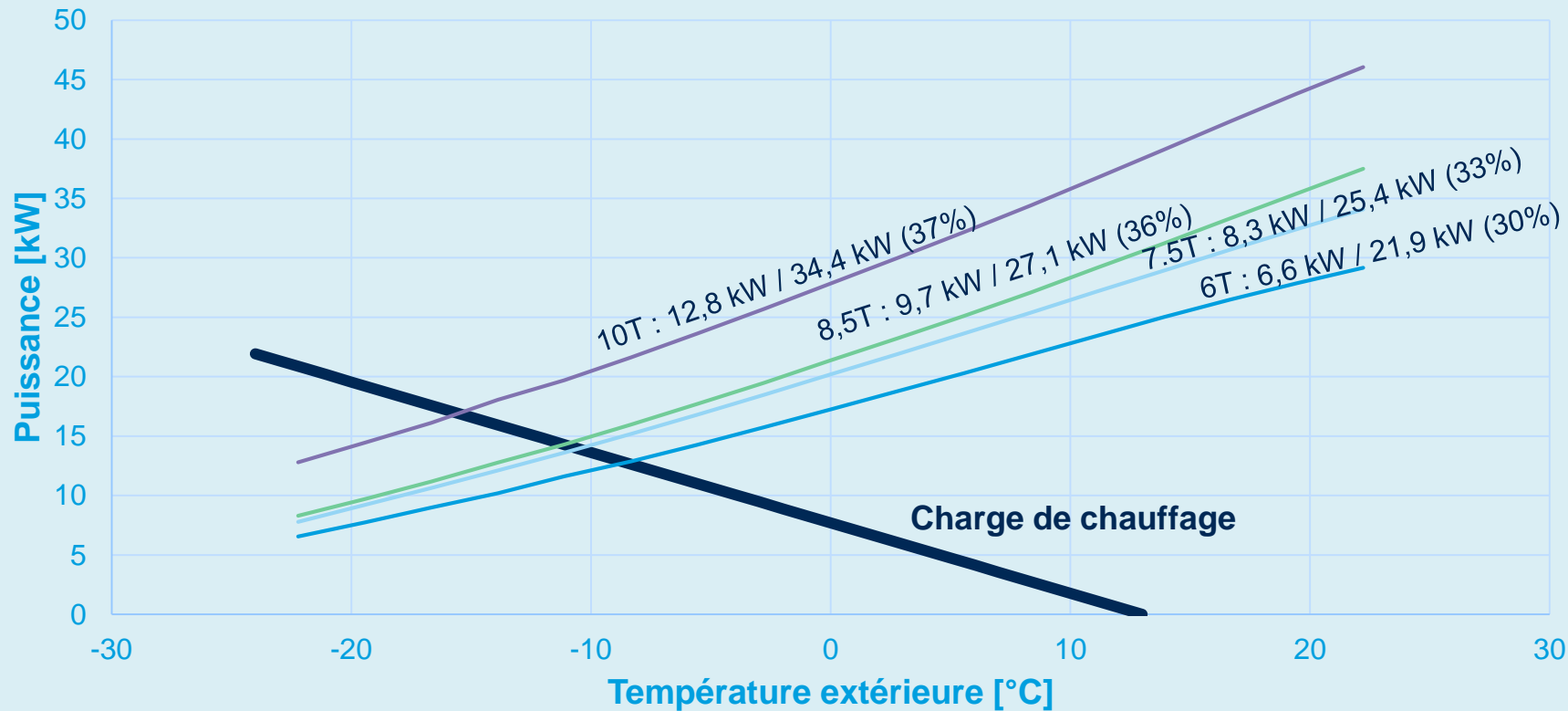
La même observation est notée quant à la température d'alimentation

- Plus que la **température extérieure baisse**, plus la **température d'alimentation diminue**;
- La température d'alimentation **revient à la normale** lorsque le **chauffage auxiliaire se met en marche**.



Le froid demeure une contrainte et limite la capacité

Capacité et charge du bâtiment en fonction de la température extérieure



Pour tous les scénarios

- Il y a un manque de capacité de la thermopompe électrique
- Un chauffage auxiliaire est requis

Le choix de la source d'énergie d'appoint devient important

- Enjeu de **pointe électrique**
- **Coût** de la pointe électrique
- Tarification **biénergie** pertinente

Petit commerce chauffé par une unité de toit au gaz naturel

- L'unité de toit est dimensionnée afin de répondre au besoin de climatisation
- La consommation en chauffage d'un tel bâtiment est de l'ordre de 5 000 m³ (charge maximale de 22 kW @ -24°C)

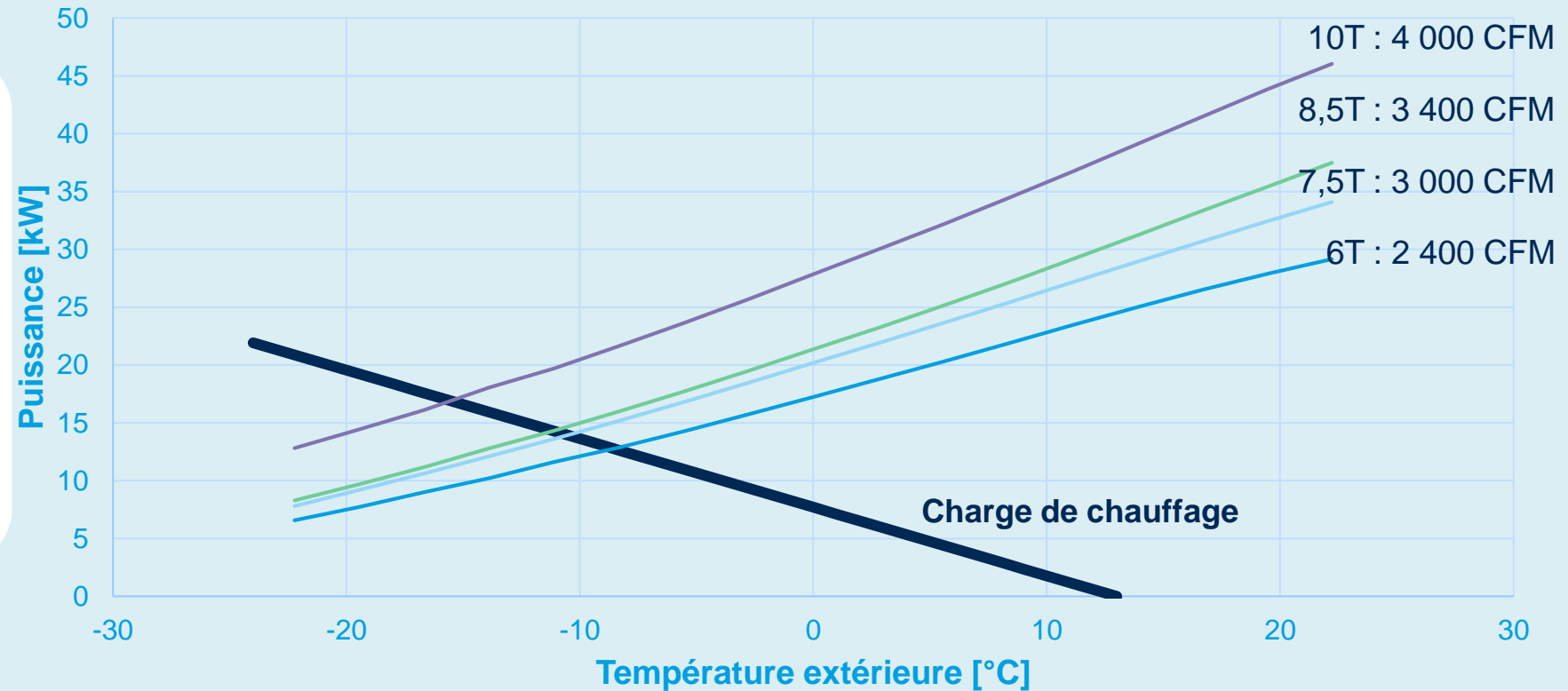
Qu'importe la charge de climatisation requise en été, un chauffage auxiliaire est nécessaire. La biénergie prend alors tout son sens.

Les conduits d'air existants limitent le surdimensionnement

Faire attention au surdimensionnement

- Pour les bâtiments existants, les conduits d'air ont été dimensionnés pour un CFM spécifique;
- Un **surdimensionnement** de la capacité de refroidissement peut amener un **problème de bruit**;
- Et peut **réduire la déshumidification** en été.

Capacité et charge du bâtiment en fonction de la température extérieure



Petit commerce chauffé par une unité de toit au gaz naturel

- L'unité de toit est dimensionnée afin de répondre au besoin de climatisation
- La consommation en chauffage d'un tel bâtiment est de l'ordre de 5 000 m³ (charge maximale de 22 kW @ -24°C)

Ce qui a été observé

pour les thermopompes hybrides (appoint gaz)

Potentiel d'économie

Les **unités de toit hybrides** permettent d'atteindre les objectifs de réduction de **GES**.

Les **rendements globaux** atteignent environ **200%** sur les périodes analysées.

À considérer :

Les modèles permettant d'opérer en même temps le brûleur à gaz naturel et la thermopompe au-dessus de -12°C peuvent générer moins de réduction que ceux ne permettant que l'une ou l'autre source à la fois (35% au lieu de 70% min.).

Opération de la thermopompe ou du brûleur à gaz naturel

Réduction de la consommation énergétique

64%

Réduction de la consommation de gaz naturel

88%

Réduction des émissions de GES

2,2TCO_{2eq}

Opération de la thermopompe et/ou du brûleur à gaz naturel

Réduction de la consommation énergétique

25%

Réduction de la consommation de gaz naturel

35%

Réduction des émissions de GES

0,15TCO_{2eq}

Conclusion

Performance

Solution efficace et performance énergétique globale > 100%



Effacement de la pointe

Effacement possible de la puissance électrique en période de pointe



Économie d'énergie

Économie d'énergie et de coût en mode hybride



Intégration

Facilité d'intégration au système de CVAC existant



L'unité de toit thermopompe est une solution de décarbonation mature

Merci!



Marc Francoeur, ing.
Chef d'expertise, Technologies & Solutions énergétiques