



énergir

Gazifère

*Environnement,  
Lutte contre  
les changements  
climatiques,  
Faune et Parcs*

Québec

Décembre 2023

# Secteur éducation

## Trajectoires de décarbonation efficiente





dunsky  
Énergie + Climat

ACCÉLÉRER LA TRANSITION  
ÉNERGÉTIQUE



ANALYSE + STRATÉGIE



BÂTIMENTS



MOBILITÉ



INDUSTRIE



ÉNERGIE



19  
ans



50+  
professionnel.le.s  
dévoué.e.s



700+  
projets dans  
31 provinces et états



dunsky  
Énergie + Climat

ACCÉLÉRER LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE



ANALYSE + STRATÉGIE



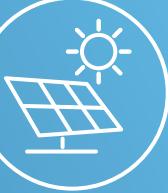
BÂTIMENTS



MOBILITÉ



INDUSTRIE



ÉNERGIE



GOUVERNEMENTS

ENTREPRISES D'ÉNERGIE

CORPORATIF + OBNL

# Table des matières

---

---

<b>1. Contexte</b>	1.1 <a href="#">Contexte</a> 1.2 <a href="#">Paramètre de sélection</a> 1.3 <a href="#">Objectif décarbonation</a>
<b>2. Trajectoires</b>	2.1 <a href="#">Index des archétypes</a> 2.2 <a href="#">Écoles primaires</a> 2.3 <a href="#">Écoles secondaires</a> 2.4 <a href="#">CEGEPs/Universités</a>
<b>3. Fiches techniques</b>	3.1 <a href="#">Technologies</a>

---

# Introduction

Afin de démontrer l'exemplarité de l'État québécois dans la transition énergétique, le secteur de l'éducation et de l'enseignement supérieur doit mettre en œuvre des solutions ambitieuses visant à accroître l'efficacité énergétique et à réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES), tout en prenant en compte l'impact sur le réseau électrique afin d'assurer la faisabilité à grande échelle.

*« La décarbonation efficiente mise sur le recours prioritaire des énergies renouvelables et en ce sens sur une utilisation judicieuse de l'énergie pour réduire les émissions de GES au moindre coût pour la société québécoise. Elle priorise la réduction de la consommation d'énergie, l'implantation de solutions efficaces & performantes, alimentées par une combinaison énergétique complémentaire permettant la gestion de la demande de puissance électrique en période de pointe »*

- [L'exemplarité de l'État en un coup d'œil](#)

Ce rapport propose des trajectoires respectant ces contraintes de décarbonation efficace pour plusieurs bâtiments types des secteurs de santé, éducation et administration québécois, et vise à soutenir les décideurs dans la planification de leur transition. Les trajectoires sont composées de mesures d'efficacité énergétique, de gestion de la pointe électrique, et de décarbonation, chaque mesure étant choisie pour répondre aux opportunités et défis du bâtiment type.

Le principe de ces trajectoires n'est toutefois pas de remplacer l'expertise d'ingénierie, mais plutôt d'initier la réflexion et d'orienter une éventuelle discussion avec des experts.



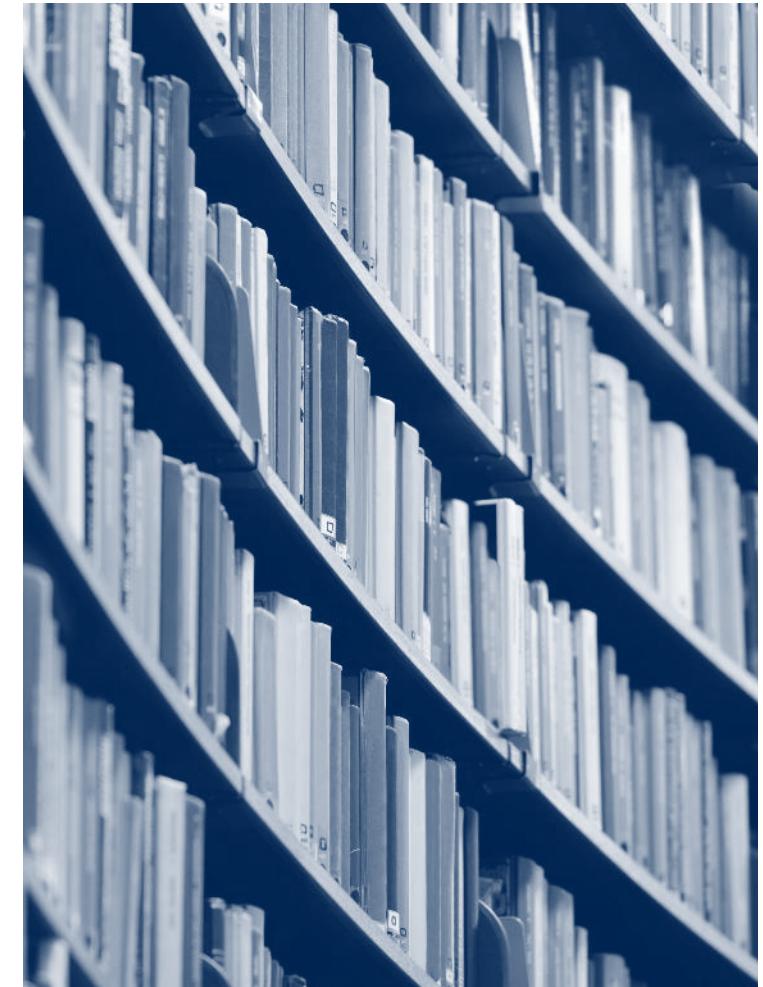
# Contexte

Les trajectoires qui suivent sont conçues en fonction des modalités de l'exemplarité de l'État, des cibles de décarbonation, ainsi que des mesures de mise aux normes pertinentes. L'exemplarité de l'État a pour but de démontrer la faisabilité de la décarbonation de son parc immobilier en rehaussant la performance énergétique et de rendre prioritaire l'usage de l'énergie renouvelable comme moyen de chauffage principal dans les bâtiments gouvernementaux. Des modalités spécifiques, incluses à la page suivante, indiquent la quantité minimale d'énergie renouvelable exigée pour chaque projet de conversion, ainsi qu'un rappel des obligations associées. Les solutions retenues pour les trajectoires correspondent à ces normes.

Le gouvernement souhaite également assurer la santé des occupants des bâtiments. Pour cette raison, l'ajout de ventilation pour répondre aux normes est priorisé lorsqu'il n'y a présentement pas de systèmes. Cette mesure serait normalement réalisée à la suite d'une étanchéisation de l'enveloppe du bâtiment pour minimiser les charges à combler. Cependant, la mesure implante des thermopompes pour respecter la logique de la trajectoire, et reste en ligne avec les conversions subséquentes. Si du tout possible, une étanchéisation et l'ajout de système de gestion du bâtiment (BMS) devraient être réalisés en parallèle avec l'ajout de ventilation, sans la retarder.

## Ressources disponibles pour en apprendre davantage:

- [L'exemplarité de l'État en un coup d'œil](#)
- [Guides et outils pour les gestionnaires](#)



# Modalités de l'exemplarité de l'état

## Obligations pour projets de conversion

### Conversion requis lorsqu'un projet touche:

- Systèmes au mazout (CTA d'un bâtiment >15 %)
- Systèmes au gaz naturel en fin de vie ou lors d'une augmentation de la capacité

### Obligations associées aux conversions:

- Étude technico-économique horizon 2040
- Prioriser la gestion de la pointe
- Diversifier les sources d'énergies renouvelables
- Conception 100 % d'énergie renouvelable à partir de 2030
- Respect des cibles minimales d'utilisation des énergies renouvelables

## Cibles d'utilisation des énergies renouvelables

### Conversion avant 31 décembre 2025:

- 75 % des BEC par énergie renouvelable
- 85 % des CTA par énergie renouvelable

### Conversion avant 31 décembre 2030:

- 85 % des BEC par énergie renouvelable
- 90 % des CTA par énergie renouvelable

### Conversion après 2030:

- 100 % des BEC par énergie renouvelable
- 100 % des CTA par énergie renouvelable

BEC: Besoins d'énergie annuels de chauffage

CTA: Consommation totale annuelle

## Cibles gouvernementales pour le secteur éducation

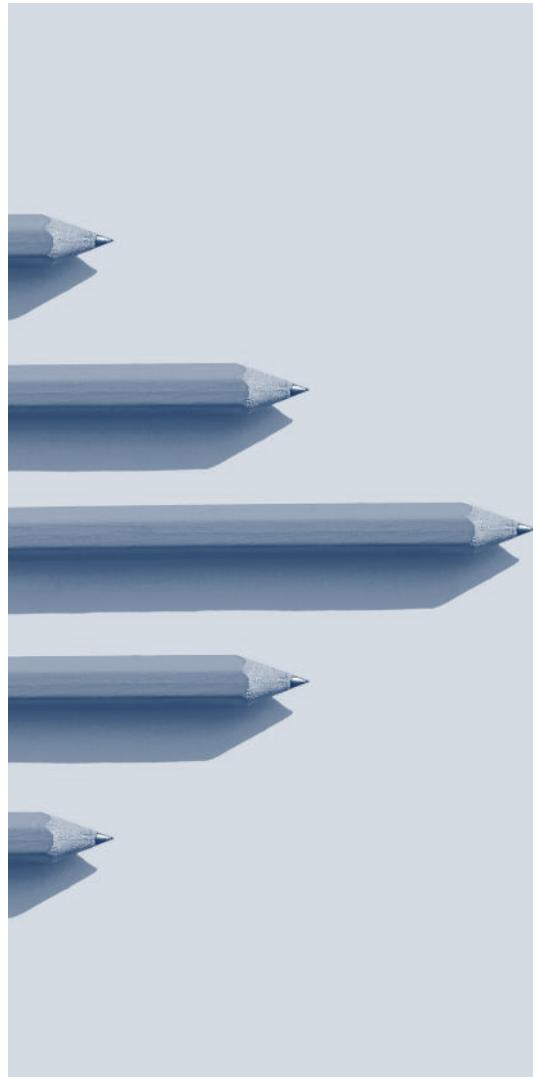
### Cibles 2030:

- Baisse de 60 % des émissions de GES par rapport à leur niveau de 1990.
- Baisse de l'intensité énergétique de 19% dans les commissions scolaires et de 20% dans les CEGEPs et universités.

### Cibles 2040:

- Zéro émission de GES.

# Planification



Ce document sert à stimuler la réflexion sur la planification de la décarbonation des bâtiments chez les gestionnaires de parcs immobilier et administrateurs du réseau. Sans pouvoir prédire le contexte spécifique de chacun, les paramètres ont été choisis pour permettre au plus grand nombre de bâtiments d'être représentés.

En premier lieu, le lecteur devrait identifier l'archétype qui ressemble le plus au bâtiment ciblé en matière d'équipements et énergies existants, mais également la superficie et l'intensité énergétique. La trajectoire identifiée pour chacun des archétypes devrait ensuite servir comme gabarit dans la planification des prochaines étapes. Les orientations techniques ne représentent pas des séries de projets indépendants, mais plutôt une logique d'actions à suivre pour optimiser les coûts et l'impact.

Une fois une trajectoire identifiée, des experts techniques devraient être consultés pour évaluer les coûts, les défis spécifiques à chaque site, et la séquence ultime en fonction du contexte local. Des considérations telles que la minimisation des interruptions, le maintien d'actif devraient être pris en compte lors de ce processus de planification.

Identifier d'avance les équipements en fin de vie utile est important pour prédire quelles mesures de décarbonation pourront ensuite être implantés lors du remplacement. Une planification judicieuse peut aussi permettre de saisir l'opportunité présentée lors de bris d'équipement, évitant de le remplacer par un nouvel équipement incompatible avec les cibles. Le remplacement un-pour-un est à éviter dans tous les cas sans considération de décarbonation.

Dans le cas des bâtiments patrimoniaux, les trajectoires devraient être interprétées en tenant compte de leurs contraintes propres. La modification de ces bâtiments présente souvent d'importantes défis, mais cela ne doit pas empêcher l'effort de décarbonation, d'autant plus important dans ces bâtiments souvent énergivores.

# Logique de la décarbonation

De manière générale, chaque trajectoire se décompose en trois étapes : efficacité, gestion de la pointe et décarbonation, correspondant aux piliers de l'exemplarité de l'État en matière de décarbonation.

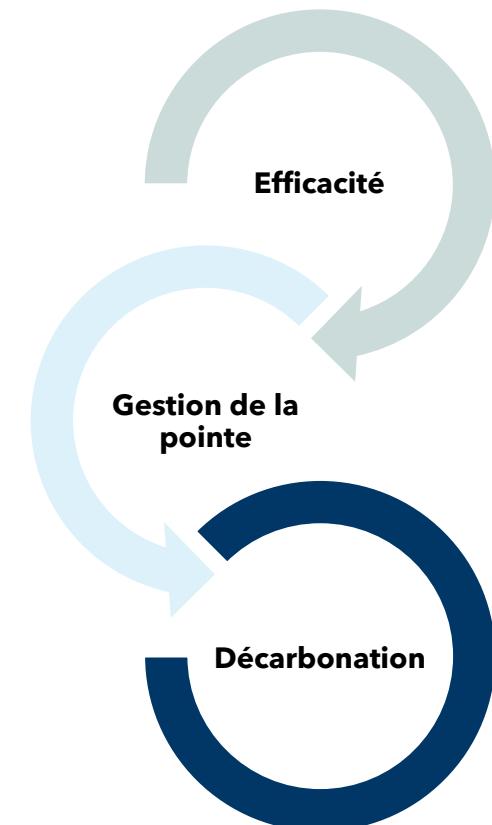
En premier lieu, une application agressive de l'efficacité énergétique s'impose pour chaque bâtiment, optimisant la consommation, réduisant les dépenses énergétiques et minimisant les charges à décarboner par la suite.

Une fois la consommation optimisée, la stratégie de gestion de la pointe vise à libérer de la capacité électrique et à minimiser l'impact sur la pointe du réseau électrique, en exploitant la complémentarité des sources et les systèmes de contrôles centralisés.

Finalement, les charges sont converties, avec l'ajout de thermopompes, complétées par des appareils d'appoint, rendant la fourniture d'énergie aux usagers à la fois décarbonée et efficace. Les appareils d'appoint exploitent la complémentarité des sources en utilisant le mazout (appelé à être éliminé progressivement), le GN - et préférablement le GNR-, la biomasse, ou encore des technologies de stockage, afin de fournir la chaleur en période de pointe période de pointe électrique, tout en respectant les exigences en matière de BEC et de CTA. La priorité pour conversion à l'électricité est donnée aux applications offrant des solutions à fort impact, telles que les thermopompes, qui fournissent plus d'énergie (et déplacent donc plus de gaz à effet de serre) par unité d'énergie électrique consommée que des solutions comme la résistance électrique.

La séquence est illustrée à la prochaine page avec des exemples de chaque mesure.

## Piliers de l'exemplarité de l'État



# Logique de la décarbonation

*Diminuer l'intensité énergétique de 20% par rapport à 2012 avant 2030*

## EFFICACITÉ *Réduction des besoins d'énergie*

### **Mesures de réduction**

- Centralisation des contrôles
- Remise au point des systèmes (RCx)
- Contrôle de la demande (variateurs de vitesse)
- Conversion éclairage DEL
- Détection de présence pour éclairage
- Étanchéisation de l'enveloppe
- Appareils à faible débit

### **Mesures de récupération**

- Récupération de la chaleur de l'air évacué
- Récupération de la chaleur des eaux grises
- Récupération de la chaleur des refroidisseurs

*Exploiter la complémentarité des sources d'énergie disponibles*

## GESTION DE LA POINTE *Mitigation de l'impact sur le réseau*

### **Mesures de réduction de la pointe**

- Stockage de chaleur par accumulateur thermique central (ATC) et local (ATL)
- Stockage chimique par batteries
- Stratégies de gestion par BMS (préchauffage et délestage des charges en période de pointe)

### **Complémentarité des sources**

- Utilisation de systèmes hybrides

*Éliminer 60% des émissions de GES par rapport à 1990 avant 2030*

## DÉCARBONATION *Élimination des émissions de gaz à effet de serre (GES)*

### **Conversion de réseaux**

- Transformer les réseaux à vapeur et à haute température pour permettre la récupération et l'utilisation de thermopompes

### **Installation de thermopompes**

- Utilisation de thermopompes aérothermiques et/ou géothermiques pour décarboner efficacement la production de chaleur pour espaces, air, eau et refroidissement

### **Solutions pour les émissions résiduelles**

- En dernière étape, changer les carburants fossiles pour d'autres solutions énergétiques, tels que le GNR

# Méthodologie et sélection de solutions

La sélection des archétypes a été faite pour refléter la plus grande diversité possible de bâtiments du secteur. Bien qu'ils ne représentent pas chacun de manière exacte, leur conception vise à permettre à chacun de s'identifier et de s'orienter parmi les prochaines étapes. En réalité, la plupart auront déjà entamé leur transition et mis en œuvre plusieurs des mesures identifiées.

L'intensité énergétique et la distribution de l'utilisation finale d'énergie pour chaque archétype sont basées sur les données gouvernementales provinciales et fédérales sur le secteur de l'éducation québécois. Les paramètres des mesures d'efficacité et de décarbonation ont été conçus selon des guides de ressources techniques publiés par divers fournisseurs énergétiques nord-américains, et adaptés au contexte québécois. En général, les chaudières sont considérées comme sans condensation.

Les mesures retenues pour chaque trajectoire ont été sélectionnées pour optimiser l'atteinte des cibles de l'exemplarité à l'horizon 2030 à moindre coût, suivant la logique de décarbonation expliquée plus haut.

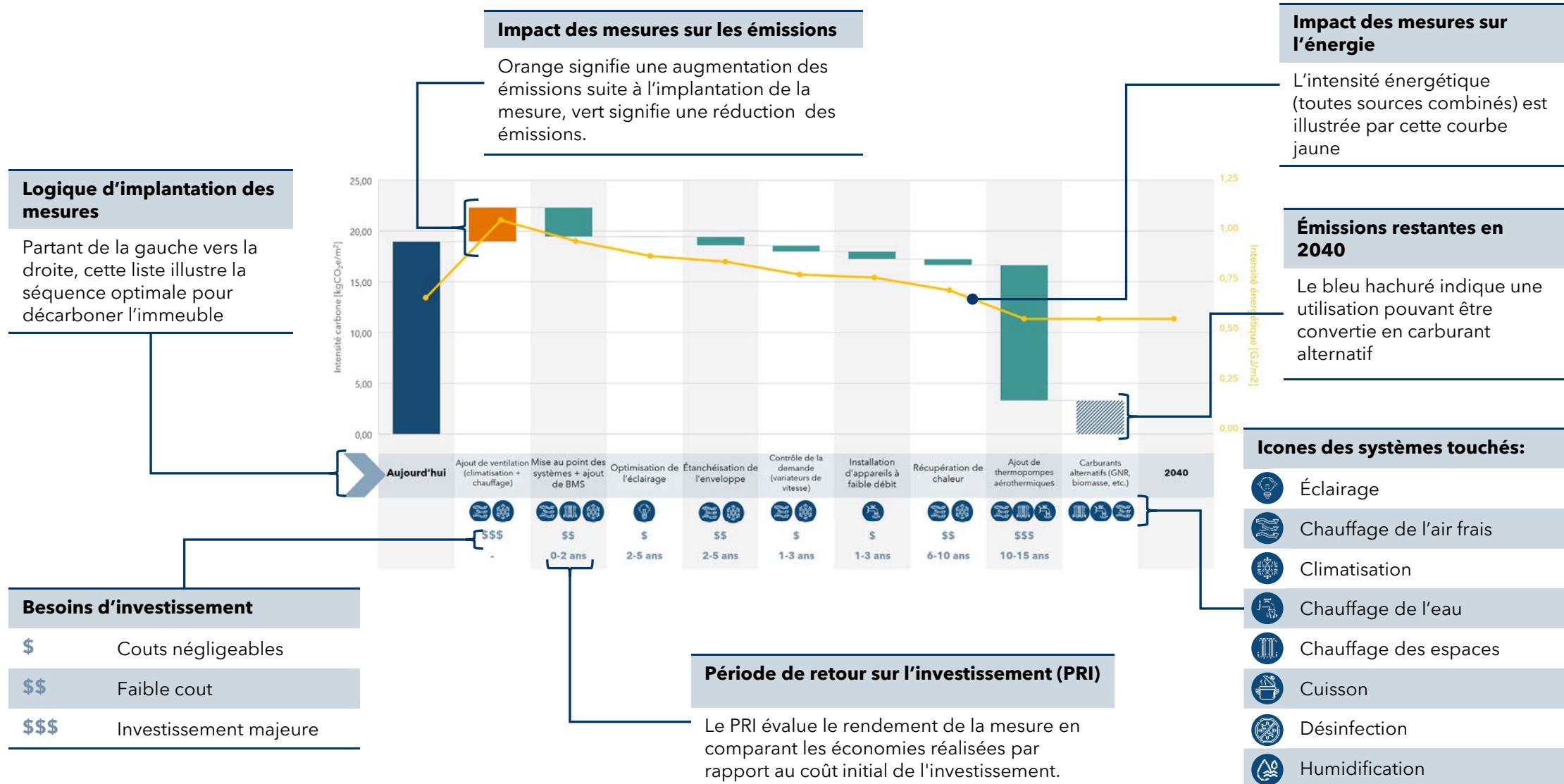
Nous avons retenu les thermopompes géothermiques pour les très grands sites et pour les sites sans accès au gaz naturel pour illustrer les réductions possibles, mais **le choix entre géothermie et aérothermie doit se faire en consultation avec des experts**, selon des critères spécifiques à chaque site tel que la configuration, les charges et la géologie.

Les solutions retenues sont conçues pour s'intégrer aux réseaux existants. Les réseaux hydroniques sont réutilisés lorsque possible, et les équipements de chauffage à combustible sont souvent retenus pour permettre l'opération en période de pointe électrique. Seulement lorsque jugé nécessaire (c.-à-d. pour installation de système d'air neuf ou pour remplacement de réseau de vapeur), de nouveaux réseaux sont sélectionnés, et leurs coûts d'installation considérés. Nous avons également conservé les chaudières pour fins d'humidification. Toujours en suivant la logique de décarbonation, l'électrification de l'humidification présente moins de potentiel de réduction de GES par unité d'électricité consommé, et donc a été dépriorisée par rapport aux besoins de chauffage.

Un modèle de calcul Excel a finalement intégré les paramètres de l'archétype et des mesures pour produire les trajectoires illustrées dans ce rapport.

**Note :** Le gaz naturel renouvelable est présenté comme option de conversion des dernières émissions dans les cas de bâtiments ayant accès au réseau gazier. Bien que le GNR a un rôle important à jouer dans la décarbonation du Québec, d'autres options pourraient également y contribuer, notamment diverses formes de biomasse et de stockage. Il demeure important d'examiner toutes les options complémentaires pour éliminer les émissions résiduelles, en fonction des ressources disponibles et des besoins précis de chaque bâtiment.

# Interprétation des trajectoires



# | Trajectoires

# Index des archétypes

Type	Taille	Énergie principale	Ventilation	Page
Primaire	< 3 000 m <sup>2</sup>	Gaz naturel	Non	<a href="#">15</a>
		Mazout	Non	<a href="#">17</a>
	> 3 000 m <sup>2</sup>	Gaz naturel	Non	<a href="#">19</a>
		Mazout	Non	<a href="#">21</a>
Secondaire	< 10 000 m <sup>2</sup>	Gaz naturel	Non	<a href="#">23</a>
		Électricité	Non	<a href="#">25</a>
	> 10 000 m <sup>2</sup>	Gaz naturel	Oui	<a href="#">27</a>
		Électricité	Oui	<a href="#">29</a>
CEGEP/Université	< 100 000 m <sup>2</sup>	Gaz naturel	Oui	<a href="#">31</a>
		Électricité	Oui	<a href="#">33</a>
	> 100 000 m <sup>2</sup>	Gaz naturel	Oui	<a href="#">35</a>

# Petite école primaire avec accès au gaz

Cet archétype représente une école primaire de 1800 m<sup>2</sup> datant des années 1960. Elle n'est pas ventilée ou climatisée. Pour chauffer les espaces, des radiateurs hydroniques sont alimentés en eau chaude par une chaudière au gaz naturel. L'eau domestique est également chauffée par gaz. L'éclairage est fourni par une variété de technologies, dont des luminaires T8.

Archétype			
Gisement	Technologie	GES (tCO <sub>2</sub> e)	GJ
Chauffage des espaces	Radiateurs hydr. + chaudière gaz	30,0	600
Chauffage de l'air	Sans ventilation	-	-
Chauffage de l'eau	Chauffe-eau central au gaz	4,2	85
Climatisation	Sans climatisation	-	-
Éclairage	Éclairage mixte	0,1	220

## Une trajectoire pour ajouter du confort tout en réduisant ses émissions

En premier lieu, l'école intègre un système de ventilation (incluant climatisation et chauffage de l'air neuf par une thermopompe aérothermique avec brûleurs au gaz naturel en appoint, pour répondre aux normes gouvernementales. Bien que cela améliore le confort, cela entraîne une augmentation de la consommation énergétique en été et en hiver.

**Efficacité:** Des systèmes de contrôle centralisés sont implantés d'abord pour assurer le suivi de la décarbonation. Ensuite les systèmes mécaniques sont remis au point, des variateurs de vitesse sont installés, des variateurs de vitesse sont installés, l'éclairage est optimisé avec l'ajout de détecteurs de présence et l'installation de luminaires DEL, l'enveloppe de l'école est étanchéisée, des appareils à faible débit sont installés pour l'eau chaude domestique, et des systèmes de récupération de chaleur de l'air évacué sont ajoutés au nouveau système de ventilation.

**Gestion de la pointe:** La chaudière et les brûleurs au gaz naturel pour la ventilation sont utilisés uniquement pendant les périodes de pointe hivernales afin d'atténuer l'impact sur le réseau électrique, en coordination avec des accumulateur thermique centrale.

**Décarbonation:** Afin de réduire la consommation liée au chauffage des espaces et de l'eau domestique, des thermopompes aérothermiques sont installées, tout en préservant le réseau hydraulique et la chaudière au gaz naturel. La chaudière est approvisionnée en gaz naturel renouvelable pour compléter la décarbonation de l'école.

# Petite école primaire avec accès au gaz



# Petite école primaire sans accès au gaz

Cet archétype représente une école primaire de 1 800 m<sup>2</sup> datant des années 1960. Elle n'est pas ventilée ou climatisée. Pour chauffer les espaces, des radiateurs hydroniques sont alimentés en eau chaude par une chaudière au mazout. L'eau domestique est chauffée par électricité. L'éclairage est fourni par une variété de technologies, dont des luminaires T8.

Archétype			
Gisement	Technologie	GES (tCO <sub>2</sub> e)	GJ
Chauffage des espaces	Radiateurs hydr. + chaudière mazout	39,2	530
Chauffage de l'air	Sans ventilation	-	-
Chauffage de l'eau	Chauffe-eau électrique	-	75
Climatisation	Sans climatisation	-	-
Éclairage	Éclairage mixte	0,1	195

## Une trajectoire pour ajouter du confort tout en réduisant ses émissions

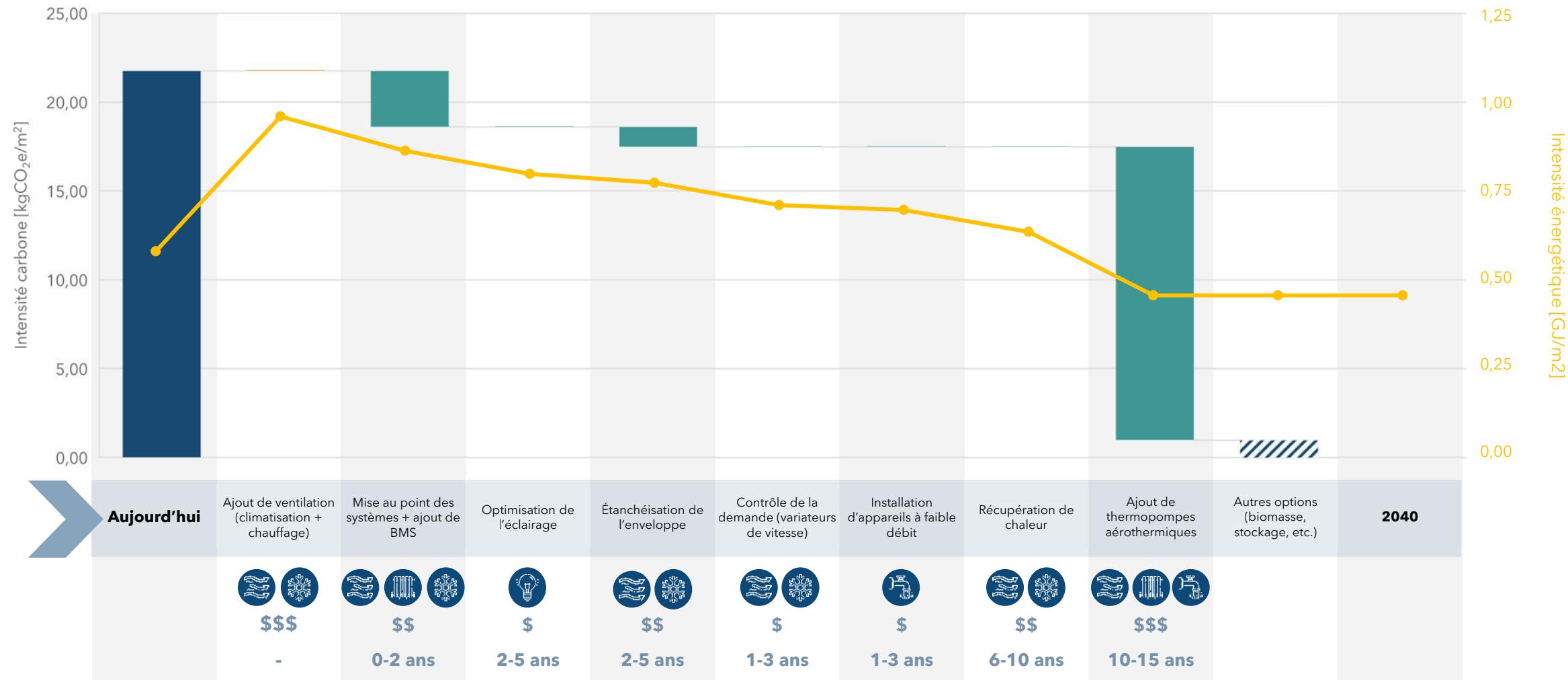
En premier lieu, l'école intègre un système de ventilation (incluant climatisation et chauffage de l'air neuf par une thermopompe géothermique avec résistance électrique en appont) pour répondre aux normes gouvernementales de qualité de l'air intérieure. Bien que cela améliore le confort, cela entraîne une augmentation de la consommation énergétique en été et en hiver.

**Efficacité:** Premièrement, des systèmes de contrôle centralisés sont implantés pour assurer le suivi de la décarbonation. Ensuite les systèmes mécaniques sont remis au point, des variateurs de vitesse sont installés, l'éclairage est optimisé avec l'ajout de détecteurs de présence et l'installation de luminaires DEL, l'enveloppe de l'école est étanchéifiée, des appareils à faible débit sont installés pour l'eau chaude domestique, et des systèmes de récupération de chaleur de l'air évacué sont ajoutés au nouveau système de ventilation.

**Gestion de la pointe:** La chaudière au mazout est conservée pour le reste de sa vie utile, maintenant utilisée pendant les périodes de pointes hivernales pour chauffer les espaces. Le contrôle des systèmes centralisés sur le BMS ainsi qu'un accumulateur thermique centrale permet de diminuer la demande pour ventilation lors de la pointe en préchauffant le bâtiment et en diminuant la consigne par la suite.

**Décarbonation:** Finalement, maintenant que les besoins sont minimisés, des thermopompes géothermiques sont installées, produisant de la chaleur efficacement et sans émissions pour le chauffage des espaces et de l'eau chaude domestique.

# Petite école primaire sans accès au gaz



# Grande école primaire avec accès au gaz

Cet archétype représente une école primaire de 5 000 m<sup>2</sup> datant des années 1960. Elle n'est pas ventilée ou climatisée. Pour chauffer les espaces, des radiateurs hydroniques sont alimentés en eau chaude par une chaudière au gaz naturel. L'eau domestique est également chauffée par gaz. L'éclairage est fourni par une variété de technologies, dont des luminaires T8.

Archétype			
Gisement	Technologie	GES (tCO <sub>2</sub> e)	GJ
Chauffage des espaces	Radiateurs hydr. + chaudière gaz	83,2	1 670
Chauffage de l'air	Sans ventilation	-	-
Chauffage de l'eau	Chauffe-eau central au gaz	11,6	235
Climatisation	Sans climatisation	-	-
Éclairage	Éclairage mixte	0,3	610

## Une trajectoire pour ajouter du confort tout en réduisant ses émissions

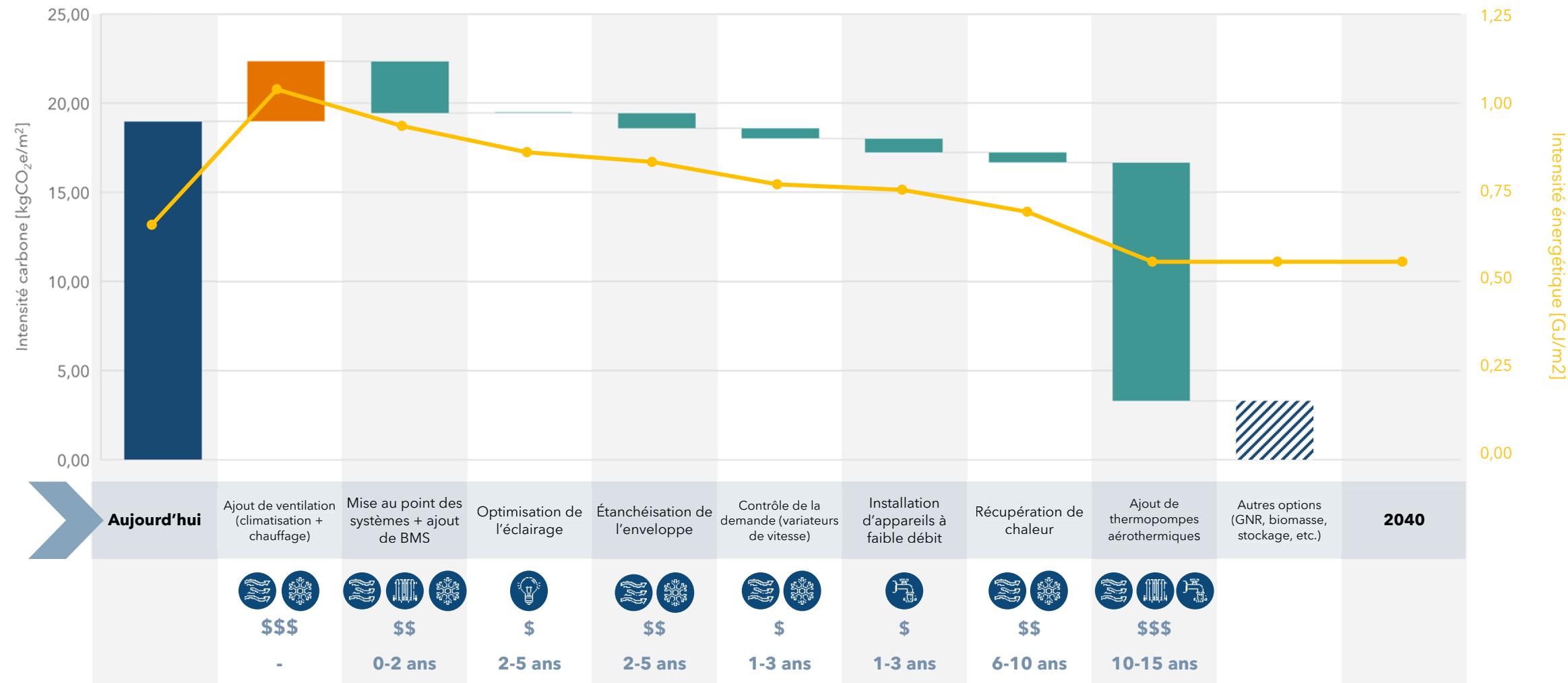
En premier lieu, l'école primaire intègre un système de ventilation (incluant climatisation et chauffage de l'air neuf par une thermopompe aérothermique avec bruleurs au gaz naturel en appoint) pour répondre aux normes gouvernementales. Bien que cela améliore le confort, cela entraîne une augmentation de la consommation énergétique en été et en hiver.

**Efficacité:** Des systèmes de contrôle centralisés sont implantés d'abord pour assurer le suivi de la décarbonation. Ensuite les systèmes mécaniques sont remis au point, des variateurs de vitesse sont installés, l'éclairage est optimisé avec l'ajout de détecteurs de présence et l'installation de luminaires DEL, l'enveloppe de l'école est étanchéisée, des appareils à faible débit sont installés pour l'eau chaude domestique, et des systèmes de récupération de chaleur de l'air évacué sont ajoutés au nouveau système de ventilation.

**Gestion de la pointe:** La chaudière et les bruleurs au gaz naturel pour ventilation sont utilisés pendant les périodes de pointes hivernales pour atténuer l'impact sur le réseau électrique, en coordination avec un accumulateur thermique centrale.

**Décarbonation:** Afin de réduire la consommation liée au chauffage des espaces et de l'eau domestique, des thermopompes aérothermiques sont installées, tout en préservant le réseau hydraulique et la chaudière au gaz. La chaudière est approvisionnée en gaz naturel renouvelable pour compléter la décarbonation de l'école.

# Grande école primaire avec accès au gaz



# Grande école primaire sans accès au gaz

Cet archétype représente une école primaire de 5 000 m<sup>2</sup> datant des années 1960. Elle n'est pas ventilée ou climatisée. Pour chauffer les espaces, des radiateurs hydroniques sont alimentés en eau chaude par une chaudière au mazout. L'eau domestique est chauffée par résistance électrique. L'éclairage est fourni par une variété de technologies, dont des luminaires T8.

Archétype			
Gisement	Technologie	GES (tCO <sub>2</sub> e)	GJ
Chauffage des espaces	Radiateurs hydr. + chaudière mazout	110	1 470
Chauffage de l'air	Sans ventilation	-	-
Chauffage de l'eau	Chauffe-eau électrique	0,1	205
Climatisation	Sans climatisation	-	-
Éclairage	Éclairage mixte	0,3	540

## Une trajectoire pour ajouter du confort tout en réduisant ses émissions

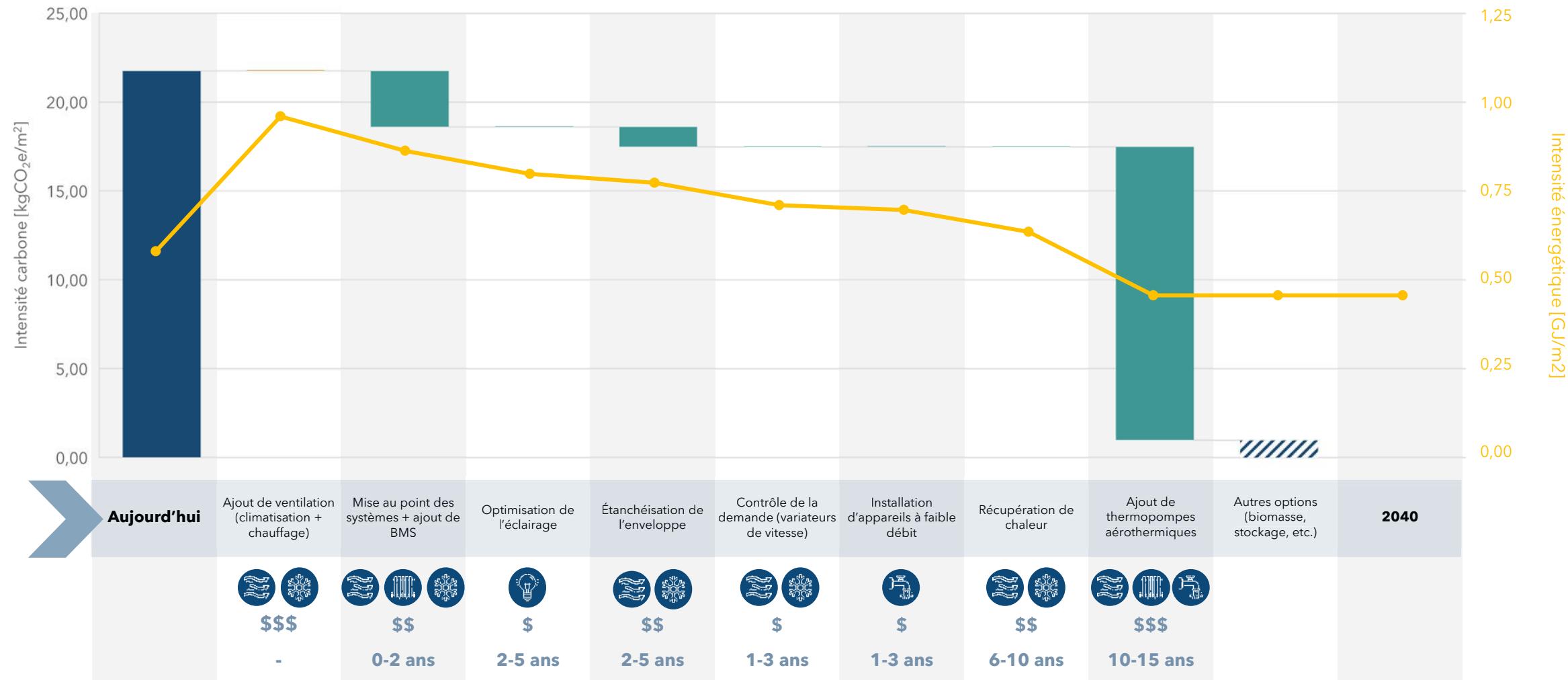
En premier lieu, l'école intègre un système de ventilation (incluant climatisation et chauffage de l'air neuf par une thermopompe géothermique avec résistance électrique en appoint) pour répondre aux normes gouvernementales de qualité de l'air intérieure. Bien que cela améliore le confort, cela entraîne une augmentation de la consommation énergétique en été et en hiver.

**Efficacité:** Premièrement, des systèmes de contrôle centralisés sont implantés pour assurer le suivi de la décarbonation. Ensuite les systèmes mécaniques sont remis au point, des variateurs de vitesse sont installés, l'éclairage est optimisé avec l'ajout de détecteurs de présence et l'installation de luminaires DEL, l'enveloppe de l'école est étanchéifiée, des appareils à faible débit sont installés pour l'eau chaude domestique, et des systèmes de récupération de chaleur de l'air évacué sont ajoutés au nouveau système de ventilation.

**Gestion de la pointe:** La chaudière au mazout est conservée, maintenant utilisée pendant les périodes de pointes hivernales pour chauffer les espaces. Le contrôle des systèmes centralisés sur le BMS ainsi qu'un accumulateur thermique centrale permet de diminuer la demande pour ventilation lors de la pointe en préchauffant le bâtiment et en diminuant la consigne par la suite.

**Décarbonation:** Finalement, maintenant que les besoins sont minimisés, des thermopompes géothermiques sont installées, produisant de la chaleur efficacement et sans émissions pour le chauffage des espaces et de l'eau chaude domestique.

# Grande école primaire sans accès au gaz



# Petite école secondaire avec accès au gaz

Cet archétype représente une école secondaire de 5 000m<sup>2</sup> datant des années 1960. Elle n'est pas ventilée ou climatisée. Pour chauffer les espaces, des radiateurs hydroniques sont alimentés en eau chaude par une chaudière au gaz naturel. L'eau domestique est également chauffée par gaz. L'éclairage est fourni par une variété de technologies, dont des luminaires T8.

Archétype			
Gisement	Technologie	GES (tCO <sub>2</sub> e)	GJ
Chauffage des espaces	Radiateurs hydr. + chaudière gaz	83,2	1 670
Chauffage de l'air	Sans ventilation	-	-
Chauffage de l'eau	Chauffe-eau central au gaz	11,6	235
Climatisation	Sans climatisation	-	-
Éclairage	Éclairage mixte	0,3	610

## Une trajectoire pour ajouter du confort tout en réduisant ses émissions

En premier lieu, l'école intègre un système de ventilation (incluant climatisation et chauffage de l'air neuf par une thermopompe aérothermique avec bruleurs au gaz naturel en appoint) pour répondre aux normes gouvernementales. Bien que cela améliore le confort, cela entraîne une augmentation de la consommation énergétique en été et en hiver.

**Efficacité:** Des systèmes de contrôle centralisés sont implantés d'abord pour assurer le suivi de la décarbonation. Ensuite les systèmes mécaniques sont remis au point, des variateurs de vitesse sont installés, l'éclairage est optimisé avec l'ajout de détecteurs de présence et l'installation de luminaires DEL, l'enveloppe de l'école est étanchéisée, des appareils à faible débit sont installés pour l'eau chaude domestique, et des systèmes de récupération de chaleur de l'air évacué sont ajoutés au nouveau système de ventilation.

**Gestion de la pointe:** La chaudière et les bruleurs au gaz naturel pour ventilation sont utilisés pendant les périodes de pointes hivernales pour atténuer l'impact sur le réseau électrique, en coordination avec un accumulateur thermique centrale.

**Décarbonation:** Afin de réduire la consommation liée au chauffage des espaces et de l'eau domestique, des thermopompes aérothermiques sont installées, tout en préservant le réseau hydraulique et la chaudière au gaz. La chaudière est approvisionnée en gaz naturel renouvelable pour compléter la décarbonation de l'école.

# Petite école secondaire avec accès au gaz



# Petite école secondaire sans accès au gaz

Cet archétype représente une école secondaire de 5 000 m<sup>2</sup> datant des années 1960. Elle n'est pas ventilée ou climatisée. Des plinthes électriques chauffent les espaces. L'eau domestique est également chauffée par chauffe-eau électrique. L'éclairage est fourni par une variété de technologies, dont des luminaires T8.

Archétype			
Gisement	Technologie	GES (tCO <sub>2</sub> e)	GJ
Chauffage des espaces	Plinthe électrique	0,7	1 295
Chauffage de l'air	Sans ventilation	-	-
Chauffage de l'eau	Chauffe-eau électrique	0,1	180
Climatisation	Sans climatisation	-	-
Éclairage	Éclairage mixte	0,3	475

## Une trajectoire pour ajouter du confort sans augmenter sa demande en électricité

En premier lieu, l'école secondaire intègre un système de ventilation (incluant climatisation et chauffage de l'air neuf par une thermopompe géothermique avec résistance électrique en appont) pour répondre aux normes gouvernementales de qualité de l'air intérieure. Bien que cela améliore le confort, cela entraîne une augmentation de la consommation énergétique en été et en hiver.

**Efficacité:** Des systèmes de contrôle centralisés sont implantés pour suivre la consommation. Ensuite les systèmes sont remis au point, des variateurs de vitesse sont installés, l'éclairage est optimisé avec l'ajout de détecteurs de présence et l'installation de luminaires DEL, l'enveloppe de l'école est étanchéisée, des appareils à faible débit sont installés pour l'eau chaude domestique, et des systèmes de récupération de chaleur de l'air évacué sont ajoutés au nouveau système de ventilation.

**Gestion de la pointe:** Le contrôle des systèmes centralisés permet de maintenant de préchauffer le bâtiment et diminuer la consigne lors des pointes hivernales, en coordination avec un accumulateur thermique centrale.

**Décarbonation:** Le bâtiment étant déjà décarboné, cette étape a comme but de diminuer au maximum ses besoins électriques pour permettre aux autres usagers d'en profiter pour se décarboner. Suite à l'optimisation de la consommation par l'efficacité, des thermopompes géothermiques sont installées, produisant de la chaleur efficacement pour le chauffage de l'eau chaude domestique. Puisqu'il n'y a pas de réseau hydronique, les espaces continuent à être chauffés par plinthes.

# Petite école secondaire sans accès au gaz



# Grande école secondaire avec accès au gaz

Cet archétype représente une école secondaire de 20 000 m<sup>2</sup> datant des années 1960. Pour chauffer les espaces, des radiateurs hydroniques sont alimentés en eau chaude par une chaudière au gaz naturel. L'eau domestique est également chauffée par gaz. L'air frais est chauffé par un brûleur au gaz naturel. L'éclairage est fourni par une variété de technologies, dont des luminaires T8. La climatisation est faite par refroidisseur.

Archétype			
Gisement	Technologie	GES (tCO <sub>2</sub> e)	GJ
Chauffage des espaces	Radiateurs hydr. + chaudière gaz	191	3 830
Chauffage de l'air	Unités au gaz	191	3 830
Chauffage de l'eau	Chauffe-eau central au gaz	53,4	1 070
Climatisation	Refroidisseur	0,6	985
Éclairage	Éclairage mixte	1,6	2 810

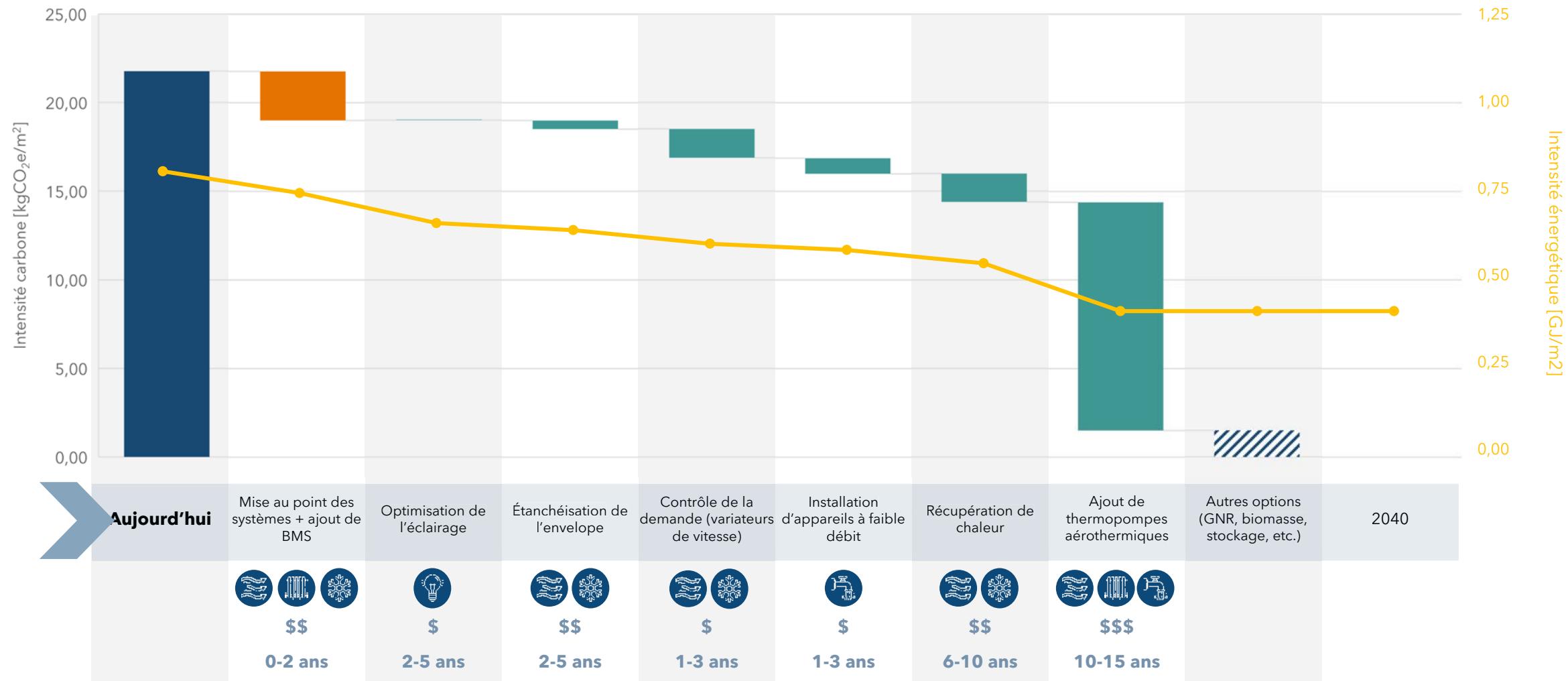
## Une trajectoire pour décarboner efficacement

**Efficacité:** Des systèmes de contrôle centralisés sont implantés d'abord pour assurer le suivi de la décarbonation. Ensuite les systèmes mécaniques sont remis au point, des variateurs de vitesse sont installés, l'éclairage est optimisé avec l'ajout de détecteurs de présence et l'installation de luminaires DEL, l'enveloppe de l'école est étanchéisée, des appareils à faible débit sont installés pour l'eau chaude domestique, et des systèmes de récupération de chaleur de l'air évacué sont ajoutés au système de ventilation.

**Gestion de la pointe:** La chaudière et les brûleurs au gaz naturel pour ventilation sont conservées et utilisées pendant les périodes de pointes hivernales pour atténuer l'impact sur le réseau électrique, en coordination avec un accumulateur thermique centrale.

**Décarbonation:** Afin de réduire la consommation liée au chauffage des espaces, de l'air et de l'eau domestique, des thermopompes aérothermiques sont installées, tout en préservant le réseau hydronique et la chaudière au gaz. Exploiter la complémentarité des sources atténue l'impact du chauffage des espaces et de l'air pendant les pointes hivernales. La chaudière est approvisionnée en gaz naturel renouvelable pour compléter la décarbonation de l'école.

# Grande école secondaire avec accès au gaz



# Grande école secondaire sans accès au gaz

Cet archétype représente une école secondaire de 20 000 m<sup>2</sup> datant des années 1960. L'air frais est chauffé par résistance électrique, les plinthes électriques chauffent les espaces. L'eau domestique est également chauffée par chauffe-eau électrique. L'éclairage est fourni par une variété de technologies, dont des luminaires T8.

Archétype			
Gisement	Technologie	GES (tCO <sub>2</sub> e)	GJ
Chauffage des espaces	Plinthe électrique	1,4	2 520
Chauffage de l'air	RTU électrique	1,4	2 520
Chauffage de l'eau	Chauss-eau électrique	0,4	705
Climatisation	Refroidisseur	0,4	650
Éclairage	Éclairage mixte	1,0	1 850

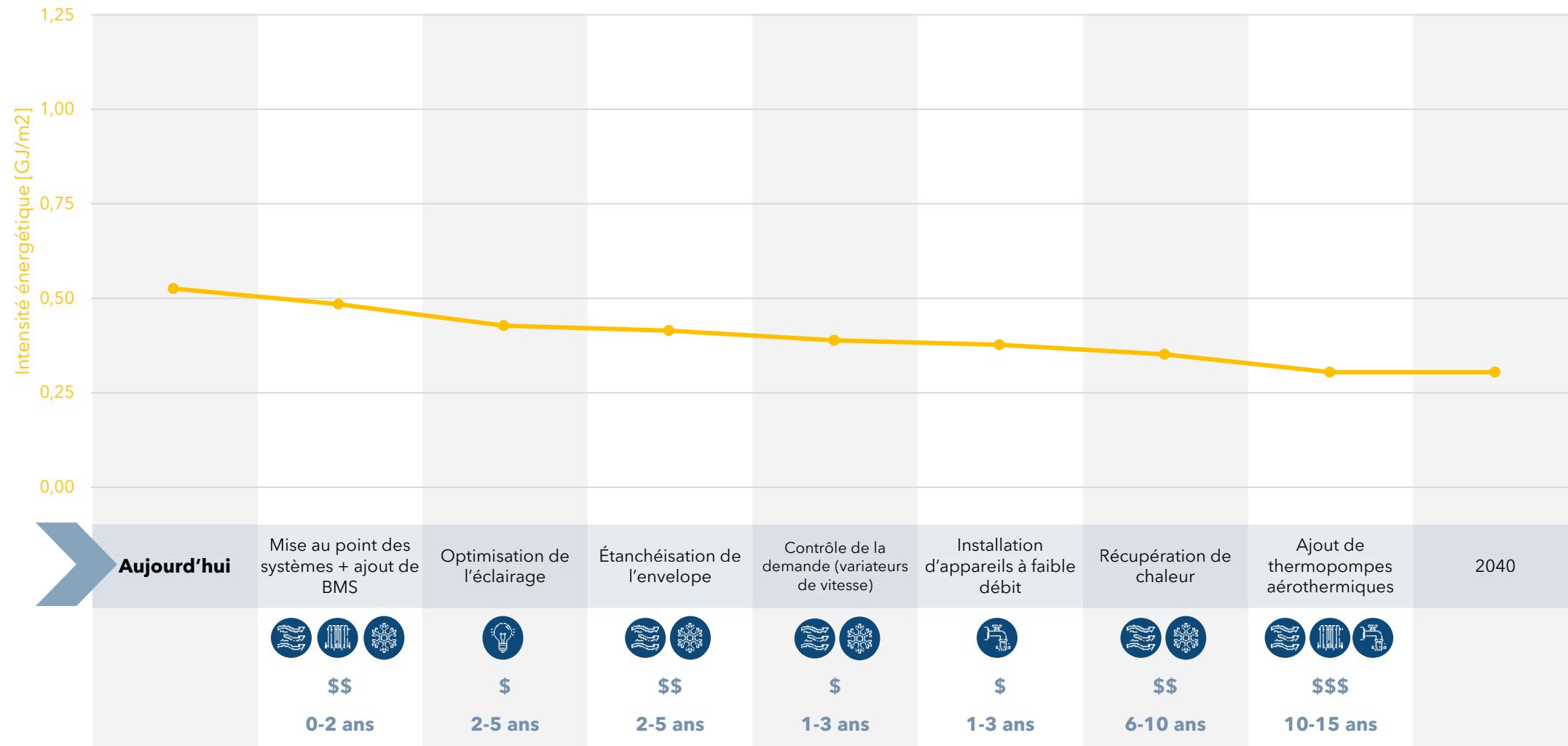
## Une trajectoire pour décarboner efficacement

**Efficacité:** Des systèmes de contrôle centralisés sont implantés d'abord pour suivre la consommation. Ensuite les systèmes sont remis au point, des variateurs de vitesse sont installés, l'éclairage est optimisé avec l'ajout de détecteurs de présence et l'installation de luminaires DEL, l'enveloppe de l'école est étanchéisée, des appareils à faible débit sont installés pour l'eau chaude domestique, et des systèmes de récupération de chaleur de l'air évacué sont ajoutés au système de ventilation.

**Gestion de la pointe:** Le contrôle des systèmes centralisés permet de maintenant de préchauffer le bâtiment et diminuer la consigne lors des pointes hivernales, en coordination avec un accumulateur thermique centrale.

**Décarbonation:** Le bâtiment étant déjà décarboné, cette étape a comme but de diminuer au maximum ses besoins électriques pour permettre aux autres usagers d'en profiter pour se décarboner. Suite à l'optimisation de la consommation par l'efficacité, des thermopompes géothermiques sont installées, produisant de la chaleur efficacement pour le chauffage de l'air frais et de l'eau chaude domestique. Puisqu'il n'y a pas de réseau hydronique, les espaces continuent à être chauffés par plinthes.

# Grande école secondaire sans accès au gaz



# CEGEP ou petite université avec accès au gaz

Cet archétype représente une université de 55 000 m<sup>2</sup> datant des années 1960. Pour chauffer les espaces et l'air frais, des radiateurs et serpentins hydroniques sont alimentés en eau chaude par une chaudière au gaz naturel. L'eau domestique est également chauffée par gaz. L'éclairage est fourni par une variété de technologies, dont des luminaires T8. La climatisation est faite par refroidisseur.

Archétype			
Gisement	Technologie	GES (tCO <sub>2</sub> e)	GJ
Chauffage des espaces	Radiateurs hydr. + chaudière gaz	525	10 535
Chauffage de l'air	Serpentins hydr. + chaudière gaz	525	10 535
Chauffage de l'eau	Chauffe-eau central au gaz	145	2 945
Climatisation	Refroidisseur	1,5	2 710
Éclairage	Éclairage mixte	4,4	7 730

## Une trajectoire pour décarboner efficacement

**Efficacité:** Des systèmes de contrôle centralisés sont implantés d'abord pour assurer le suivi de la décarbonation. Ensuite les systèmes mécaniques sont remis au point, des variateurs de vitesse sont installés, l'éclairage est optimisé avec l'ajout de détecteurs de présence et l'installation de luminaires DEL, l'enveloppe est étanchéisée et des appareils à faible débit sont installés pour l'eau chaude domestique. Des systèmes de récupération de chaleur sont ajoutés au système de ventilation et des refroidisseurs.

**Gestion de la pointe:** La chaudière et les bruleurs au gaz naturel pour ventilation sont conservés et utilisés pendant les périodes de pointes hivernales pour atténuer l'impact sur le réseau électrique, en coordination avec un accumulateur thermique centrale.

**Décarbonation:** Afin de réduire la consommation liée au chauffage des espaces, de l'air et de l'eau domestique, des thermopompes géothermiques sont installées, tout en préservant le réseau hydronique et la chaudière au gaz. Exploiter la complémentarité des sources atténue l'impact du chauffage des espaces et de l'air pendant les pointes hivernales. La chaudière est approvisionnée en gaz naturel renouvelable pour compléter la décarbonation.

# CEGEP ou petite université avec accès au gaz



# CEGEP ou petite université sans accès au gaz

Cet archétype représente une université de 55 000 m<sup>2</sup> datant des années 1960. Pour chauffer les espaces et l'air frais, des radiateurs et serpentins hydroniques sont alimentés en eau chaude par une chaudière électrique. L'eau domestique est également chauffée par chauffe-eau électrique. L'éclairage est fourni par une variété de technologies, dont des luminaires T8. La climatisation est faite par refroidisseur.

Archétype			
Gisement	Technologie	GES (tCO <sub>2</sub> e)	GJ
Chauffage des espaces	Radiateurs hydr. + chaudière électrique	3,9	6 925
Chauffage de l'air	Distribué: chaudière électrique	3,9	6 925
Chauffage de l'eau	Chauffe-eau électrique	1,1	1 935
Climatisation	Refroidisseur	1,0	1 785
Éclairage	Éclairage mixte	2,9	5 080

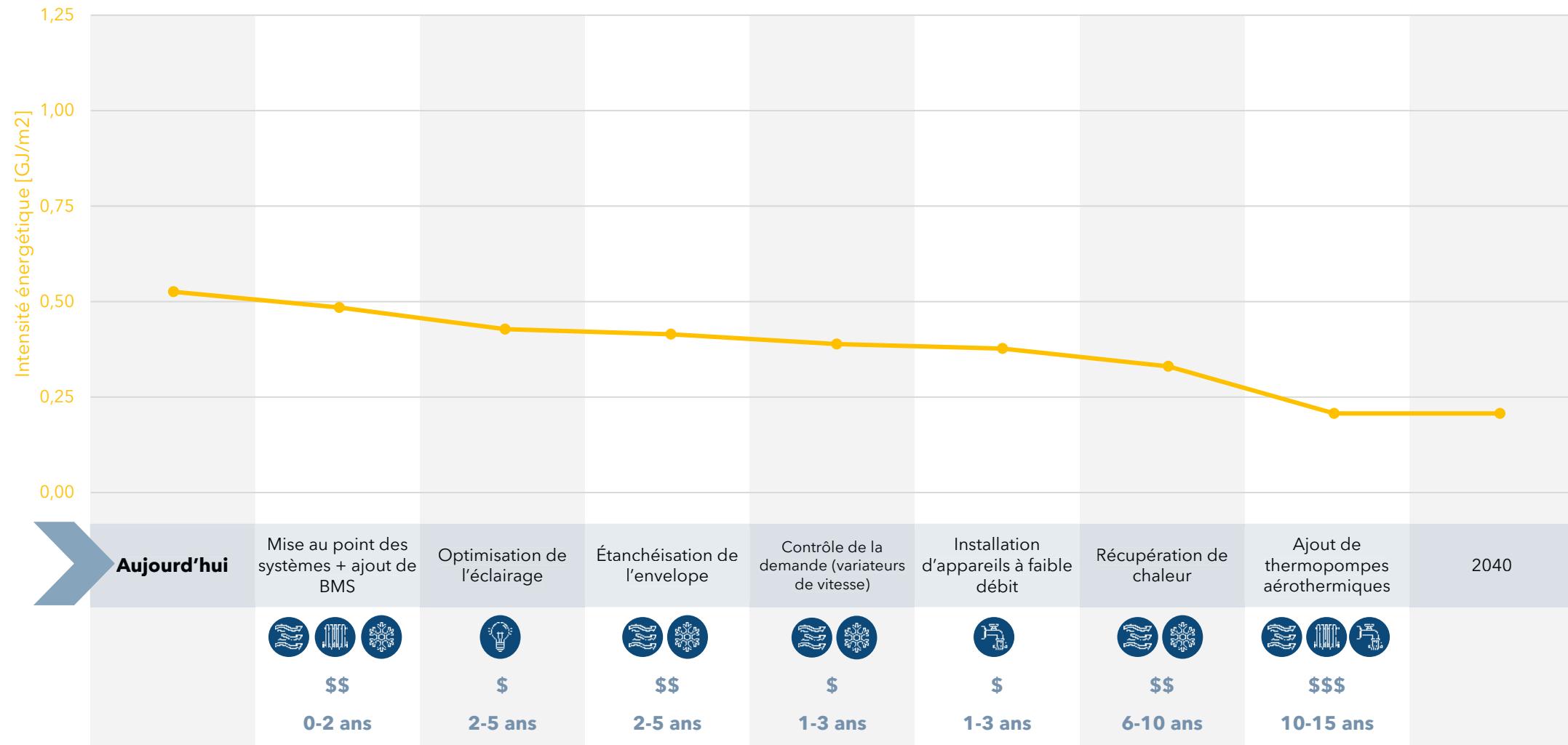
## Une trajectoire pour décarboner efficacement

**Efficacité:** Des systèmes de contrôle centralisés sont implantés d'abord pour suivre la consommation. Ensuite les systèmes sont remis au point, des variateurs de vitesse sont installés, l'éclairage est optimisé avec l'ajout de détecteurs de présence et l'installation de luminaires DEL, l'enveloppe est étanchéisée, et des appareils à faible débit sont installés pour l'eau chaude domestique. Des systèmes de récupération de chaleur sont ajoutés au système de ventilation et des refroidisseurs.

**Gestion de la pointe:** Le contrôle des systèmes centralisés et l'installation d'accumulateurs thermiques centraux permettent maintenant du préchauffage pour ensuite réduire la demande électrique en période de pointe.

**Décarbonation:** Le bâtiment étant déjà décarboné, cette étape a comme but de diminuer au maximum ses besoins électriques pour permettre aux autres usagers d'en profiter pour se décarboner. Suite à l'optimisation de la consommation par l'efficacité, des thermopompes géothermiques sont installées, produisant de la chaleur efficacement pour le chauffage de l'air frais, des espaces et de l'eau chaude domestique.

# CEGEP ou petite université sans accès au gaz



# Grande université avec accès au gaz

Cet archétype représente un campus université de 500 000 m<sup>2</sup> datant des années 1960. Pour chauffer les espaces et l'air frais, des radiateurs et serpentins à vapeur sont alimentés en eau chaude par des chaudières au gaz naturel. L'eau domestique est également chauffée par gaz. L'éclairage est fourni par une variété de technologies, dont des luminaires T8. La climatisation est faite par refroidisseur.

Archétype			
Gisement	Technologie	GES (tCO <sub>2</sub> e)	GJ
Chauffage des espaces	Radiateurs à vapeur + chaudières au gaz	4 780	95 775
Chauffage de l'air	Serpentins à vapeur + chaudières au gaz	4 780	95 775
Chauffage de l'eau	Chauss-eau centrales au gaz	1 335	26 765
Climatisation	Refroidisseurs	14	24 660
Éclairage	Éclairage mixte	40	70 270

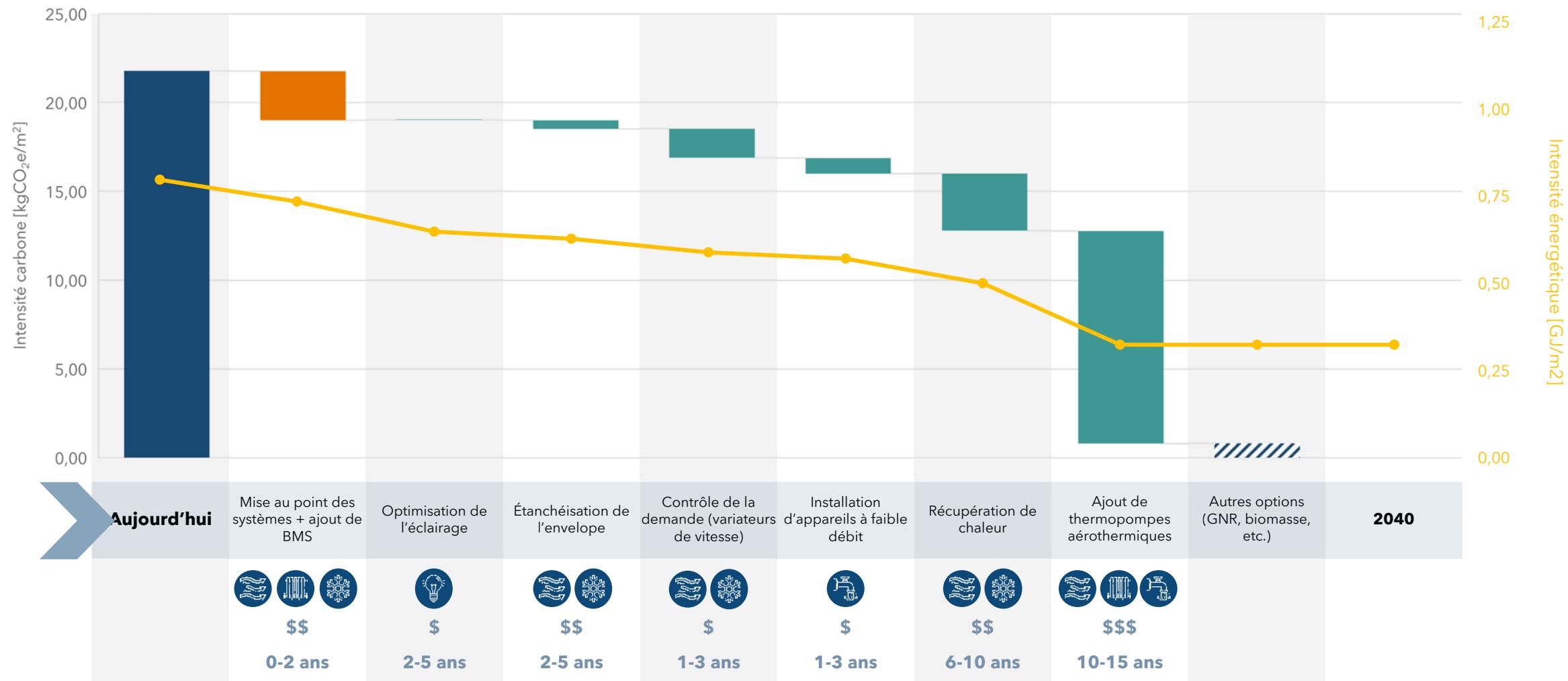
## Une trajectoire pour décarboner efficacement

**Efficacité:** Des systèmes de contrôle centralisés sont implantés d'abord pour assurer le suivi de la décarbonation. Ensuite les systèmes mécaniques sont remis au point, des variateurs de vitesse sont installés, l'éclairage est optimisé avec l'ajout de détecteurs de présence et l'installation de luminaires DEL, les enveloppes sont étanchéïsées et des appareils à faible débit sont installés pour l'eau chaude domestique. Des systèmes de récupération de chaleur sont ajoutés aux systèmes de ventilation et des refroidisseurs.

**Gestion de la pointe:** Les chaudières au gaz naturel sont conservées (avec échangeurs pour transférer la chaleur dans le réseau hydronique) et elles sont utilisées pendant les périodes de pointes hivernales pour atténuer l'impact sur le réseau électrique.

**Décarbonation:** Afin de décarboner les systèmes, le réseau de vapeur doit être converti en réseau hydronique. Ensuite, des thermopompes géothermiques en cascades sont installées pour fournir le chauffage des espaces et de l'air, tout en préservant les chaudières au gaz. Exploiter la complémentarité des sources atténue l'impact du chauffage des espaces et de l'air pendant les pointes hivernales. Les chaudières sont approvisionnées en gaz naturel renouvelable pour compléter la décarbonation de l'université.

# Grande université avec accès au gaz



# Technologies

## Fiches techniques

# Thermopompe géothermique

## Description sommaire

Une thermopompe géothermique extrait de la chaleur provenant du sol ou rejette de la chaleur dans le sol, afin de chauffer ou climatiser un bâtiment. La thermopompe est reliée à un système d'échange de chaleur avec le sol, typiquement composé de tuyaux de plastique enfouis dans lesquels circule un mélange d'eau et d'antigel. En mode chauffage, la thermopompe puise la chaleur dans le sol pour la transférer au bâtiment. En mode climatisation, la thermopompe prend la chaleur excédentaire du bâtiment et l'envoie dans le sol. En utilisant la chaleur contenue dans le sol, les thermopompes géothermiques opèrent à des efficacités largement supérieures aux systèmes à combustion ou à résistance électrique (typiquement entre 200% et 400% d'efficacité).

## Applications

- Chauffage des espaces, de l'air, et de l'eau chaude domestique

## Considérations opérationnelles

- Les thermopompes nécessitent un entretien simple, mais régulier pour garantir leur bon fonctionnement.
- Les thermopompes géothermiques requièrent un échangeur de chaleur souterrain, qui nécessite un espace relativement important, selon le type et la capacité du système. Les échangeurs sont typiquement installés sous les stationnements, terrains gazonnés, ou même sous le bâtiment.
- L'échangeur souterrain présente une durée de vie très longue, généralement estimée à 50-75 ans.

## Liens

- [Comment fonctionne une thermopompe \(Hydro-Québec\)](#)

## Critères de décarbonation efficiente

Décarbonation



Gestion de la pointe



Efficacité énergétique



## Subventions disponibles

Énergir

[Études et implantation](#)

Gazifère

-

Hydro-Québec

[Solutions efficaces](#)

MELCC

[Écoparformance](#)

## Exemples d'acteurs

- Firmes génie-conseil
- Trane
- Carrier
- York
- Daikin
- Autres
- Aermec

# Thermopompe air-eau

## Description sommaire

Une thermopompe à air ou aérothermique extrait de la chaleur de l'air extérieur ou rejette de la chaleur dans l'air extérieur, afin de chauffer ou climatiser un bâtiment. Une thermopompe air-eau chauffe le réseau d'eau de chauffage ou le réseau d'eau chaude domestique grâce à un compresseur qui permet d'extraire la chaleur de l'air extérieur, même par temps froids. Les radiateurs, ventilo-convection, serpentins de chauffage ou le plancher chauffant sont alors utilisés pour distribuer la chaleur produite par la thermopompe. On les trouve couramment dans les systèmes CVAC des bâtiments, pour chauffer les espaces ou l'eau chaude domestique. Contrairement aux thermopompes géothermiques, les thermopompes à air ne nécessitent pas la construction d'un échangeur de chaleur dans le sol; les thermopompes à air sont installées à l'extérieur du bâtiment et sont munies de ventilateurs et de serpentins permettant d'échanger la chaleur avec l'air ambiant.

Les thermopompes aérothermiques sont très efficaces et offrent des efficacités variantes typiquement entre 200 et 500 %, en fonction de la température de l'air extérieur et de la température du fluide à chauffer. Les thermopompes à air de type « climat froid » sont généralement en mesure de produire de la chaleur jusqu'à une température extérieure d'environ -20 à -25C.

## Applications

- Chauffage des espaces et de l'eau chaude domestique
- Ces systèmes sont généralement compatibles avec des réseaux thermiques, et peuvent être utilisés en mode 'cascade' pour augmenter la température d'alimentation

## Considérations opérationnelles

- Les thermopompes nécessitent un entretien simple, mais régulier pour garantir leur bon fonctionnement. Les thermopompes à air doivent être installées à l'extérieur du bâtiment, au sol ou sur le toit, mais nécessitent relativement peu d'espace.

## Liens

- [Comment fonctionne une thermopompe \(Hydro-Québec\)](#)

## Critères de décarbonation efficiente

Décarbonation



Gestion de la pointe



Efficacité énergétique



## Subventions disponibles

Énergor

[Études et implantation](#)

Gazifère

-

Hydro-Québec

[Solutions efficaces](#)

MELCC

[Écoparformance](#)

## Exemples d'acteurs

- |                        |          |
|------------------------|----------|
| • Firmes génie-conseil | • York   |
| • Mitsubishi           | • Trane  |
| • Daikin               | • Autres |
| • Carrier              |          |

# Unité d'apport d'air neuf avec thermopompe

## Description sommaire

Une unité d'apport d'air neuf est une unité de ventilation servant à alimenter de l'air extérieur dans le bâtiment afin de compenser l'évacuation d'air vicié provenant des salles de bain, cuisines, sécheuses, etc. Ces unités sont généralement munies d'un serpentin de chauffage au gaz naturel ou à résistance électrique, mais il existe maintenant des options où le chauffage est assuré par une thermopompe aérothermique ou géothermique. Dans le climat québécois, les thermopompes à air doivent être couplées à un chauffage d'appoint, qui peut venir d'un brûleur au gaz naturel ou d'un serpentin électrique, alors que les thermopompes géothermiques n'ont pas nécessairement besoin d'un chauffage d'appoint, surtout si installé en configuration cascade.

Les unités d'apport d'air neuf avec thermopompe ont une efficacité variante typiquement entre 200% et 400% selon le type et la source d'énergie (air ou géothermie), largement supérieure aux unités traditionnelles au gaz naturel.

## Applications

- Chauffage des espaces, de l'air, et de l'eau chaude domestique

## Considérations opérationnelles

- Les thermopompes nécessitent un entretien simple, mais régulier pour garantir leur bon fonctionnement.
- Les thermopompes géothermiques requièrent un échangeur de chaleur souterrain, qui nécessite un espace relativement important, selon le type et la capacité du système. Les échangeurs sont typiquement installés sous les stationnements, terrains gazonnés, ou même sous le bâtiment.
- L'échangeur souterrain présente une durée de vie très longue, généralement estimée à 50-75 ans.

## Liens

- [Comment fonctionne une unité d'apport d'air neuf](#)

## Critères de décarbonation efficiente

Décarbonation



Gestion de la pointe



Efficacité énergétique



## Subventions disponibles

Énergir

[Études et implantation](#)

Gazifère

-

Hydro-Québec

[Solutions efficaces](#)

MELCC

[Écoparformance](#)

## Exemples d'acteurs

- Carrier
- Trane
- York

# Chaudière électrique

## Description sommaire

Une chaudière électrique est un équipement de chauffage qui convertit l'électricité en chaleur. Elle se compose généralement d'éléments chauffants électriques, d'un thermostat et d'un système de contrôle. L'élément chauffant est généralement en acier ou en aluminium, et est chauffé par le passage d'un courant électrique.

L'efficacité d'une chaudière électrique est d'environ 100%, c'est-à-dire que 100% de l'électricité consommée est transformée en chaleur. Il s'agit d'un rendement plus élevé que les chaudières au gaz naturel, mazout ou propane, mais plus faible que les thermopompes qui ont des efficacités de l'ordre de 200% à 500%.

Bien que les chaudières électriques permettent de réduire les émissions de GES avec un faible coût en capital, elles génèrent un appel de puissance important qui fait augmenter les coûts en énergie du bâtiment et qui pose des enjeux pour Hydro-Québec en contribuant à la pointe de demande hivernale.

## Applications

- Chauffage des espaces, de l'air et de l'eau chaude domestique,désinfection

## Considérations opérationnelles

- Requiert moins d'espace qu'une chaudière à combustible
- Requiert très peu d'entretien
- Avant d'installer une chaudière électrique, il est primordial d'évaluer les besoins réels et de voir comment diminuer les besoins avant de choisir la capacité.

## Liens

- [Comment fonctionne une chaudière électrique \(Thermogroup\)](#)

## Critères de décarbonation efficiente

Décarbonation



Gestion de la pointe



Efficacité énergétique



## Subventions disponibles

Énergir

-

Gazifère

-

Hydro-Québec

-

MELCC

-

## Exemples d'acteurs

- |                      |         |
|----------------------|---------|
| • ViessmannLochinvar | • Aerco |
| • DeDietrich         | • RBI   |
| • Cleaver-Brooks     |         |

# Étanchéisation de l'enveloppe

## Description sommaire

L'étanchéisation de l'enveloppe d'un bâtiment s'agit de la mise en place de mesures réduisant l'infiltration d'air. Cela peut inclure le scellage des cadres de portes et de fenêtres et l'inspection et réparation des murs et des toits.

Les infiltrations d'air augmentent les besoins en chauffage et en climatisation, et nuisent aussi au confort des occupants en raison des courants d'air non climatisé.

## Considérations opérationnelles

- Les infiltrations d'air ne sont pas toujours apparentes, un test d'infiltrométrie et/ou une inspection par un technicien muni d'appareil de détection tel qu'une caméra infrarouge est nécessaire pour faire une inspection exhaustive.
- Les bâtiments avec systèmes de ventilation bénéficient souvent plus de l'étanchéisation, puisque l'enveloppe devient pressurisée et le débit à travers les fuites augmente.
- Il n'est généralement pas conseillé de remplacer entièrement l'enveloppe du bâtiment uniquement dans le but d'améliorer l'isolant. Cependant, lors de rénovations de l'enveloppe, telles que le remplacement complet ou partiel des portes ou des fenêtres, l'ajout d'isolant est recommandé dans la mesure du possible.

## Liens

- [L'efficacité énergétique et l'étanchéité à l'air \(RBQ\)](#)

## Critères de décarbonation efficiente

Décarbonation



Gestion de la pointe



Efficacité énergétique



## Subventions disponibles

Énergir

[Rénovation efficace](#)

Gazifère

[Rénovation efficace](#)

Hydro-Québec

[Solutions efficaces](#)

MELCC

[Écoparformance](#)

## Exemples d'acteurs

- Entrepreneur en isolation, étanchéité, couvertures et revêtements extérieurs
- Firmes de thermographie
- Firmes d'architecture

# Optimisation de l'éclairage

## Description sommaire

Les stratégies d'optimisation de l'éclairage sont bien reconnues, mais leur adoption universelle reste à atteindre. La mise en œuvre de la détection de présence, de la modulation basée sur la lumière naturelle et la conversion vers des luminaires à diodes électroluminescentes (DEL ou *LED* en anglais) peuvent apporter une réduction significative des charges électriques.

Intégrer la détection de présence et la modulation en fonction de la lumière nécessite l'installation de détecteurs de présence et de luminosité dans chaque salle d'un bâtiment. Ces dispositifs permettent de réguler l'éclairage en fonction de l'occupation de la pièce et de l'intensité de la lumière naturelle, fermant ou modulant l'éclairage en conséquence lorsqu'une salle est inoccupée ou pleinement éclairée par le soleil.

Bien que ces ajustements puissent avoir une contribution relativement modeste aux émissions de gaz à effet de serre, la réduction de la demande électrique ouvre la voie à des initiatives plus significatives, telles que l'installation de thermopompes.

## Applications

- Éclairage

## Considérations opérationnelles

- Des luminaires inefficaces peuvent contribuer au chauffage du bâtiment; lorsque ces pertes sont éliminées, il y a un effet croisé: les besoins de chauffage augmentent légèrement, et les besoins en climatisation baissent.

## Critères de décarbonation efficiente

Décarbonation	<input type="radio"/>
Gestion de la pointe	<input type="radio"/>
Efficacité énergétique	<input checked="" type="radio"/>

## Subventions disponibles

Énergor -

Gazifère -

Hydro-Québec **Solutions efficaces**

MELCC -

## Exemples d'acteurs

- Firmes de contrôle
- Entrepreneurs

# Remise au point des systèmes (RCx)

## Description sommaire

La remise au point d'un bâtiment (aussi connu comme le *recommissioning*, ou *RCx*) consiste à recalibrer et réajuster les systèmes mécaniques et électriques pour qu'ils fonctionnent de manière optimale. Au fil du temps les équipements et paramètres sont ajustés, usés, et oubliés, mais continuent à consommer de l'énergie sans que cela soit nécessairement remarqué. Corriger le fonctionnement des équipements existants est souvent la mesure la plus rentable d'un processus de décarbonation. Cela peut inclure le balancement des systèmes de ventilation, l'inspection mécanique des pompes, des ventilateurs et des actionneurs, ainsi que la validation et la correction des horaires de fonctionnement et les points de consignes.

## Considérations opérationnelles

- Un plan de remise au point est important pour s'assurer que tous les systèmes sont adressés de manière exhaustive et régulière
- Un système de contrôle du bâtiment centralisé (BMS) peut simplifier le processus de remise au point

## Critères de décarbonation efficiente

Décarbonation



Gestion de la pointe



Efficacité énergétique



## Subventions disponibles

Énergor

[Remise au point](#)

Gazifère

-

Hydro-Québec

[Solutions efficaces](#)

MELCC

[Écoparformance](#)

## Exemples d'acteurs

- Opérateurs du bâtiment
- Entrepreneurs : CVAC
- [Agents accrédités en RCx](#)

# Centralisation des contrôles

## Description sommaire

L'installation de systèmes de contrôle du bâtiment (*Building Management System* ou *BMS* en anglais) est une étape clé pour optimiser l'efficacité d'un bâtiment. Ces systèmes offrent un contrôle centralisé et intelligent des équipements de chauffage, ventilation, climatisation et l'éclairage, permettant ainsi des ajustements en temps réel pour maximiser la consommation d'énergie, améliorer le confort des occupants et prolonger la durée de vie des équipements. Les applications des BMS sont variées, englobant la surveillance énergétique, la gestion des alarmes, la maintenance prédictive et l'optimisation des espaces. Bien que l'installation initiale puisse représenter un investissement significatif, les avantages à long terme en termes d'économies d'énergie et de gestion efficace des installations en font une étape stratégique vers la durabilité et l'efficacité opérationnelle.

## Applications

- Chauffage de l'air, de l'eau, des espaces, climatisation et éclairage

## Considérations opérationnelles

- Au-delà des contrôles standard, des indicateurs de performance clés (KPI) peuvent être programmés pour évaluer la performance énergétique d'un bâtiment

## Critères de décarbonation efficiente

Décarbonation



Gestion de la pointe



Efficacité énergétique



## Subventions disponibles

Énergir



Gazifère



Hydro-Québec

[Gestion de l'énergie électrique](#)

MELCC



## Exemples d'acteurs

- Firmes de contrôle

# Récupération de chaleur des eaux grises

## Description sommaire

Cette mesure couvre l'installation de systèmes de récupération de chaleur des eaux grises sur un drain d'évacuation principal. Il s'agit d'un moyen simple de réduire la quantité d'énergie nécessaire pour chauffer l'eau. Le système permet de récupérer une partie de la chaleur contenue dans l'eau envoyée au drain pour préchauffer l'eau qui est acheminée vers le réservoir d'eau chaude. En préchauffant cette eau, le besoin d'énergie pour chauffer l'eau domestique est réduit. Il existe différents types de systèmes, allant du simple échangeur où l'eau froide circule dans un tuyau en contact avec l'eau du drain, au système plus sophistiqué avec stockage d'eau grise, échangeur et thermopompe pour augmenter la récupération.

## Applications

- Chauffage de l'eau domestique

## Considérations opérationnelles

- Cette mesure d'efficacité est complémentaire à toutes les technologies de chauffage de l'eau domestique et nécessite typiquement des travaux de plomberie de faible envergure.
- Un gain d'efficacité de 15 à 25% peut être attendu sur le chauffage de l'eau domestique. L'efficacité sera plus grande lorsqu'il existe une bonne coïncidence entre l'évacuation d'eau chaude vers le drain et la consommation d'eau chaude (lors d'une douche par exemple), et une grande utilisation de l'eau.

## Liens

- [Récupération de chaleur des eaux grises \(ACV France\)](#)

## Critères de décarbonation efficiente

Décarbonation



Gestion de la pointe



Efficacité énergétique



## Subventions disponibles

Énergor

-

Gazifère

-

Hydro-Québec

[Solutions efficaces](#)

MELCC

[Écoparformance](#)

## Exemples d'acteurs

- Ecodrain
- Power-pipe
- SHARC

# Récupération de la chaleur de l'air évacué

## Description sommaire

Un récupérateur de chaleur de l'air évacué transfère la chaleur de l'air vicié vers le flux d'air d'alimentation, réduisant ainsi les pertes de chaleur dues à la ventilation. À l'inverse, dans des conditions extérieures chaudes et humides, le récupérateur peut également transférer la chaleur à l'air vicié, réduisant ainsi les coûts de climatisation. Il existe plusieurs types de récupérateurs dont les principaux sont la roue thermique, le récupérateur à noyau (ou plaques), le récupérateur à noyau régénératif (à cassette), le caloduc et la boucle de récupération à l'eau-glycol.

Le récupérateur est intégré aux unités de ventilation, soit l'unité d'apport d'air neuf, et nécessite un système centralisé. Ainsi, cette mesure ne s'applique pas aux bâtiments qui sont dépourvus d'unités d'apport d'air neuf et à ceux qui disposent d'un système d'évacuation d'air individuel pour chaque salle.

## Applications

- Chauffage de l'air

## Considérations opérationnelles

- Un récupérateur de chaleur génère des gains d'efficacité énergétique importants sur le gisement de chauffage de l'air. Entre 40 à 90 % de la chaleur de l'air vicié peut être récupérée, selon le type et l'efficacité du récupérateur.
- Les économies d'énergie et de pointe électriques varient grandement selon les différents types de récupérateurs, notamment en raison de la réduction d'efficacité en période de grand froid afin d'empêcher la formation de givre dans le système.

## Liens

- [Comment fonctionne la récupération de chaleur de l'air évacué](#)

## Critères de décarbonation efficiente

Décarbonation



Gestion de la pointe



Efficacité énergétique



## Subventions disponibles

Énergir

[Études et implantation](#)

Gazifère

-

Hydro-Québec

[Solutions efficaces](#)

MELCC

[Écoparformance](#)

## Exemples d'acteurs

- |                        |           |
|------------------------|-----------|
| • Firmes génie-conseil | • York    |
| • Bousquet             | • Trane   |
| • Ingénia              | • Carrier |
| • Daikin               | • Tempeff |

# Appareils à faible débit

## Description sommaire

Cette mesure concerne l'installation de pommes de douche à faible débit et d'aérateurs à faible débit sur les robinets résidentiels. Le débit nominal de ces appareils est inférieur au débit maximal autorisé par les normes et codes fédéraux, et municipaux. Les économies d'énergie sont réalisées grâce à la diminution de la demande d'eau chaude pendant l'utilisation de la douche et des robinets.

Dans le cas des robinets, l'aérateur, également appelé "brise-jet", fonctionne en mélangeant de l'air à l'eau. Cela crée un jet, qui demeure uniforme et efficace, mais dont le débit est réduit. Un débit standard de 13 litres par minute (LPM) peut-être réduit à 3,5-5,7 LPM.

## Applications

- Chauffage de l'eau domestique

## Considérations opérationnelles

- Cette mesure est intrinsèquement liée aux technologies qui assurent le chauffage de l'eau domestique puisqu'elle permet de réduire sa consommation.
- Des réductions de la consommation électrique allant jusqu'à 20 % peuvent être réalisées pour le gisement du chauffage de l'eau domestique. La mise en œuvre de la mesure est aussi simple et peu coûteuse, représentant un gain très accessible.

## Critères de décarbonation efficiente

Décarbonation



Gestion de la pointe



Efficacité énergétique



## Subventions disponibles

Énergor

-

Gazifère

[Appareils commerciaux](#)

Hydro-Québec

[Solutions efficaces](#)

MELCC

-

## Exemples d'acteurs

- American Standard
- Kohler
- Crane
- Moen
- Delta
- Zurn

# Conversion à réseau hydronique

## Description sommaire

Pendant de nombreuses années, les réseaux à vapeur ont été la norme pour le chauffage des bâtiments en raison de leur capacité à fournir rapidement une grande quantité de chaleur. Cependant, ces systèmes présentent des inefficacités importantes en termes de production et de distribution de chaleur en raison des pertes thermiques liées aux hautes températures et pressions. De plus, la décarbonation de ces réseaux se limite généralement aux chaudières à vapeur électriques, imposant des charges électricques considérables au réseau.

Pour remédier à ces problèmes, la conversion vers un réseau hydronique est une solution efficace. Cette conversion réduit les pertes thermiques et permet l'utilisation de thermopompes. Cependant, elle nécessite des travaux substantiels, tels que le remplacement de la tuyauterie de distribution, ainsi que des radiateurs et serpentins adaptés aux températures plus basses.

## Applications

- Chauffage des espaces et de l'air

## Considérations opérationnelles

- Bien qu'elle génère des économies et soit souvent nécessaire pour la décarbonation, la conversion n'est généralement pas rentable sans subventions. Il est recommandé de l'inclure dans un plan global visant à maximiser sa rentabilité.

## Critères de décarbonation efficiente

Décarbonation



Gestion de la pointe



Efficacité énergétique



## Subventions disponibles

Énergir

-

Gazifère

-

Hydro-Québec

-

MELCC

**Écoperformance**

## Exemples d'acteurs

- Firmes de génie-conseil
- Entreprises de services énergétiques (ESE)

# Complémentarité des sources

## Description sommaire

Un système de chauffage exploitant la complémentarité des sources d'énergie a recourt à l'électricité comme source d'énergie principale dans une proportion d'environ 70 %. Le gaz naturel, le gaz naturel renouvelable (GNR) ou le mazout (si aucune autre énergie n'est disponible) agit comme source d'appoint pendant les périodes de grand froid, lorsque la demande d'électricité est élevée.

Les tarifs biénergie d'Hydro-Québec exigent un basculement du chauffage électrique au combustible lorsque la température extérieure atteint un seuil de -12 ou -15 degrés Celsius selon les régions. Toutefois, plusieurs bâtiments commerciaux et institutionnelles opèrent en biénergie sans profiter d'un tarif spécial. Dans ces cas, le chauffage au gaz naturel sert d'appoint au chauffage électrique lorsque celui-ci n'a plus la capacité requise pour combler les besoins en chauffage, et les deux systèmes fonctionnent généralement en parallèle.

## Applications

- Chauffage des espaces, de l'air, et de l'eau domestique

## Considérations opérationnelles

- La complémentarité électricité-gaz permet de réduire la pointe électrique associée au chauffage à l'électricité pour le chauffage des espaces, car la majorité de la charge peut être détournée vers la chaudière au gaz naturel pendant les périodes de pointe.
- Les réseaux exploitant la complémentarité via des chaudières à combustible devraient idéalement être conçus pour provoquer la condensation des gaz de combustion si la chaudière le permet.

## Liens

- [La biénergie pour une décarbonation durable \(Hydro-Québec\)](#)

## Critères de décarbonation efficiente

Décarbonation



Gestion de la pointe



Efficacité énergétique



## Subventions disponibles

Énergir

[La biénergie](#)

Gazifère

-

Hydro-Québec

[La biénergie](#)

MELCC

[Écoparformance](#)

## Exemples d'acteurs

- Distributeurs d'énergie

# Accumulateur thermique

## Description sommaire

Les accumulateurs thermiques (AT) sont des dispositifs de stockage de la chaleur qui sont chargés au moyen d'électricité (via des résistances électriques) lorsque les prix sont bas ou durant les périodes hors pointe. Ils emmagasinent la chaleur dans une masse thermique constituée de briques de céramique à haute densité. Bien que l'eau soit un excellent matériau de stockage d'énergie en raison de sa grande capacité thermique, ces briques peuvent stocker 15 à 20 fois plus d'énergie que l'eau pour un même volume. Le dispositif peut ensuite libérer la chaleur pendant les périodes de pointe sans avoir recours à l'électricité. Ce dispositif permet également de réaliser des économies pour les clients commerciaux qui sont assujettis à un tarif de puissance. En outre, le système peut fournir de la chaleur pendant plusieurs heures en cas de panne de courant (en assumant que les équipements de distribution de chaleur soient alimentés par une génératrice ou autre).

Il existe deux principaux types d'accumulateurs thermiques à briques pour les bâtiments: les accumulateurs thermiques centraux (ATC) et les accumulateurs thermiques locaux (ATL). Les ATC sont plus adaptés aux immeubles collectifs avec un système de chauffage centralisé. Les ATL sont plus adaptés aux immeubles avec des systèmes de chauffage décentralisés, mais sont plus complexes à gérer.

## Applications

- Chauffage des espaces et de l'air

## Considérations opérationnelles et lien

- Une étude détaillée a été menée par des chercheurs de ÉTS, produisant une liste exhaustive de meilleures pratiques: [Stockage thermique et exemplarité de l'État \(gouv.qc.ca\)](http://gouv.qc.ca)

## Critères de décarbonation efficiente

Décarbonation



Gestion de la pointe



Efficacité énergétique



## Subventions disponibles

Énergor

-

Gazifère

-

Hydro-Québec

[Solutions efficaces](#)

MELCC

-

## Exemples d'acteurs

- Steffes

# Contrôle du débit d'air d'évacuation des hottes de cuisine

## Description sommaire

L'intégration d'une hotte à débit variable offre la possibilité de réaliser des économies d'énergie significatives, pouvant atteindre jusqu'à 35 %. Ce dispositif est équipé d'un ventilateur à vitesse variable couplé à des capteurs électroniques qui ajuste le débit d'air aspiré par la hotte en fonction du niveau d'émission de chaleur, de fumée ou de vapeur émanant des appareils de cuisson. En permettant une adaptation dynamique, la hotte à débit variable évite le rejet excessif d'air chaud vers l'extérieur et réduit la nécessité de chauffer une grande quantité d'air frais.

## Applications

- Chauffage de l'air

## Considérations opérationnelles

- Le système à hotte à débit variable nécessite très peu de maintenance. Il s'agit de s'assurer du nettoyage et l'étalonnage régulier des capteurs ainsi que du nettoyage du variateurs de vitesse et des ventilateurs suite à l'accumulation de poussière.

## Liens

- [Fonctionnement de la hotte à débit variable](#)

## Critères de décarbonation efficiente

Décarbonation



Gestion de la pointe



Efficacité énergétique



## Subventions disponibles

Énergir

[Hotte à débit variable](#)

Gazifère

[Hotte à débit variable](#)

Hydro-Québec

-

MELCC

-

## Exemples d'acteurs

Firmes de contrôle

# Conversion des équipements de cuisson

## Description sommaire

Seulement 35 % de l'énergie consommée dans une cuisine commerciale/institutionnelle type sert à la cuisson et à la préparation des aliments; le reste est perdu dans la pièce sous forme de chaleur. En utilisant des équipements écoénergétique, il est possible non seulement de réduire la consommation d'énergie, mais aussi d'améliorer le confort et la qualité de l'air. Le remplacement de l'équipement existant par des solutions de rechange électriques à haute efficacité (ex. four combiné, cuisinière à induction) permet d'économiser jusqu'à 70 % sur la consommation d'énergie.

## Applications

- Cuisson

## Liens

- [RNCan - Appareils de cuisson à haute efficacité \(Energystar\)](#)

## Critères de décarbonation efficiente

Décarbonation



Gestion de la pointe



Efficacité énergétique



## Subventions disponibles

Énergir

-

Gazifère

-

Hydro-Québec

-

MELCC

-

## Exemples d'acteurs

- Plusieurs fournisseurs de produits certifiés ENERGY STAR

# Contrôle de la demande (viateurs de vitesse)

## Description sommaire

La gestion de la demande de ventilation à l'aide de variateurs de fréquence (VFD) est une pratique visant à ajuster la vitesse des ventilateurs pour correspondre à la demande réelle en ventilation d'un bâtiment. Cette demande correspond normalement aux besoins en air frais, ce qui est souvent calculé à l'aide de sondes de CO<sub>2</sub> dans la gaine de retour du système de ventilation. Cette mesure peut également utiliser des horaires d'occupation, des détecteurs de présence ou des sondes de température pour estimer les besoins en air frais. La modulation du débit d'air se fait en réduisant la vitesse du ventilateur à l'aide d'un variateur de fréquence branché en amont du moteur, modulant selon le signal de demande reçu du contrôleur. Ceci réduit la consommation électrique du ventilateur mais surtout le chauffage ou climatisation inutile de l'air neuf.

## Considérations opérationnelles

- Les VFDs sont aussi connus sous le nom d'entraînement à fréquence/vitesse variable (EFV ou EVV), ou « drive » en anglais.
- Lors de l'installation sur des équipements existants, la compatibilité du moteur existant avec un VFD doit être validée.
- Cette mesure se fait idéalement en parallèle avec des mesures de remise au point (RCx) et/ou de centralisation des contrôles.
- Cette mesure s'applique également aux pompes, permettant la modulation du débit à travers les réseaux hydrauliques. Les mêmes considérations s'appliquent.

## Liens

- [Les Variateurs de Fréquence Expliqués](#)

## Critères de décarbonation efficiente

Décarbonation



Gestion de la pointe



Efficacité énergétique



## Subventions disponibles

Énergir



Gazifère



Hydro-Québec

[Solutions efficaces](#)

MELCC

[Écoparformance](#)

## Exemples d'acteurs

- ABB
- Schneider
- Siemens
- Yaskawa
- Danfoss

# Contrôle marche/arrêt stérilisateurs

## Description sommaire

La stérilisation à la vapeur (autoclavage) est effectuée dans un autoclave, qui est un récipient capable de résister à une pression et à une température élevée. Le produit ou le dispositif est en contact direct avec de la vapeur à haute température et à haute pression pendant une durée déterminée. La pression permet d'obtenir les températures élevées nécessaires pour tuer rapidement les micro-organismes. Le processus est typiquement effectué à des températures entre 121°C et 134°C et des pressions de 1 et 2 bars, selon des cycles de 10 à 60 minutes. La stérilisation à vapeur est donc caractérisée par une consommation d'énergie importante; soit de 12 à 20 kWh pour un seul cycle. En période d'inactivité, le stérilisateur consomme toujours de l'énergie pour produire la vapeur afin de maintenir l'enveloppe du stérilisateur chaude. Une stratégie pour augmenter l'efficacité de ces appareils (heures de cycles de stérilisation actifs/heures d'opération) consiste réduire le nombre de cycles 'inactifs' en arrêtant systématiquement le stérilisateur lorsqu'il est en mode veille, ce qui permet d'éviter les cycles de stérilisation inutiles. Cette technique peut réduire la consommation associée à la stérilisation jusqu'à 25% à 50%.

## Applications

- Désinfection

## Considérations opérationnelles

- Nécessite d'établir une stratégie de contrôle basée sur un horaire de fonctionnement adapté à l'opération et les besoins en stérilisations de l'hôpital.
- Possibilité d'automatiser le fonctionnement en incluant une séquence de contrôle dédiée dans le BMS, basée sur une cédule d'opération.

## Critères de décarbonation efficiente

Décarbonation



Gestion de la pointe



Efficacité énergétique



## Subventions disponibles

Énergor

-

Gazifère

-

Hydro-Québec

-

MELCC

-

## Exemples d'acteurs

Opérateurs connaissant le procédé

Firmes de contrôle

# Conversion des équipements de stérilisation

## Description sommaire

Environ 5% de la vapeur produite par les chaudières d'hôpitaux est utilisée à des fins de stérilisations d'équipements tels que les matériaux de laboratoire ou les outils chirurgicaux. La conversion des équipements de stérilisation résulte de la substitution de la source d'énergie utilisée pour la production de la vapeur (gaz ou mazout) à de l'électricité.

## Applications

- Désinfection

## Considérations opérationnelles

- La conversion peut être assurée en ajoutant une chaudière électrique de plus petite taille dédiée à la production de vapeur pour le processus de stérilisation.
- La vapeur peut aussi être fournie de manière centralisée de la centrale thermique du bâtiment.

## Critères de décarbonation efficiente

Décarbonation



Gestion de la pointe



Efficacité énergétique



## Subventions disponibles

Énergor -

Gazifère -

Hydro-Québec -

MELCC -

## Exemples d'acteurs

- ViessmannLochinvar
- Aerco
- DeDietrich
- RBI
- Cleaver-Brooks



## NOUS NOUS ASSUMONS

Ce rapport a été préparé par Dunsky Énergie + Climat, une firme indépendante vouée à la transition énergétique qui s'engage à fournir des analyses et des conseils de qualité, intègres et impartiaux. Nos conclusions et recommandations sont basées sur les meilleures informations disponibles au moment où le travail a été effectué et sur le jugement professionnel de nos experts. **Dunsky est fière d'assumer son travail.**