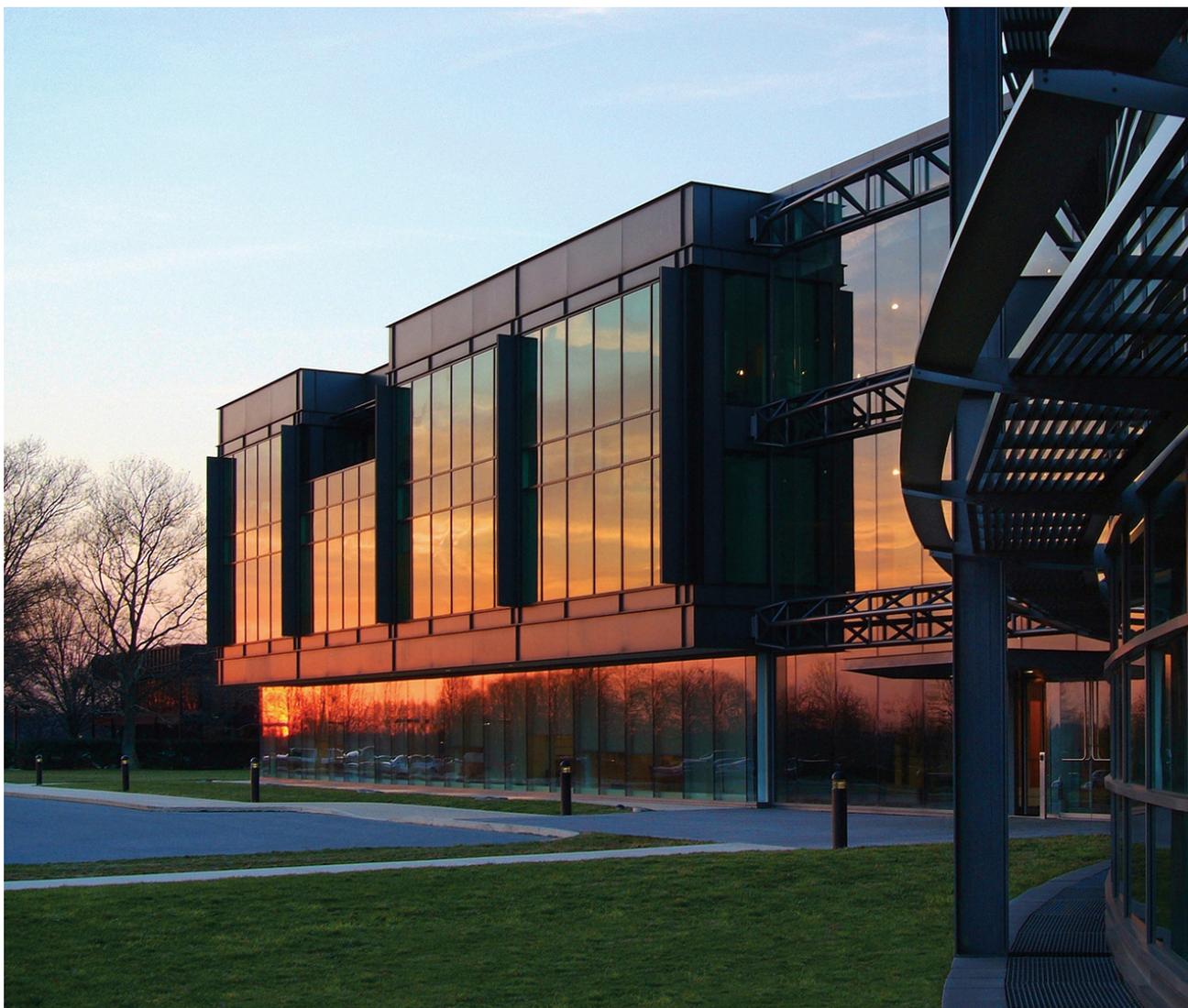




**Armstrong**<sup>MD</sup>  
Industries mondiales



## Guide technique

---

**Templok**<sup>MD</sup>

Panneau de plafond en matériau  
à changement de phase (MCP)

---

## Table des matières

- 1-2 Introduction**
  - Masse thermique
  - Matériaux à changement de phase
  
- 2-3 Comment fonctionnent les plafonds MCP**
  - Refroidissement passif
  - Chauffage passif
  - Stabilisation de la température
  
- 4 Fiche technique**
  - Propriétés de stockage thermique
  
- 5-6 Évaluation en laboratoire de la performance des panneaux de plafond Ultima<sup>MD</sup> Templok<sup>MD</sup>**
  - Dynamique de transfert de chaleur
  - Estimation des économies d'énergie
  
- 7 Études de cas**
  - Économies de chauffage dans une école secondaire du New Hampshire



Panneaux de plafond à économie d'énergie Ultima<sup>MD</sup> Templok<sup>MD</sup>



# Masse thermique

## Présentation de Templok<sup>MD</sup>

Les matériaux à masse élevée, comme le béton et la brique, peuvent absorber une quantité importante de chaleur. Dans les bâtiments, ces matériaux sont considérés comme thermiquement massifs, car ils augmentent « l'inertie » thermique du bâtiment.

Les bâtiments thermiquement massifs ont tendance à changer de température plus progressivement, se rapprochant ainsi de la moyenne de la plage de température jour-nuit. Cet effet stabilisant peut retarder et réduire le besoin de chauffage et de refroidissement mécanique pendant les heures de pointe, entraînant ainsi des avantages en termes d'économies d'énergie, de confort thermique et de durabilité.

### Matériaux à changement de phase

Les matériaux à changement de phase (MCP) ont une capacité de stockage d'énergie élevée dans un volume et un poids réduits par rapport aux matériaux à masse élevée conventionnels. De plus, leur stockage d'énergie est concentré autour de leur température de changement de phase. Ces caractéristiques rendent le MCP attrayant pour la rénovation des bâtiments, depuis la facilité de transport et d'intégration dans le bâtiment jusqu'à la performance concentrée autour des températures opérationnelles du bâtiment. Le MCP avec une température de changement de phase d'environ 72 °F (22,2 °C) peut être très efficace pour réguler les températures intérieures dans une zone confortable par rapport aux matériaux à masse élevée conventionnels.

Matériau	Capacité thermique (kJ/m <sup>3</sup> °F)
Brique	1 400
Béton	2 000
Granit	1 600
Gypse	800
Plafond acoustique	240
MCP	20 000

Exemple de capacités thermiques de matériaux par unité de volume proche de la température de changement de phase d'un MCP.

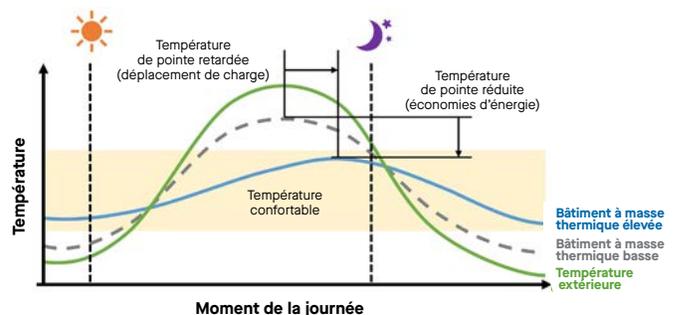


Illustration de la variation de température dans des bâtiments thermiquement massifs et légers dans un climat avec des journées chaudes et des nuits fraîches

À mesure qu'un bâtiment se réchauffe, le MCP à l'intérieur du bâtiment absorbe la chaleur et fond. Le processus de fusion stocke la chaleur de manière « latente », c'est-à-dire sans changement de température. La stabilité de la température du MCP permet de stabiliser la température de l'air. Plus tard dans la soirée, à mesure que les températures baissent, le MCP libère de la chaleur et « se recharge » pour le lendemain. En effet, le mouvement de la chaleur du jour à la nuit peut réduire et déplacer la charge de refroidissement mécanique, tout en réduisant la variation de température dans le bâtiment.

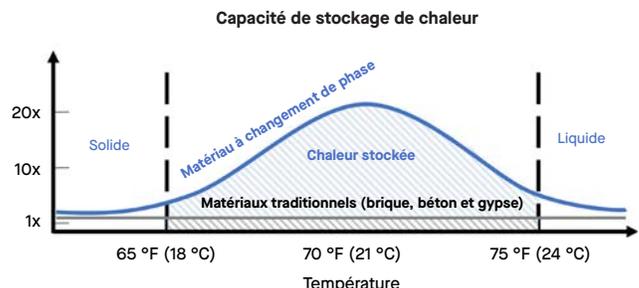


Illustration de la capacité de stockage de chaleur concentrée d'un MCP par rapport aux matériaux conventionnels.

# Comment les plafonds MCP fonctionnent

## Matériaux à changement de phase

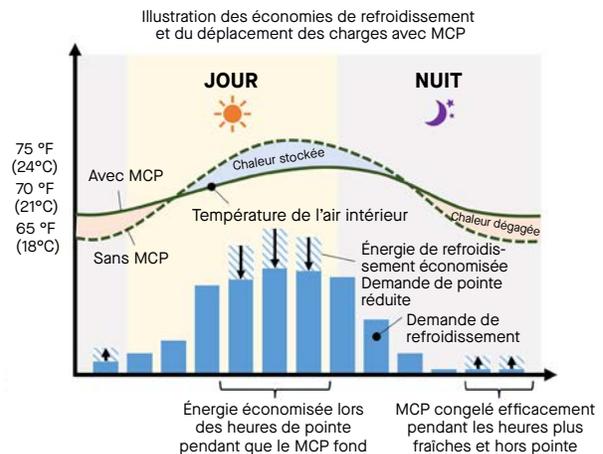
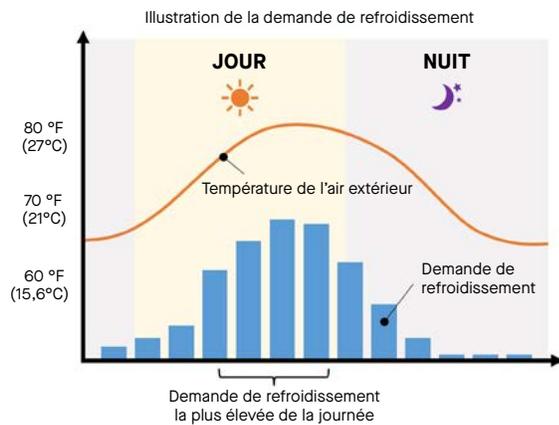
Le plan du plafond est une vaste surface au-dessus des sources génératrices de chaleur telles que les personnes et les appareils électroniques. Sa grande surface permet au plafond d'échanger efficacement la chaleur avec l'air intérieur du bâtiment. De jour comme de nuit, le plafond absorbe et libère de la chaleur en réponse aux changements de température de l'air. Lorsque la température de l'air est plus chaude que celle du plafond, la chaleur pénètre dans le plafond. Lorsque la température de l'air baisse, la chaleur s'échappe du plafond. Un plafond thermiquement massif contribue à modérer la température en absorbant et en libérant de la chaleur en réponse aux fluctuations en temps réel.

### Refroidissement passif

Lors des journées chaudes et des nuits fraîches, les plafonds MCP peuvent réduire la charge maximale de climatisation, en fournissant un effet de refroidissement passif à mesure que le bâtiment se réchauffe tout au long de la journée. Pendant la nuit, à mesure

que la température du bâtiment baisse, le MCP libère de la chaleur et gèle afin de « se recharger » pour le lendemain.

Lorsque les conditions météorologiques favorables le permettent, des systèmes automatisés tels que des économiseurs peuvent produire de l'air frais la nuit pour ventiler le bâtiment. Cette stratégie de « refroidissement gratuit » peut retirer efficacement la chaleur du MCP avec une dépense énergétique minimale. Le prérefroidissement de la masse thermique du bâtiment peut déplacer la charge de refroidissement des heures les plus chaudes de l'après-midi vers des heures plus efficaces et plus durables du matin ou de la nuit. Il est possible d'obtenir une plus grande efficacité ou un alignement avec des sources d'énergie plus propres. Le déplacement de la charge de refroidissement peut également être rentable, car cela peut déplacer la consommation d'énergie vers les tarifs des services publics hors pointe et réduire les frais de demande de pointe.



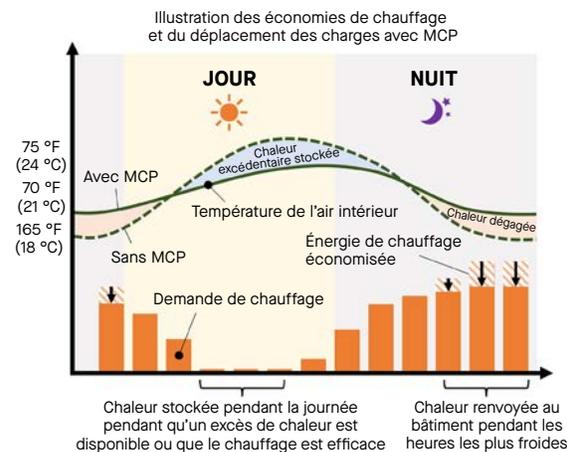
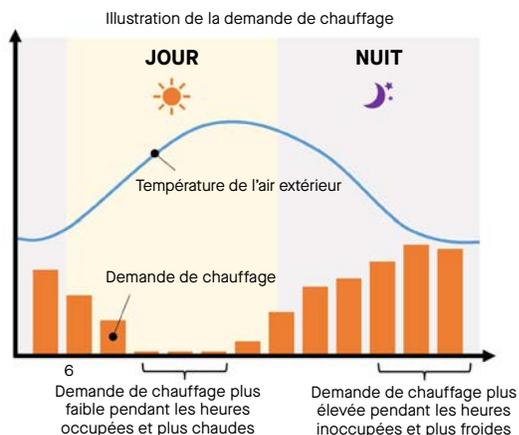
### Chauffage passif

Lors des journées fraîches et dans les bâtiments qui génèrent naturellement une chaleur importante pendant la journée, les plafonds MCP peuvent stocker l'excès de chaleur de la journée et le restituer au bâtiment la nuit lorsque les températures baissent. Le MCP peut garder un bâtiment plus chaud la nuit et réduire l'intensité du chauffage nécessaire pour le réchauffement matinal. Les applications les plus avantageuses se trouvent dans les espaces qui commencent la journée frais, mais accumulent une quantité importante de chaleur pendant les heures de pointe de la journée, à tel point que le chauffage n'est pas nécessaire l'après-midi. Par exemple, un immeuble de grande hauteur doté de façades vitrées peut nécessiter un refroidissement en raison des gains solaires importants le jour, et un chauffage pour maintenir le confort pendant la nuit. Dans ce cas, MCP peut stocker « gratuitement »

l'excès de chaleur de l'après-midi et restituer la chaleur au bâtiment pendant la nuit. La masse thermique est généralement moins efficace dans les bâtiments situés dans des climats très froids avec de faibles gains internes, ou dans les bâtiments qui utilisent de profonds retraits nocturnes.

### Stabilisation de la température

Dans les espaces soumis à des charges intermittentes tout au long de la journée, la masse thermique dans le plafond peut aider à stabiliser la température. Dans des espaces comme les salles de conférence ou les périmètres de bâtiments avec des occupants intermittents et des gains solaires, la gestion de la température peut être un défi. L'effet tampon de la masse thermique peut également permettre d'économiser de l'énergie, en réduisant les inefficacités liées à la surchauffe et au refroidissement excessif des espaces.

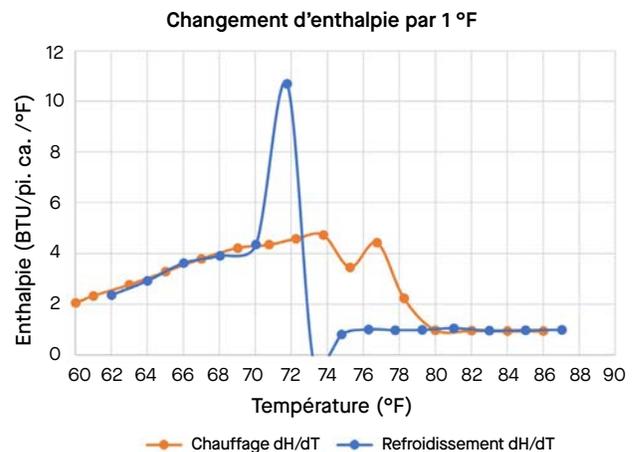
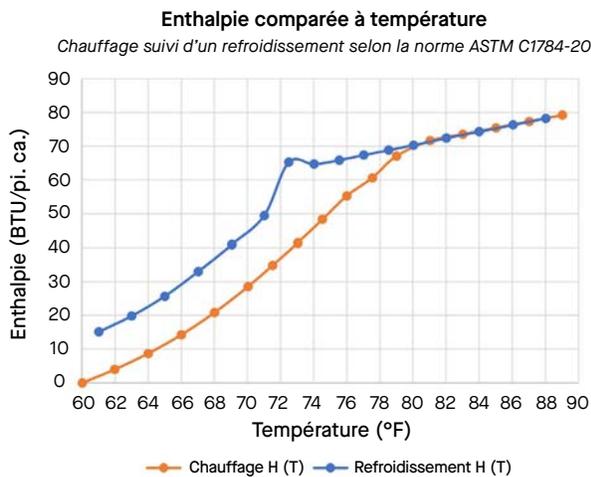
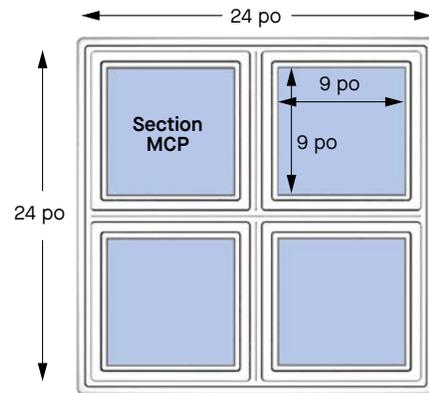


Plafonds Ultima<sup>MD</sup> Templok<sup>MD</sup>

Propriétés thermiques			
Propriété	Valeur	Méthode de test	Remarques
Plage de performance optimale	70 °F (21 °C) à 75 °F (24 °C)	Débitmètre de chaleur	Plage de température avec le ΔH par °F (°C) le plus élevé
Plage de changement de phase complète	66 °F (19 °C) à 81 °F (27 °C)	Débitmètre de chaleur	Plage de température de transition de phase complète
Enthalpie de changement de phase*	57 BTU/pi <sup>2</sup>	Débitmètre de chaleur	Chaleur totale absorbée sur toute la plage de fusion
Chaleur spécifique du liquide*	0,95 BTU/pi <sup>2</sup> ·°F	Débitmètre de chaleur	Mesuré dans la plage de 81 °F (27 °C) à 89 °F (32 °C) pour le chauffage et le refroidissement
Chaleur spécifique du solide*	2,52 BTU/pi <sup>2</sup> ·°F	Débitmètre de chaleur	Mesuré dans la plage de 60 °F (16 °C) à 66 °F (19 °C) pour le chauffage et le refroidissement

\* Propriétés thermiques nominales de la section MCP par pied carré sur une plage de 19 °C (66 °F) à 27 °C (81 °F). Mesuré par un appareil de débitmètre de chaleur selon la norme ASTM C1784-20. Consultez le rapport de tests pour les valeurs réelles.

Propriétés physiques	
Propriété	La valeur
Dimensions du panneau Templok <sup>MD</sup>	24 × 24 × 0,25 po
Dimensions de la sections MCP	9 × 9 × 0,25 po
Sections MCP par panneau	4
Fraction surfacique de la section MCP du panneau	0,563
Masse du MCP par section	1,0 LB



Les informations présentées sont basées sur des tests effectués en laboratoire et complétées par des données sélectionnées provenant de sources faisant autorité. Ce document est sujet à changement.

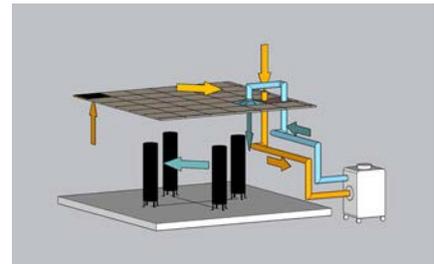
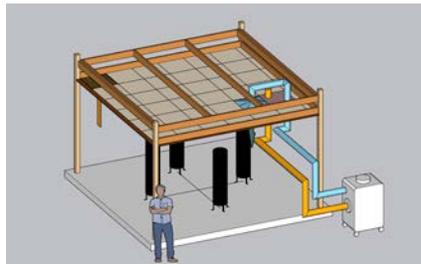
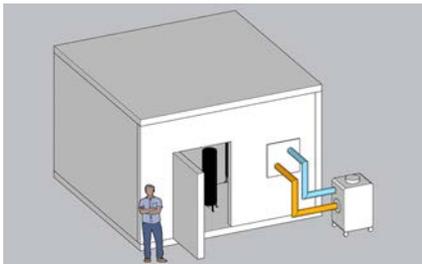
# Évaluation en laboratoire

## Évaluation en laboratoire des performances des panneaux de plafond Ultima<sup>MD</sup> Templok<sup>MD</sup>

**Présentation :** Cette étude expérimentale démontre les effets de déplacement de charge et de modération de la température d'un plafond MCP dans une salle d'essai bien contrôlée et instrumentée. L'étude mesure environ 53 BTU/pi<sup>2</sup> de chaleur qui s'est déplacée du jour à la nuit dans les panneaux de plafond Ultima Templok, entraînant une réduction significative de l'énergie de refroidissement diurne et une réduction d'environ 20 % du taux de changement de la température de l'air.

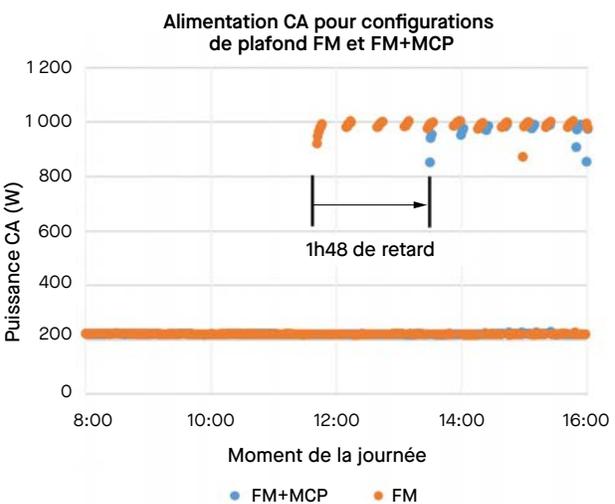
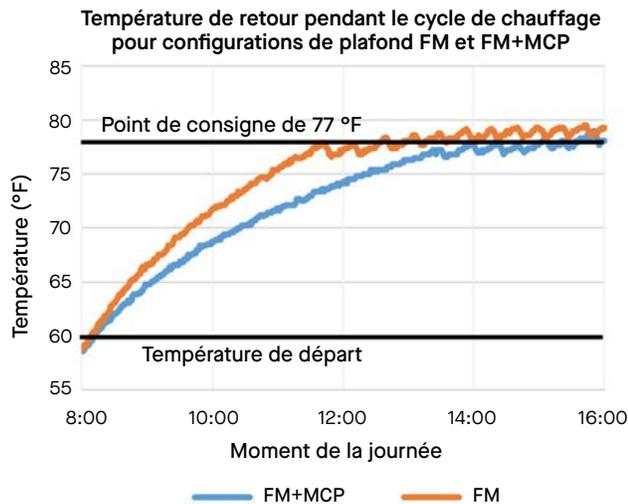
**Configuration expérimentale :** Une salle d'essai isolée a été construite et équipée d'un équipement complet de surveillance de la température, de la puissance et du flux thermique. Cette

configuration comprenait 22 thermocouples et huit capteurs de flux thermique répartis sur toutes les surfaces intérieures de la salle et des deux côtés du plafond. La salle était alimentée par un débit d'air constant de 100 pieds cubes par minute (CFM) égal à 5 changements d'air par heure (CAH) provenant d'une unité de climatisation à l'extérieur de la salle dans une boucle d'air fermée. Au cours de l'expérience, les points de consigne ont été variés pour imiter le refroidissement gratuit par ventilation nocturne. Les sources de chaleur étaient allumées pendant la journée et éteintes la nuit pour simuler les gains des occupants.



**Refroidissement passif et délai de la climatisation :** L'expérience a comparé deux scénarios : un avec des plafonds Ultima Templok (FM+MCP) et un autre avec des plafonds standards en fibre minérale (FM) Ultima. La séquence de test impliquait un prérefroidissement de la chambre à 60 °F tôt le matin, suivi d'une augmentation du point de consigne à 77 °F

(25 °C) à 8 h. La climatisation dans le scénario FM+MCP a commencé à se refroidir environ deux heures plus tard que dans le scénario FM. Ce retard était corrélé à une augmentation plus lente de la température de l'air, la température de l'air étant modérée par le plafond MCP.

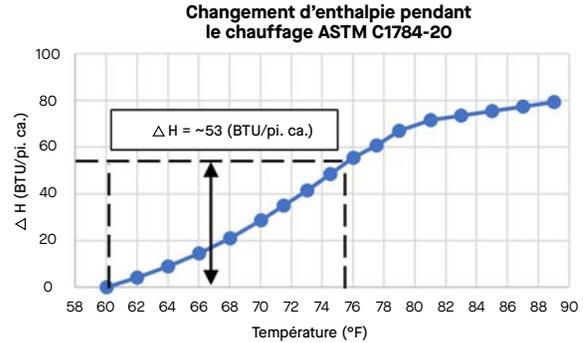


**Déplacement de charge :** Quantification des flux et des économies d'énergie : Notamment, la climatisation dans le scénario FM+MCP a éliminé 4 080 BTU de chaleur en moins pendant la journée que dans le scénario FM. La chaleur absorbée par le plafond dans le scénario FM+MCP était significativement plus élevée, de 3 815 BTU, affirmant que le MCP était responsable

de la réduction de la charge de refroidissement diurne. De plus, la chaleur estimée stockée par le MCP, basée sur les changements de température tout au long de la journée et les propriétés enthalpiques du MCP, était d'environ 53 BTU/pi<sup>2</sup> ou 3 935 BTU au total, un troisième point d'accord.

Évaluation en laboratoire des performances des panneaux de plafond Ultima<sup>MD</sup> Templok<sup>MD</sup>

**Discussion sur les économies d'énergie :** L'énergie diurne mesurée économisée dans le scénario FM+MCP était de 20 %, principalement en raison de la réduction de l'énergie du compresseur de 8 h à 16 h lorsque le MCP fondait. Avec des stratégies telles que le « refroidissement gratuit » grâce aux fenêtres ouvertes ou le fonctionnement efficace de l'économiseur, des économies significatives pourraient être réalisées avec une dépense énergétique minimale la nuit. Dans les climats avec une plage de température diurne plus étroite, les économies de refroidissement réalisables ont été estimées à 15 %.



Étude de cas : Économies de chauffage dans une école secondaire du New Hampshire

Introduction

Cette étude de cas estime l'impact du matériau à changement de phase (MCP) sur les panneaux de plafond Templok dans une école secondaire du New Hampshire, en mettant l'accent sur l'énergie de chauffage en hiver et au printemps.

Apçu de l'étude

Plusieurs techniques de modélisation ont été utilisées pour évaluer les données de puissance et de température collectées dans une aile de salles de classe avant et après le traitement avec les panneaux de plafond Templok. L'objectif principal était d'estimer l'effet des panneaux de plafond Templok sur la

réduction de l'énergie de chauffage pendant les nuits d'hiver et de printemps. Dans un climat frais et dans des espaces présentant des gains de chaleur diurnes importants, comme les salles de classe, le principe de fonctionnement des économies d'énergie est illustré à la figure 1. La masse thermique du plafond stocke la chaleur pendant la journée, lorsque le bâtiment se réchauffe naturellement et que le chauffage mécanique est efficace, et restitue la chaleur dans l'espace pendant la nuit, modérant ainsi la température de l'air et compensant le besoin de chauffage mécanique la nuit. Ce principe a été étudié dans l'étude de cas.

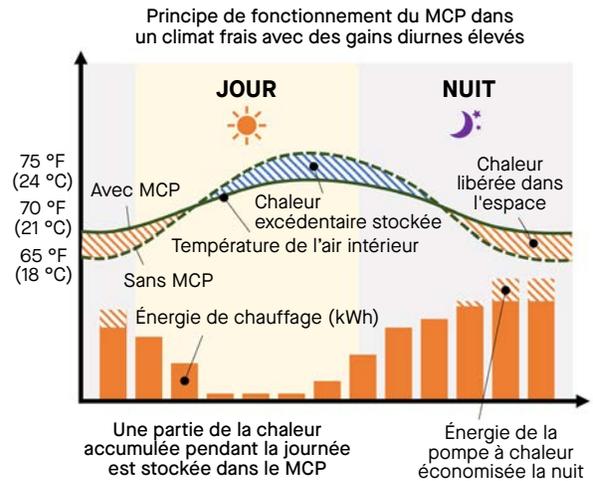
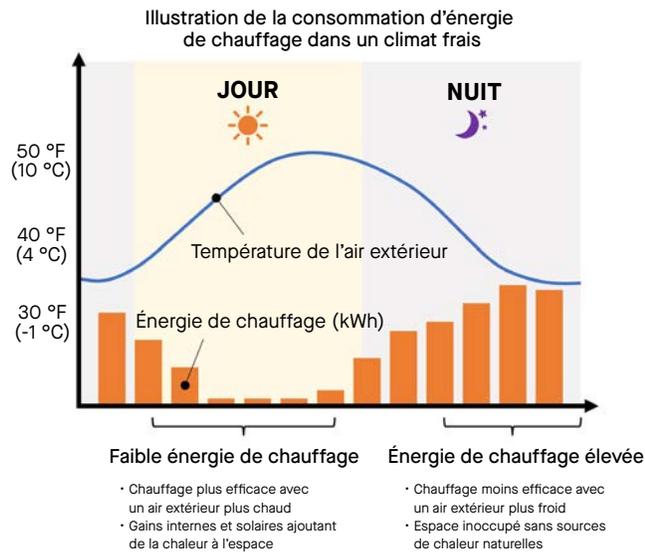


Figure 1. Illustration d'un mécanisme d'économie d'énergie de la masse thermique dans un climat frais à l'intérieur d'un bâtiment à gains diurnes élevés.

## Économies de chauffage dans une école secondaire du New Hampshire

### Conception de l'étude

Une aile de salles de classe de taille et d'utilisation similaires a été sélectionnée pour identifier un ensemble de salles de classe approprié pour les cas de contrôle et de traitement du MCP. Chaque salle de classe était principalement chauffée par un système de pompe à chaleur individuel à l'intérieur de la salle de classe. Bien que les expériences réelles soient difficiles à contrôler, l'uniformité de la répétition des salles de classe chauffées par des systèmes individuels offrait une configuration avantageuse pour isoler l'effet du plafond MCP. L'étude s'est déroulée en quatre étapes :

- 1. Collecte d'énergie de base :** Cette phase impliquait le suivi et la sélection d'un groupe de salles de classe ayant une consommation d'énergie de chauffage comparable sur plusieurs mois.
- 2. Déploiement du MCP et des capteurs :** Au cours de cette phase, des panneaux Templok ont été installés dans la moitié des salles de classe sélectionnées. Simultanément, des capteurs de température ont été placés dans chaque salle de classe, dans l'air sous le plafond, à l'arrière de la surface du plafond, dans l'air du faux plafond au-dessus du plafond et dans le ventilateur de l'unité le long du mur extérieur.
- 3. Analyse multivariée :** Dans cette analyse, un modèle multivarié a été développé pour prédire la puissance de la pompe à chaleur à partir de plusieurs variables mesurées, y compris le traitement du MCP.

- 4. Analyse des doubles différences :** Cette analyse a comparé la différence de consommation d'énergie dans les salles de classe traitées avec du MCP avant et après la date de traitement à la différence de consommation d'énergie dans les classes de « contrôle » qui n'ont pas reçu de MCP avant et après la date de traitement.

### Données énergétiques de référence

Des transducteurs de courant et un système d'enregistrement de données ont enregistré la puissance des pompes à chaleur dans 14 salles de classe à partir du 8 septembre. La figure 1a représente la disposition de chaque salle de classe mesurant environ 74 m<sup>2</sup> (800 pi<sup>2</sup>). Une pompe à chaleur est située dans chaque classe près du plafond. Chaque pièce dispose également d'un ventilateur unitaire qui fournit de l'air extérieur tempéré le matin pour la ventilation. Des enregistreurs de température ont été ajoutés à l'intérieur des ventilateurs de l'unité au moment du déploiement du MCP pour les inclure en tant que variable dans le modèle multivarié. La figure 1b met en évidence les salles de classe dont la consommation d'énergie de base a été surveillée sur les premier et deuxième étages, ainsi que l'ensemble de quatre salles de classe qui ont été sélectionnées pour le traitement et le contrôle au cours de la phase suivante.

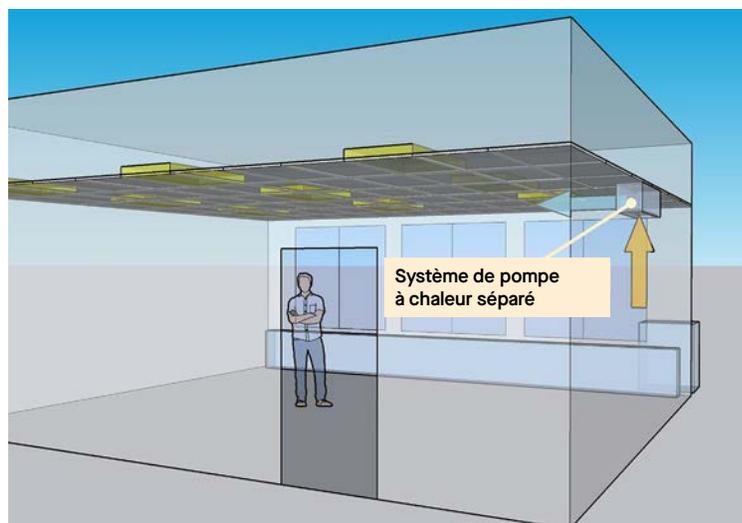


Figure 1a : Aménagement de la salle de classe

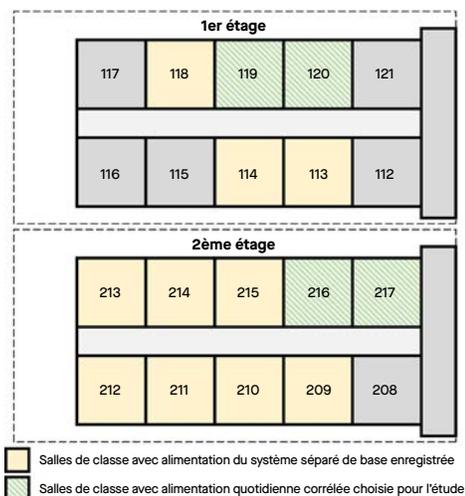


Figure 1b : Aile de la salle classe montrant les salles surveillées

## Économies de chauffage dans une école secondaire du New Hampshire

La puissance de chaque pompe à chaleur a été enregistrée à intervalles de 15 minutes pour estimer l'énergie de chauffage de chaque système au fil du temps. Les corrélations entre les données de puissance dans la plupart des salles de classe ont commencé à se renforcer en février. Dans la figure 2a,

les données de puissance ont été regroupées en sommes quotidiennes et affichées pour le mois de février. Les salles de classe voisines 119, 120, 216 et 217 des premier et deuxième étages ont montré de fortes corrélations en février, comme le montre la figure 2b, et ont été sélectionnées pour l'étude.

**Somme quotidienne de la puissance du système séparé par salle de classe**

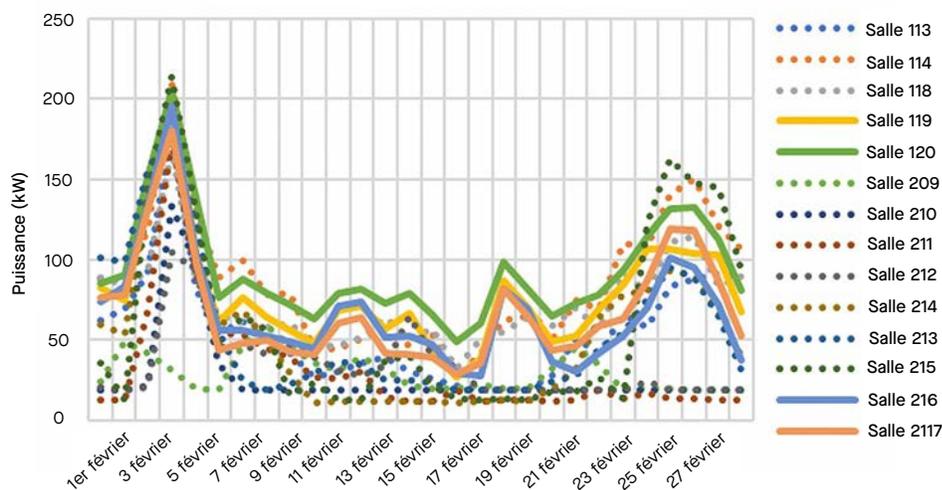


Figure 2a : Sommes de puissance quotidienne de la pompe à chaleur dans les salles de classe surveillées en février.

		Numéro de salle												
		113	114	118	119	120	210	211	212	214	213	215	216	217
Numéro de salle	113	1,00	0,94	0,93	0,86	0,87	0,68	0,70	0,42	0,91	0,83	0,85	0,78	0,83
	114		1,00	0,95	0,87	0,91	0,63	0,62	0,36	0,92	0,81	0,88	0,78	0,86
	118			1,00	0,86	0,88	0,62	0,57	0,30	0,87	0,83	0,81	0,80	0,88
	119				1,00	0,98	0,66	0,71	0,40	0,91	0,87	0,83	0,94	0,96
	120					1,00	0,70	0,71	0,44	0,91	0,89	0,88	0,94	0,97
	210						1,00	0,90	0,84	0,66	0,65	0,56	0,71	0,62
	211							1,00	0,81	0,73	0,65	0,57	0,75	0,62
	212								1,00	0,40	0,37	0,37	0,47	0,29
	214									1,00	0,90	0,84	0,82	0,87
	213										1,00	0,76	0,88	0,89
	215											1,00	0,75	0,83
	216												1,00	0,95
	217													1,00

Figure 2b : Coefficients de corrélation entre les sommes de puissance quotidienne de la pompes à chaleur pour chaque paire de salles de classe.

# Étude de cas

## Économies de chauffage dans une école secondaire du New Hampshire

### Déploiement du MCP et des capteurs

Le 1<sup>er</sup> mars, des panneaux Templok ont été installés au-dessus des panneaux de plafond des salles 120 et 217. Dans les quatre salles 119, 120, 216 et 217, des thermocouples ont été installés dans le plafond pour mesurer la température de l'air de la pièce et du faux plafond ainsi que la température de l'arrière des panneaux de plafond, comme illustré à la figure 3a.

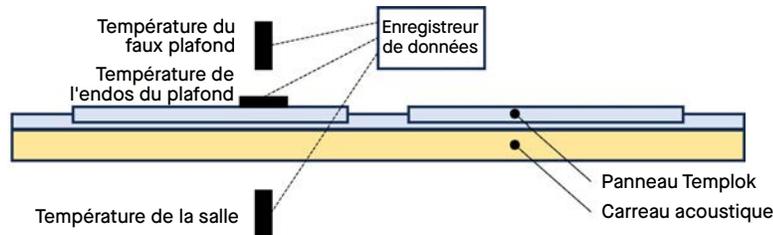


Figure 3a : Schéma du capteur de plafond

Un thermocouple de température de l'air est illustré à la figure 3b. Dans les salles de classe n'ayant pas reçu de panneaux MCP, un thermocouple a été positionné au dos du panneau acoustique. Les enregistreurs de données ont enregistré les mesures de température de chaque thermocouple.



Figure 3b : Sonde de température de l'air ambiant.

Les données de puissance et de température de chaque salle classe ont été enregistrées du 1<sup>er</sup> mars au 5 mai. La figure 4 montre les tendances de température et de puissance de la pompe à chaleur au cours d'un jour de semaine dans la salle 217. L'intensité du chauffage est la plus élevée la nuit pendant les heures les plus froides et plus faible l'après-midi lorsque la salle de classe est occupée et que les températures ambiantes sont plus chaudes. Les mesures de puissance faibles et constantes

au cours de la journée indiquent probablement une énergie de base du ventilateur avec peu de chauffage. L'évolution de la température du plafond au fil du temps indique le modèle quotidien de stockage et de dégagement de chaleur. Le MCP stocke la chaleur pendant la journée lorsqu'il se réchauffe et fond, et la restitue au bâtiment la nuit lorsqu'il se refroidit et gèle.

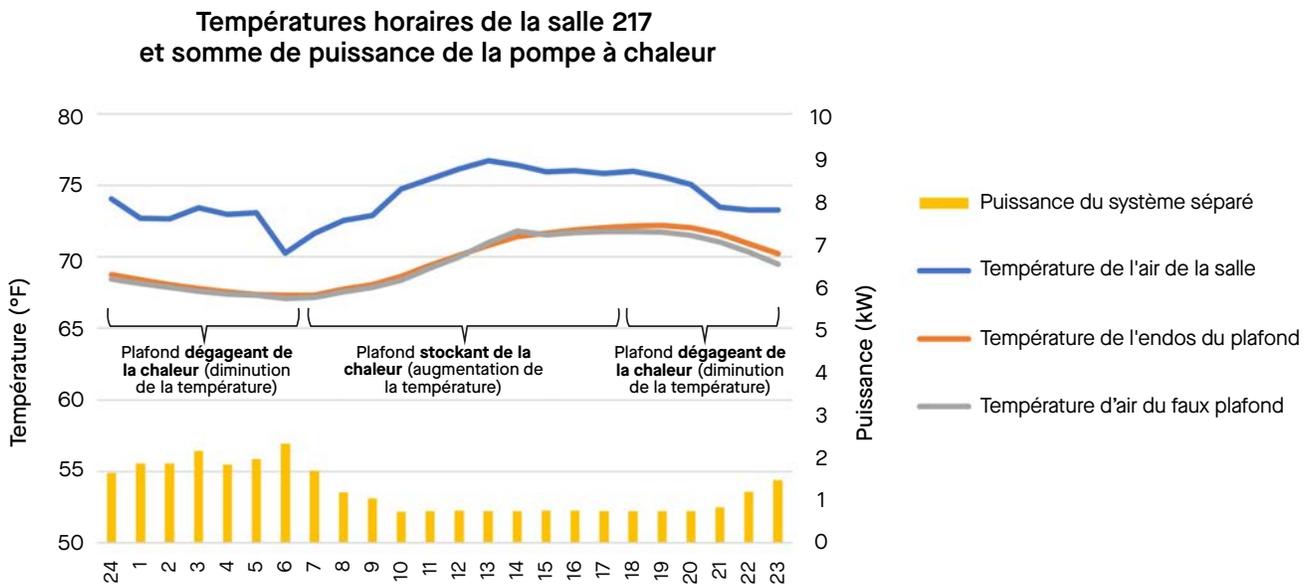


Figure 4 : Températures diurnes de la salle, du plafond et du faux plafond et intensité de la puissance horaire du système de pompe à chaleur.

## Économies de chauffage dans une école secondaire du New Hampshire

### Analyse multivariée

L'ensemble de données a été stratifié par saison (hiver et printemps) et heure (jour et nuit) pour analyse. Un modèle additif généralisé a ensuite été construit, incluant des variables mesurées soupçonnées d'affecter la puissance de la pompe à chaleur. Le modèle comprenait l'état vrai/faux du chauffage du ventilateur de l'unité, les températures de l'air extérieur et de l'air ambiant, le niveau du sol, l'horodatage et l'état vrai/faux du MCP au plafond.

Le tableau 1 montre une analyse des deux étages en hiver. Pendant la nuit, une réduction de 5 % de la puissance de chauffage a été estimée en isolant la variable MCP. Le résultat était statistiquement significatif ( $P < 0,05$ ), et le modèle avait un fort pouvoir prédictif ( $R^2 = 0,81$ ). En journée, aucun changement significatif de la puissance de chauffage n'a été estimé.

Tableau 1 : Réduction estimée de la puissance de chauffage grâce à la variable MCP (les deux étages et hiver)

Condition	Estimation	Valeur P	R <sup>2</sup> ajusté	% de réduction
Hiver (3/13-4/4) – horaires de jour (8 h à 20 h)	0,000 (P > C)	> 0,05	0,77	--
Hiver (3/13-4/4) – horaires de nuit (21 h à 7 h)	-0,032 (P < C)	< 0,05	0,81	5 %

Des anomalies dans les données de puissance en kW dans la salle 119 après 4/4 ont poussé à recentrer l'analyse du printemps sur le deuxième étage uniquement. Le tableau 2 montre une analyse du deuxième étage pendant les jours et les nuits d'hiver et de printemps. Le modèle prédit une réduction de 7 % et 9 % de la puissance de chauffage respectivement en hiver et au printemps. Les deux résultats étaient statistiquement significatifs

et avaient un bon pouvoir prédictif. Il a été estimé que l'énergie de chauffage diurne n'était pas affectée de manière significative par le MCP, bien que le modèle soit moins prédictif pour les jours de printemps en raison de variables non contrôlées qui ne sont pas incluses dans le modèle.

Tableau 2 : Réduction estimée de la puissance de chauffage grâce à la variable MCP (deuxième étage, hiver et printemps)

Condition	Estimation	Valeur P	R <sup>2</sup> ajusté	% de réduction
Hiver (3/13-4/4) – horaires de jour (8 h à 20 h)	-0,001 (P < C)	> 0,05	0,72	--
Hiver (3/13-4/4) – horaires de nuit (21 h à 7 h)	-0,032 (P < C)	< 0,05	0,71	7 %
Printemps (4/5-5/5) – horaires de jour (8 h à 20 h)	-0,001 (P < C)	> 0,05	0,59	--
Printemps (4/5-5/5) – horaires de nuit (21 h à 7 h)	-0,018 (P < C)	< 0,05	0,78	9 %

### Analyse des doubles différences

Une analyse des doubles différences (DD) peut être utilisée pour estimer l'effet d'un traitement en comparant les résultats des groupes de contrôle et de traitement au fil du temps (avant et après le traitement). Dans cette analyse, les DD estiment l'effet de l'installation du MCP sur la différence de puissance moyenne dans les salles de classe avec MCP avant et après l'installation, moins la différence dans les salles de classe de contrôle au cours de la même période. La méthode DD repose sur une hypothèse de tendance parallèle qui est plus forte pour le deuxième étage

que pour le premier étage. Ainsi, seul le deuxième étage a été analysé dans la méthode DD. Les mois précédant et suivant immédiatement l'intervention MCP (février et mars) ont été analysés. En contrôlant la température extérieure et la variation moyenne des mesures de puissance dans la salle de contrôle entre février et mars, les mesures de puissance pendant les heures nocturnes ont diminué en moyenne de 0,045 kW (6 %) après l'installation du MCP.

Tableau 3 : Les DD ont estimé la réduction des mesures de puissance moyenne en raison de la variable MCP (deuxième étage, février et mars)

Condition	Estimation	Valeur P	% de réduction
Horaires de jour (8 h à 20 h)	-0,022	> 0,05	--
Horaires de nuit (21 h à 7 h)	-0,045	< 0,05	6 %

### Résultats

Grâce à plusieurs techniques de modélisation, les salles de classe équipées de MCP ont enregistré une baisse d'énergie de 5 à 9 % par rapport aux salles de classe de contrôle pendant les nuits d'hiver. Cet effet était relativement cohérent dans toutes les approches de modélisation.

# Étude de cas

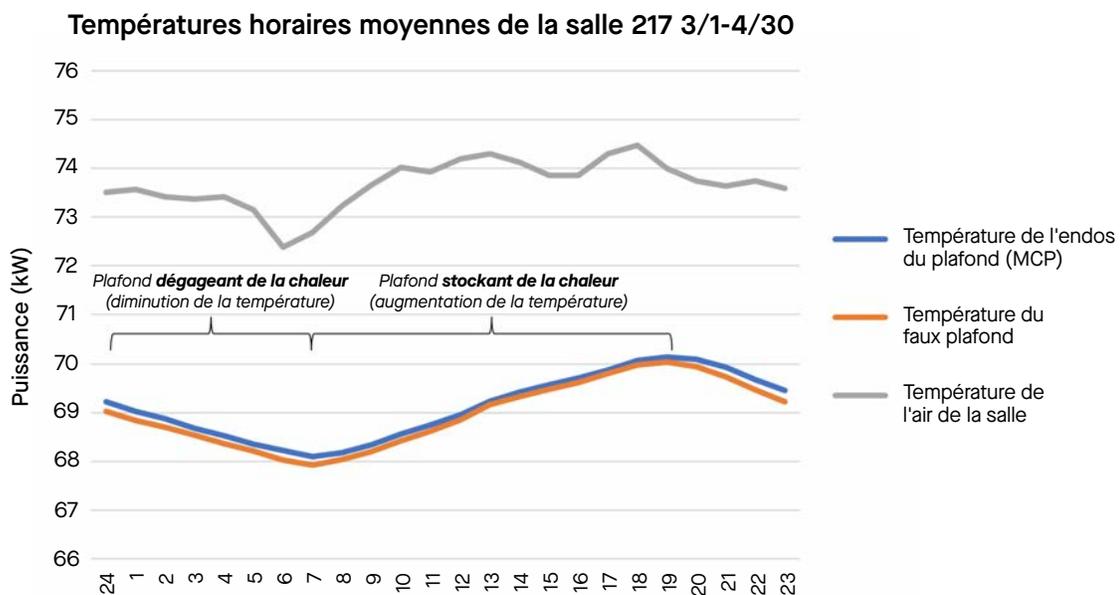
## Économies de chauffage dans une école secondaire du New Hampshire

### Rapprochement des résultats de l'étude de cas avec les prévisions du laboratoire

Le changement diurne de température du panneau de plafond et ses propriétés température-enthalpie peuvent être utilisés pour estimer indépendamment la quantité de chaleur déplacée par le MCP du jour à la nuit. En mars et avril, la variation diurne moyenne de la température du plafond MCP était d'environ 2 °F, ce qui correspond étroitement à la température de l'air du faux plafond près du plafond. En faisant référence aux propriétés enthalpiques du MCP, un refroidissement de 70 °F (21 °C) à 68 °F (20 °C) correspond à une libération d'environ 8 BTU/pi<sup>2</sup> de chaleur du MCP vers le bâtiment. Environ 144 panneaux Templok ont été installés par salle de classe, ce qui représente une couverture

d'environ 30 m<sup>2</sup> (324 pi<sup>2</sup>) pour la partie Templok contenant du MCP. Par conséquent, la chaleur quotidienne prévue déplacée par le MCP du jour à la nuit est d'environ 2 600 BTU par salle de classe.

Dans la section précédente, la réduction de la puissance en kW nocturne moyenne a été estimée entre 5 et 9 % par diverses méthodes. En mars et avril dans la salle 217, l'énergie totale moyenne (kWh) pendant la nuit (21 h à 7 h) était de 4,5 kWh. En supposant un coefficient de performance de 3 pour la pompe à chaleur, les économies d'énergie nocturnes de 5 à 9 % représentent environ 2 300 à 4 200 BTU de chaleur économisée, en accord général avec les 2 600 BTU de chaleur estimés libérés par les panneaux MCP pendant la nuit.



### Discussion

Même avec une modeste plage de température diurne au plafond d'environ 2 °F, l'étude a observé une réduction significative de la consommation d'énergie de chauffage nocturne de 5 à 9 % sans pénalité de chauffage pendant la journée. Ce résultat est encourageant, car il suggère que les bâtiments bénéficiant de plus grands gains de chaleur interne et solaire pendant la journée pourraient potentiellement réaliser des économies d'énergie encore plus substantielles la nuit.

### Conclusion

L'étude de cas réalisée dans un lycée du New Hampshire contribue à l'application relativement moins établie du MCP dans les climats frais pour économiser l'énergie de chauffage. L'étude a estimé une réduction de 5 à 9 % de l'énergie de chauffage nocturne pendant les nuits d'hiver et de printemps après la rénovation avec les panneaux de plafond Templok. Le résultat est en accord avec la quantité estimée de chaleur dégagée par le MCP la nuit, mesurée par des thermocouples et faisant référence aux propriétés enthalpiques du matériau.

L'expérience, par-dessus tout<sup>MC</sup>

## L'étape suivante

**877 276-7876**

Représentants du service à la clientèle  
du lundi au vendredi, de 7 h 45 à 17 h, HNE

TechLine – Informations techniques, dessins détaillés,  
aide à la conception CAO, informations reliées à  
l'installation, autres services techniques –  
de 8 h à 17 h 30 HNE, du lundi au vendredi,  
TÉLÉC. 1 800 572 8324  
ou courriel : [techline@armstrongplafonds.ca.com](mailto:techline@armstrongplafonds.ca)

**[armstrongplafonds.ca/commercial](http://armstrongplafonds.ca/commercial)**

Nouvelles récentes sur les produits  
Informations sur les produits standards et personnalisés  
Catalogue en ligne  
Fichiers CAO, Revit<sup>MD</sup>, SketchUp<sup>MD</sup>  
Outil de sélection visuelle, un plafond pour chaque  
espace : A Ceiling for Every Space<sup>MD</sup>  
Documentation et échantillons de produits : service  
rapide ou livraison régulière  
Personnes ressources : représentants, fournisseurs,  
entrepreneurs



**[armstrongplafonds.ca/projectworks](http://armstrongplafonds.ca/projectworks)**

Le pouvoir du service de conception et d'avant  
projet de **ProjectWorks<sup>MD</sup>**

Mélangez et assortissez les formes, les  
dimensions, les couleurs et les matériaux pour  
réinventer votre plafond personnalisé, spécialisé  
ou standard.

Visitez notre galerie de motifs en ligne pour voir  
des idées pour votre prochain projet à  
[www.armstrongplafonds.ca/galeriemotifs](http://www.armstrongplafonds.ca/galeriemotifs)

Communiquez avec votre représentant local  
pour commencer une conception! Vous ne  
savez pas qui est votre représentant local?  
Visitez [armstrongplafonds.ca/trouverreprésentant](http://armstrongplafonds.ca/trouverreprésentant)



**Armstrong<sup>MD</sup>**  
Industries mondiales

Toutes les marques de commerce utilisées dans les présentes sont la propriété d'AWI Licensing Company et/ou de ses sociétés affiliées.  
© AWI Licensing LLC, 2024. • Imprimé aux États-Unis d'Amérique

TechLine / 877 276-7876  
[armstrongplafonds.ca/energysavingceilings](http://armstrongplafonds.ca/energysavingceilings)