

AB ENERGY INNOVATION

&



SOUVIENS-TOI DU FUTUR

Efficacité énergétique et durabilité environnementale dans la grande distribution



Efficacité énergétique et durabilité environnementale dans la grande distribution

PREAMBULE:

- Le besoin d'efficacité est de plus en plus nécessaire. Les entreprises, et les particuliers ont augmenté leurs besoins énergétiques; avec une augmentation de la consommation qui, rien qu'au cours des dix dernières années, a doublé.
- Même à la maison, un simple sèche-cheveux et un four allumés en même temps dépassent la disponibilité du compteur 3Kw classique, il est facile de se rendre compte que les besoins évoluent. En effet, de nombreux utilisateurs privés ont besoin d'une augmentation de l'énergie disponible. A plus forte raison, l'industrie alimentaire fait partie des trois activités manufacturières les plus énergivores.
- Voici notre pari, voire notre promesse, une gestion toujours meilleure des ressources énergétiques et surtout dans le respect plein et entier de l'environnement dans lequel nous vivons.

SUMMARY

- Définition et présentation des solutions PCM
- Notre approche
- Présentation des produits
- présentation de nos solutions

Définition et présentation des solutions PCM

- **Les PCM (Phase Change Material)** sont des substances organiques ou inorganiques, d'origine naturelle qui sont utilisées pour accumuler et libérer de l'énergie thermique lors de la transition de phase entre l'état solide et l'état liquide et vice versa, exploitant ainsi la capacité thermique sensible, **mais aussi la capacité de fusion latente**. **Le PCM** a la tendance naturelle d'absorber la température ambiante pendant plusieurs heures et bien sûr en la libérant jusqu'à ce qu'il se décharge en terminant son cycle quotidien.
- De cette façon, **Le PCM est capable de stabiliser et de rendre la température ambiante constante**, remplaçant ou limitant l'allumage des systèmes (chauffage / refroidissement).
- **Templok (PCM)** mesure cm. 60 x 60 et est fabriqué en matériau thermoplastique **recyclé** (PVC de qualité alimentaire) pour une durabilité et une résistance maximales à l'eau, à l'humidité et aux flammes, avec une épaisseur de 7 millimètres.



- **La solution TEMPLOK est :**
 - **Totalement "green"** Les PCM sont non toxiques, ininflammables, recyclables et sans déchets spéciaux en fin de vie.
 - **Génère des économies d'énergie et contribue à la réduction des émissions de CO2** avec l'augmentation significative de la capacité thermique et de la masse.
 - **Facilité d'installation et faible poids.**

NOTRE APPROCHE

- **Notre approche** part du parti pris de rendre plus efficace ce qui est déjà installé.
- Des systèmes de climatisation à l'enveloppe, en passant par les systèmes IoT capables de faire fonctionner efficacement les systèmes et de **générer des bases de données** qui, une fois analysées, permettent d'identifier les éventuelles "fuites" du système et d'adopter les changements nécessaires capables d'optimiser le fonctionnement et l'utilisation de la climatisation.
- Les grands bâtiments industriels et semi-industriels **manquent presque totalement de masse thermique**. Ils ont donc un retard thermique limité qui en fait des bâtiments à fort impact environnemental ainsi **qu'à fort inconfort**.
- **Les grands volumes climatisés génèrent toujours le phénomène de stratification de l'air difficile à gérer**. Un mouvement lent et presque imperceptible de l'air permet de réduire le gaspillage d'énergie, **d'augmenter le confort des pièces** et assure au PCM installé d'effectuer ses propres cycles de charge et de décharge de l'énergie thermique latente.
- Des systèmes innovants de déstratification de l'air à très faible consommation d'énergie, optimisent la climatisation des environnements sans être **invasifs avec des coûts d'installation réduits**.

APPLICATION MURALE

LE FLUX THERMIQUE L'enveloppe du bâtiment est conçue pour réduire le flux de chaleur (le flux de chaleur à travers le bâtiment, les murs ou le toit) Le flux de chaleur est la quantité d'énergie thermique qui traverse une surface, il peut être calculé avec cette simple équation :

$$\text{Flux thermique} = \Delta\text{Température} / (\text{valeur R})$$

L'isolation est utilisée pour réduire le flux de chaleur **à travers l'enveloppe** du bâtiment, ce qui augmente la valeur R **Templok™** est utilisé pour réduire le flux de chaleur à travers l'enveloppe du bâtiment **en diminuant la Δtempérature**.

1- Plâtre intérieur 2- Couche d'isolant 3-couche de PCM 4- Plâtre externe

LE JOUR : La couche PCM absorbe le flux thermique dû à l'absorption du rayonnement solaire et à la différence de température de l'air

LA NUIT : La majeure partie de l'énergie thermique accumulée est transférée à l'environnement extérieur

1- Plâtre intérieur 2- Couche d'isolant 3- cavité ventilée 4- Couche de PCM 5- Plâtre externe

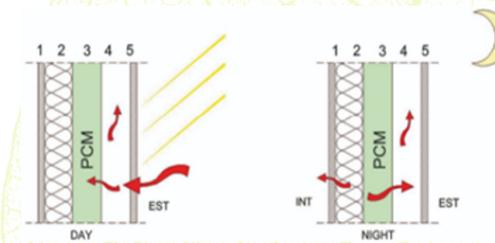
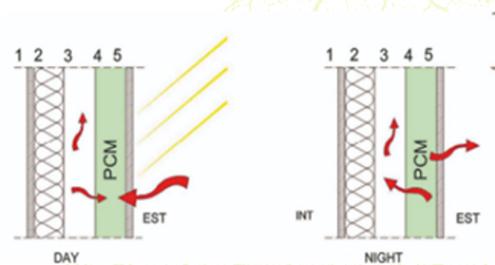
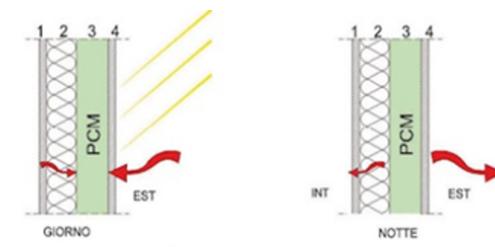
LE JOUR : La couche PCM absorbe le flux thermique dû à l'absorption du rayonnement solaire.

LA NUIT : La chaleur va à l'extérieur du mur et à l'intérieur de la cavité

1- Plâtre intérieur 2- Couche d'isolant 3-couche de PCM 4- Cavité ventilée 5- Plâtre externe

Le JOUR : la couche PCM absorbe le flux de chaleur dû à l'absorption du rayonnement solaire et à la différence de température de l'air

LA NUIT : La majeure partie de la chaleur circule par l'extérieur évacuée par la ventilation naturelle dans la cavité



FLUX THERMIQUE

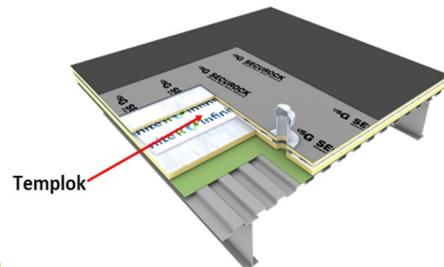
LE FLUX THERMIQUE L'enveloppe du bâtiment est conçue pour réduire le flux de chaleur (le flux de chaleur à travers le bâtiment, les murs ou le toit) Le flux de chaleur est la quantité d'énergie thermique qui traverse une surface, il peut être calculé avec cette simple équation :

$$\text{Flux thermique} = \Delta\text{Température} / (\text{valeur R})$$

L'isolation est utilisée pour réduire le flux de chaleur **à travers l'enveloppe** du bâtiment, ce qui **augmente la valeur R**

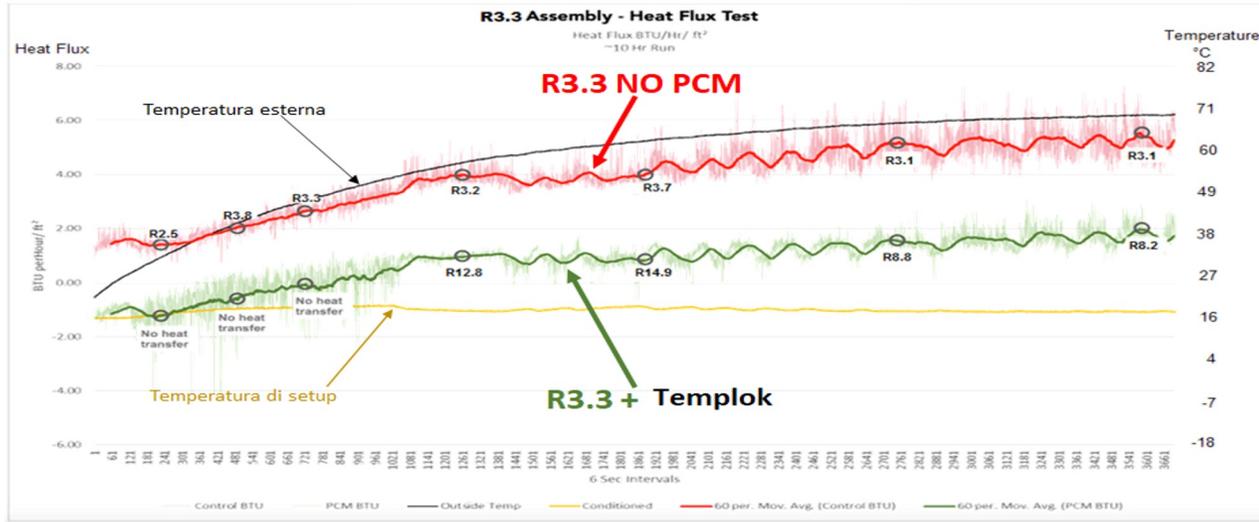
Templok™ est utilisé pour réduire le flux de chaleur à **travers l'enveloppe** du bâtiment **en diminuant la Δ température**.

- **Exemple de toit plat classique** : Température à la surface du toit = 57°C, / Température d'installation interne = 24 °C / Valeur R (isolation) = 1,75 m².K / W Flux Thermique = (57°C-24°C = 33) / (Valeur de R = 1.75) = **19 W**
- **Si on installe une couche de Templok 26°C : le flux de chaleur évolue comme suit** : Flux thermique = (26°C-24°C = 2) / (Valeur de R = 1,75) = **1 W par m²**
- N.B. Cette équation est valable pendant toute la période de transition (ou de fusion) du PCM
- En utilisant les conditions de l'exemple ci-dessus, l'ajout **de Templok sur un toit de 2300 m²** réduirait la charge thermique de 40 Kw

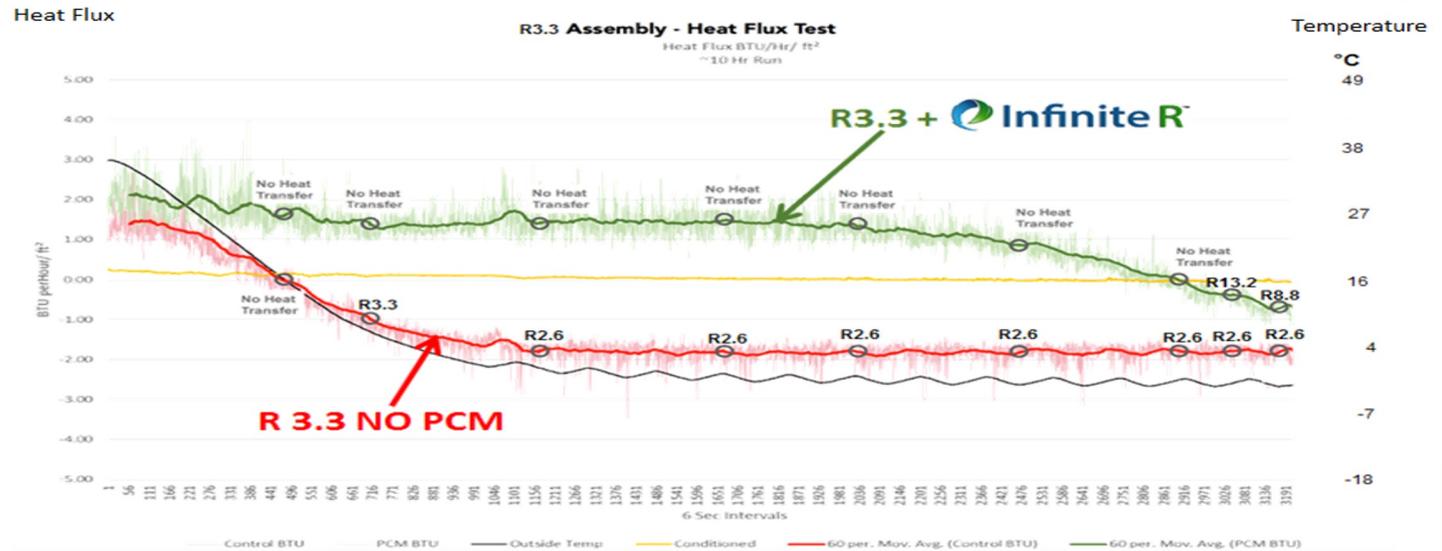


TESTS EN LABORATOIRE

Camera test x 10 ore – fino a 71 °C



Camera test x 10 ore – fino a -1 °C



TRANSMISSION THERMIQUE PERIODIQUE

La transmission thermique périodique est efficace pour réduire le flux de chaleur provenant de l'extérieur, mais ce n'est pas la seule indication, pour le confort de vie.

Car au flux provenant de l'extérieur s'ajoute à celui inévitablement produit dans l'environnement intérieur (présence des personnes, l'utilisation d'appareils électroménagers, l'éclairage et le rayonnement thermique diffus ou les apports solaires à travers les fenêtres).

- **Ainsi le PCM**, de la même manière, doit s'opposer aux contraintes internes. En particulier, **les apports gratuits** (solaires et intérieurs) doivent être suffisamment maîtrisés afin d'éviter, des variations importantes de la température de fonctionnement, dont la valeur, est un indice de confort thermique.
- **La structure PCM** doit pouvoir accumuler de la chaleur également de son côté interne sans faire varier la température de surface. C'est-à-dire la **quantité de chaleur par unité de surface** que la paroi, est **capable d'accumuler** suite à une fluctuation de température interne.
- Plus les charges internes sont importantes, par exemple dans le cas de bâtiments à indice de surpeuplement élevé, ou avec un rapport surface vitrée/surface au sol élevé, plus il sera important de fixer une valeur C_{ip} élevée.

TRANSMISSION THERMIQUE PERIODIQUE

L'utilisation d'une enveloppe légère et hautement isolante est contre-indiquée, non pas tant du point de vue de l'économie d'énergie, mais surtout du point de vue du **confort de vie** car elle détermine des fluctuations plus importantes des températures intérieures, des températures de surface plus élevées (en moyenne de 1,5°C à 3°C plus) et par conséquent des températures de fonctionnement plus élevées.

Des simulations dynamiques il ressort que **la position la plus efficace du PCM** dans la stratigraphie de la maçonnerie **est celle avant l'isolation** puisque, la contrainte thermique qui active le PCM est induite par l'irradiation et la convection incidentes sur l'enveloppe, un gradient de température est établi plus près du PCM ce qui permet d'activer sa transition de phase et donc sa grande capacité de stockage thermique.

De cette façon, **le flux de chaleur vers l'intérieur est interrompu et un meilleur confort intérieur et une puissance thermique de refroidissement moindre sont garantis.**

Un inconvénient des matériaux à changement de phase est la faible conductivité thermique, par conséquent, étant donné que la transmission de chaleur se produit par le phénomène de conduction, il est essentiel que le gradient thermique soit tel qu'il favorise un échange de chaleur appréciable qui se traduit par le changement de phase de le PCM.

TRANSMISSION THERMIQUE PERIODIQUE

La contrainte thermique externe est suffisante pour activer le processus thermique, en particulier pendant les mois d'été, lorsque la température externe est plus élevée et que le gradient thermique dans la stratigraphie est donc important.

Dans la période la plus chaude de l'année, le PCM est capable de s'activer en continu : il s'ensuit que les pics de température interne et la demande de puissance de refroidissement sont plus contenus avec une réduction conséquente de la consommation d'énergie.

La réduction des pointes de puissance implique également la possibilité de sous-dimensionner le système de climatisation et le réseau de distribution, de plus, en plus de réduire la consommation d'énergie de **29%** par rapport à un scénario dans lequel le PCM n'est pas intégré au système, **il gère la température interne dans la période la plus chaude de l'année**, de plus, la phase de libération de la chaleur accumulée se produit à sa température de transition de phase (21-23 ° C), et donc le risque que le PCM par ce temps puisse entraîner une chaleur source de l'environnement interne.

La température extérieure même pendant les mois les plus chauds descend constamment en dessous de 20 ° C, de sorte que la phase de libération peut être favorisée en ouvrant les fenêtres ou le mode de refroidissement gratuit des bornes d'entrée.

TYOLOGIE DE POSE

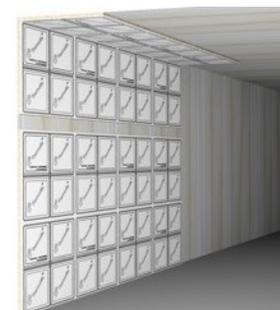
Les panneaux Templok peuvent être couplés à toute isolation statique et insérés dans la stratification des toitures, murs, dalles, faux plafonds.

Le panneau a des dimensions de 60,5 x 60,5 cm, épaisseur 7 mm. Il peut être collé, vissé ou simplement posé sur des toitures ou des dalles.

Le panneau est présenté dans la version avec 4 macro capsules qui contiennent le mélange de **PCM inorganique**.

Les **macrocapsules** ne doivent PAS être percées pour éviter que le MCP ne s'échappe lorsqu'il est en phase liquide et donc en phase de charge ou de saturation.

Templok a une bonne résistance mécanique et ne change PAS de volume lorsqu'il change d'état (Solide/liquide ou Liquide/solide)



UNE APPROCHE THERMODYNAMIQUE

L'inclusion de la technologie PCM dans les systèmes de construction modernes génère inévitablement un changement de paradigme à partir de la conception pour arriver aux multiples solutions d'application qui caractériseront positivement les nouveaux bâtiments ainsi que les nouvelles techniques de rénovation.

Au centre de l'attention, il n'y a pas seulement les économies d'énergie mais aussi et surtout le bien-être de vie et de travail. Pour cette raison, les outils de conception thermique actuellement utilisés par la quasi-totalité des professionnels ne sont plus adéquats et ne permettent pas d'envisager des solutions très innovantes et performantes comme le PCM.

Nous passons nécessairement d'une solution **statique à une solution dynamique** et pour cette raison la conception doit aussi passer du thermostatique à la thermodynamique grâce à l'utilisation de logiciels de simulation capables de restituer des données précises sur le comportement des enveloppes des bâtiments dans les 24 heures de chaque jour de l'année. année.

Le logiciel IDA ICE mis à jour avec des algorithmes spécifiques pour le calcul PCM, permet de traiter avec précision les stratifications des murs et des toits intégrés aux panneaux PCM

MODELE MATHEMATIQUE

Le modèle utilise des courbes d'ajustement polynomial pour décrire les propriétés du PCM adaptées de la théorie de la **transition de phase de Ginzburg-Landau**. Cela dépend de la composition, de la congruence et si le matériau est eutectique.

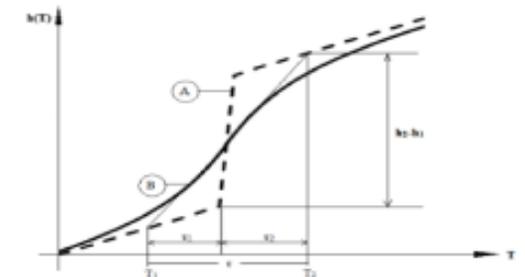
Les PCM peuvent présenter des discontinuités à la température de fusion (figure 1, courbe A), de sorte que l'enthalpie n'est pas une fonction unique de la température, ou ils peuvent présenter une enthalpie en tant que fonction continue de la température (figure 1, courbe B).

Il en résulte un état de changement de phase "impur" entre les phases solide et liquide. Pour traiter cette "phase impure", des équations explicites adaptées des **travaux d'Egolf et Manz (1994)** pour l'enthalpie en fonction de la température sont utilisées.

Cette méthode est applicable aux PCM qui présentent différentes largeurs de temps de fusion ou de congélation et différentes chaleurs spécifiques dans les phases solide et liquide. La performance de la courbe dépend de la largeur des phases de fusion et de congélation. Pour **une plage de fusion ou de congélation étroite**, la courbe est raide (Figure 1 Courbe A) et comprend un arrondi caractéristique minimal au-dessus et au-dessous de la courbe de fusion. Équations utilisées dans **le modèle Hysteresis** PCM : Aux côtés des équations d'enthalpie en fonction de la température utilisées dans le modèle pour les courbes de fusion et de congélation adaptées des travaux d'Egolf et Manz (1994). La figure 3a montre que la transition entre la fusion et la congélation est un motif linéaire ($y = mx + c$) entre les deux courbes.

La modélisation de l'hystérésis est réalisée car l'état thermo-physique actuel du PCM est basé sur la température du matériau échantillonné à un instant précédent ; si la température montre une augmentation, le modèle suppose la courbe de fusion, tandis que si elle diminue, le modèle suppose la courbe de congélation. Le processus de transition est modélisé comme une ligne droite entre les deux courbes.

Référence : Bony et Citherlet 2007.



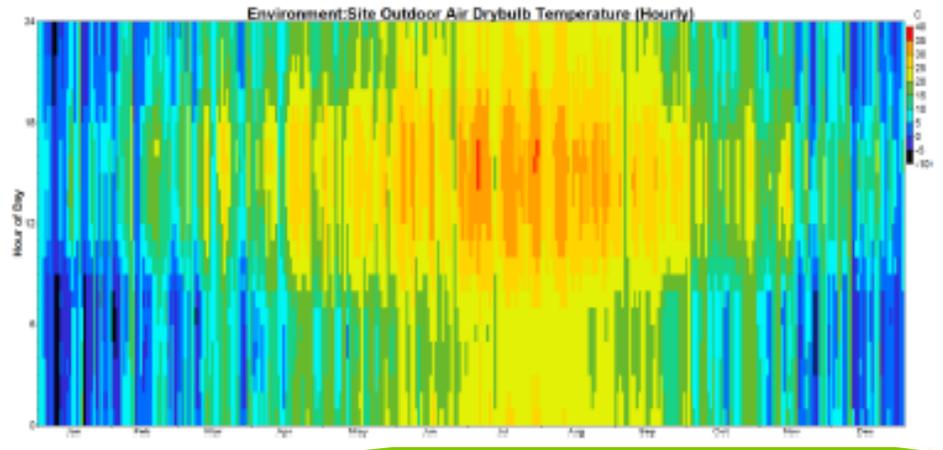
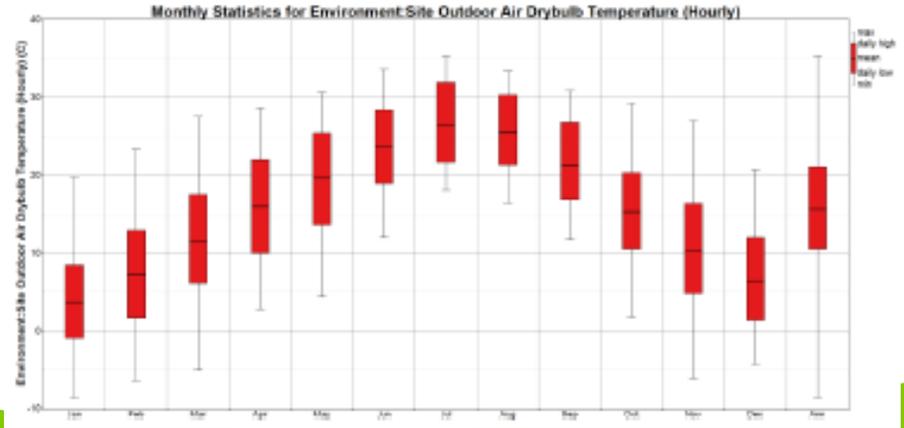
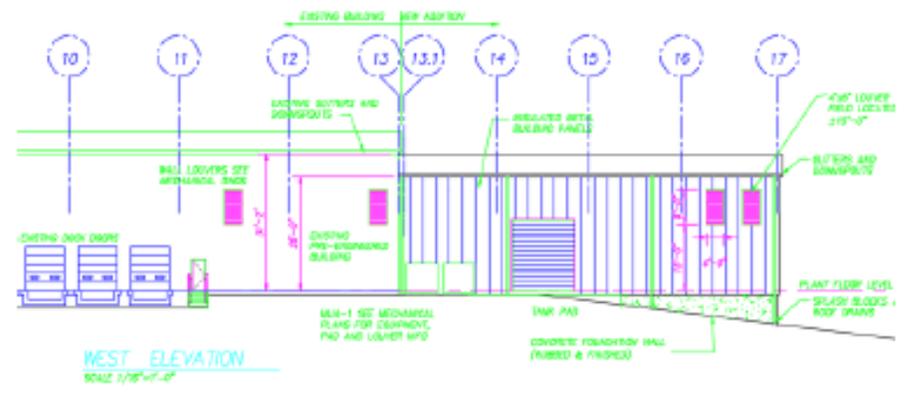
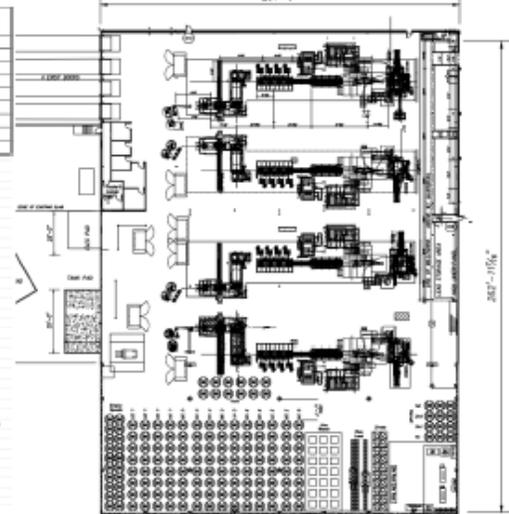
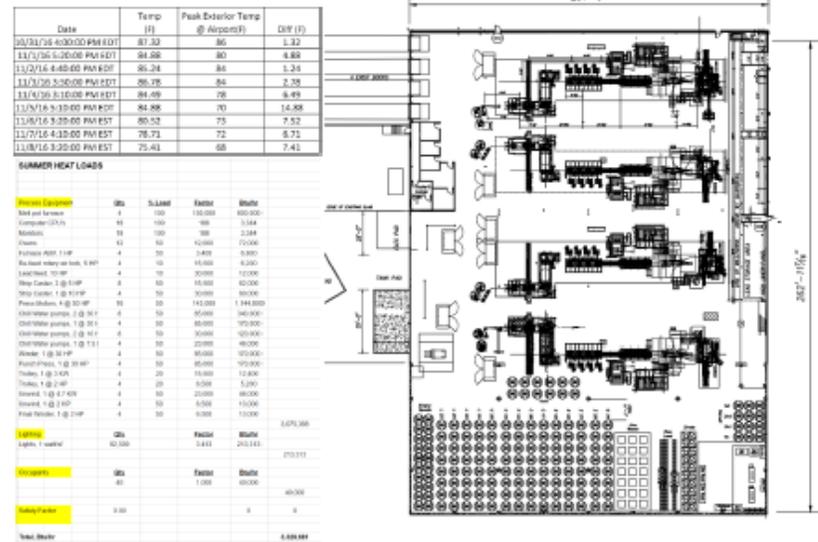
$$h(T) = \begin{cases} C_{p,1}T + \eta_1 & T \leq T_m \\ C_{p,1}T_m + (h_2 - h_1) + C_{p,2}(T - T_m) - \eta_2 & T > T_m \end{cases}$$
$$\eta_n = \left(\frac{h_2 - h_1}{2}\right) e^{\left(\frac{-2|T - T_m|}{\tau_n}\right)}$$

Where:

- $C_{p,1}$ specific heat in solid state (J/g-C)
- $C_{p,2}$ specific heat in liquid state (J/g-C)
- T_m melting temperature (C)
- $h_2 - h_1$ latent heat stored (J/g)
- τ_n melting range (C)

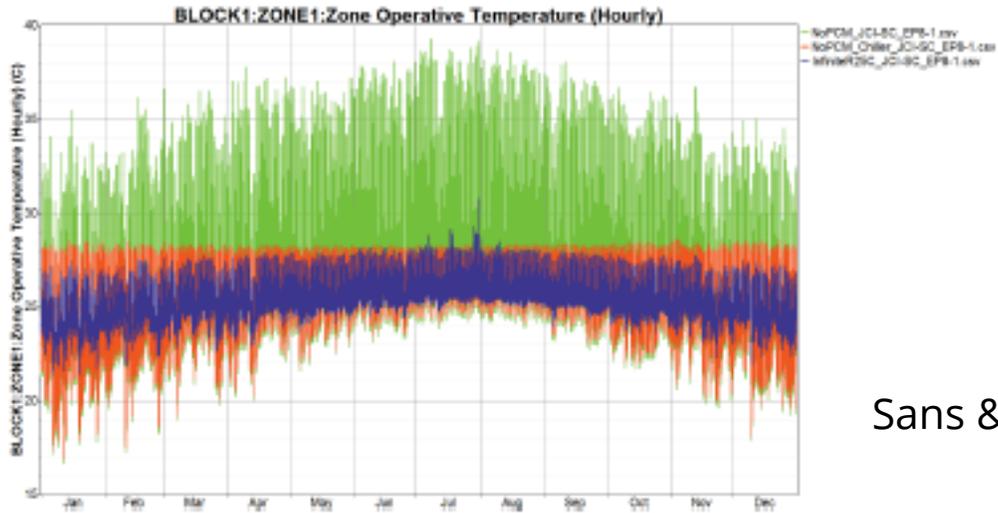
MODELE MATHEMATIQUE

La géométrie du modèle thermique et de la construction a été tirée des dessins CAO illustrés ci-dessous à droite tels que fournis par le client. La modélisation de la charge thermique est dérivée de données climatiques externes et de données de charge internes fournies par le client

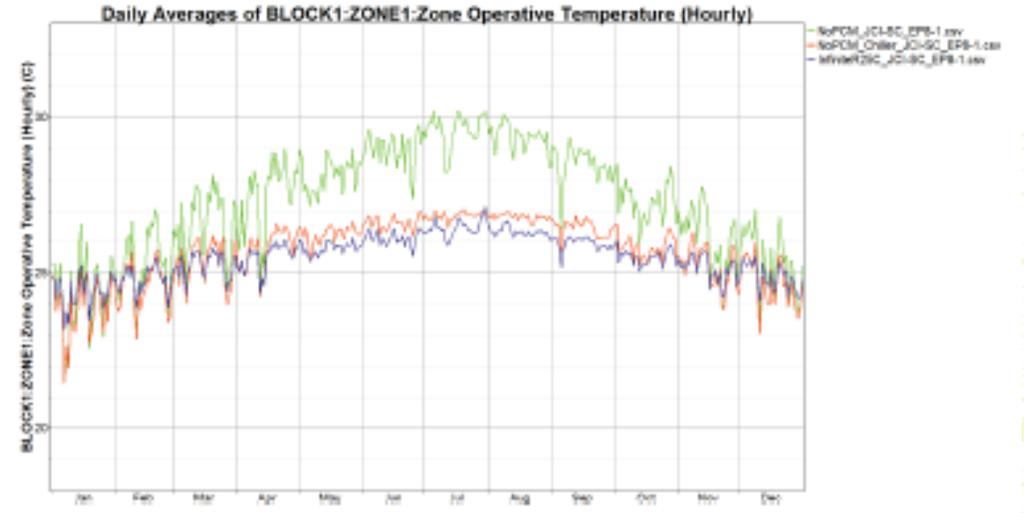


MODELE MATHEMATIQUE

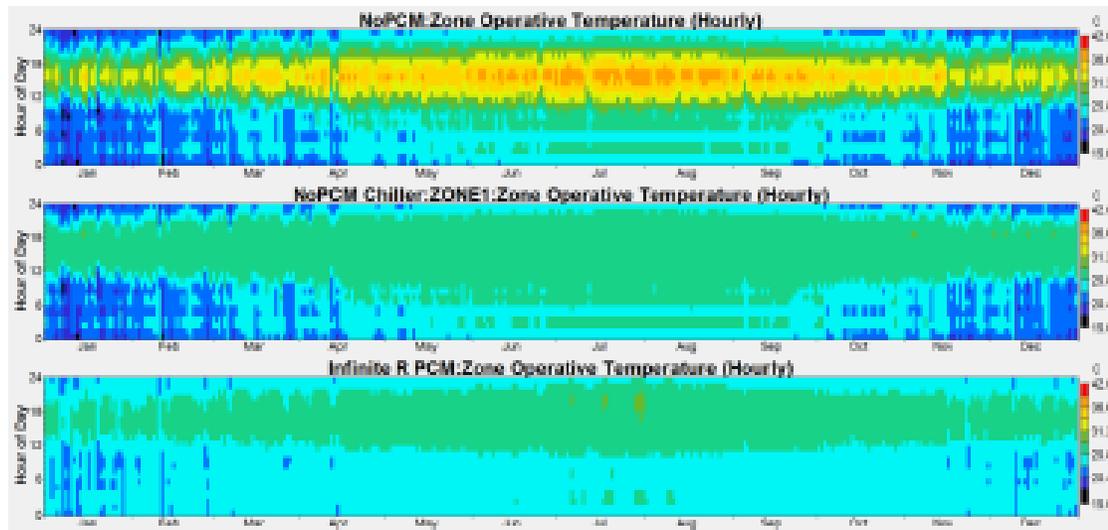
Sans PCM



Avec PCM



Sans & Avec PCM



SOLUTIONS COMPLETES

- a) **Solution complètement passive**, pas d'alimentation ni de circulation de liquide.
- b) **La batterie thermique** compense les pertes d'énergie et devient automatiquement un stockage d'énergie de sécurité en cas de panne ou de dysfonctionnement du système.
- c) **Le système réduit le phénomène d'activation et de désactivation**, ce qui se traduit par des coûts de maintenance réduits et une durée de vie plus longue des composants actifs.



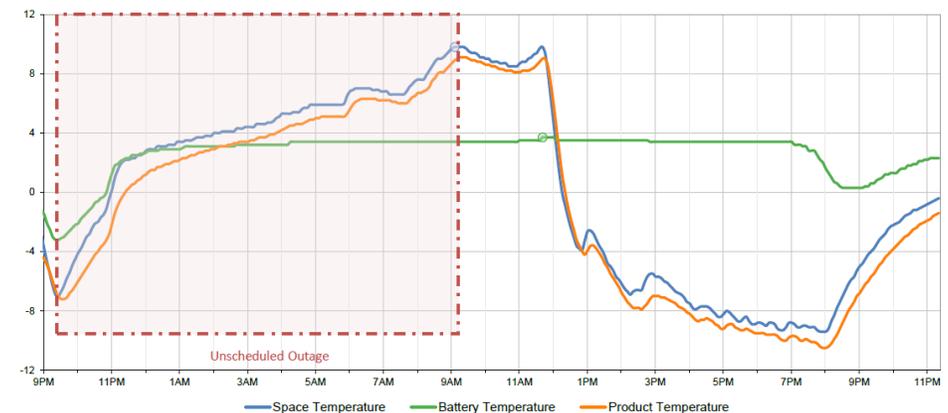
Capacité thermique à absorber 5 fois la chaleur en phase eutectique (de 23h à 9h la température ambiante monte très lentement)

LE DÉFI POUR LES CENTRALES DE STOCKAGE À TEMPÉRATURE NÉGATIVE

L'ÉNERGIE fait partie des deux premiers éléments de coût d'une installation de froid

COÛTS ÉLEVÉS. Les frais dus aux dépassements de pointe peuvent représenter jusqu'à 70 % de la valeur de la facture

24 HEURES PAR JOUR. Le contrôle de la température et la stabilisation 24h/24 garantissent une **parfaite conservation des aliments stockés**



CENTRALES DE STOCKAGE A TEMPERATURE NEGATIVE

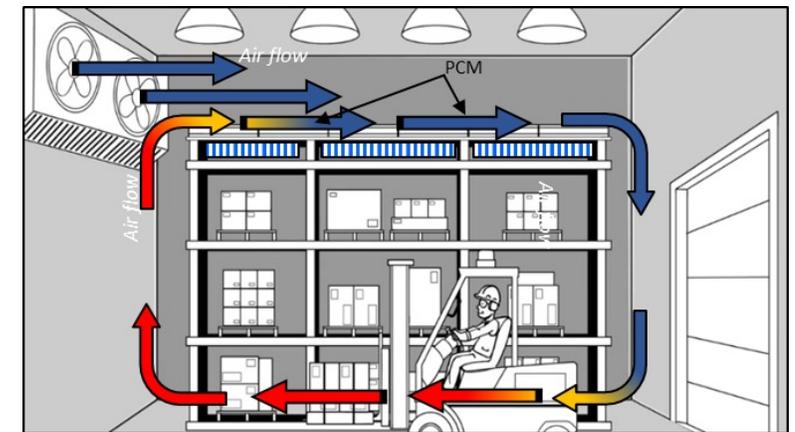
Technologie brevetée de matériau à changement de phase (PCM). E-4° ingénierie pour toutes les conditions de travail.
Températures gérées : de +9 à -25°C.

SYSTÈME DE CONTRÔLE EN IoT.

Optimisez les performances de votre équipement frigorifique.
Surveillance à distance en temps réel.
Contrôle à distance via la plateforme Web.
Gestion des flux de consommation d'énergie.

LOGICIEL.

Le système vous permet de gérer l'accumulateur d'énergie thermique de manière optimale.
Optimiser la récupération des informations opérationnelles.
Générez des modèles avec les heures d'utilisation et la consommation d'énergie.
Déplacer et équilibrer les pics de charge.
Surveiller les systèmes et les équipements pour prévoir/éviter les pannes.



CENTRALES DE STOCKAGE A TEMPERATURE NEGATIVE

STOCKAGE D'ÉNERGIE THERMIQUE

Les cellules contenant le PCM sont en PEHD soufflé et sont produites spécifiquement pour les besoins du client.

Le système thermique **ColdBuildUp** est totalement autonome et sans circulation de liquide.

Le matériau à changement de phase (PCM) est composé d'une solution non toxique et biodégradable conçue pour charger / décharger de l'énergie à des températures contrôlées qui permettent au système de contrôle de résister aux températures ambiantes et de préserver les produits.

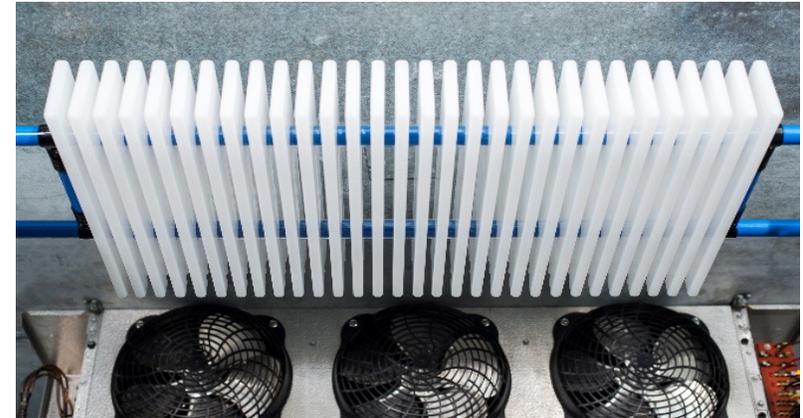
SYSTÈME DE CONTRÔLE ido

Le système s'intègre à l'équipement de contrôle de l'installation frigorifique existante et gère le PCM et les systèmes de régulation de la température des produits stockés.

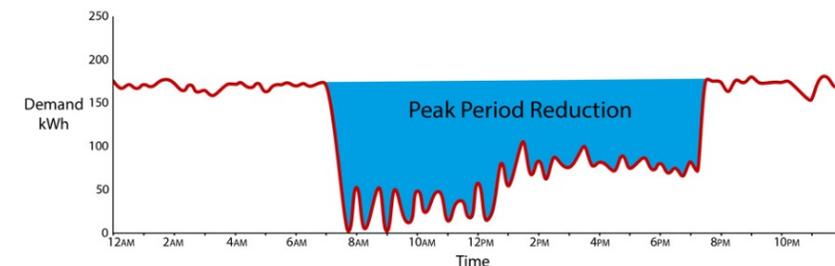
Recueille les données enregistrées par les capteurs pour évaluer et vérifier les conditions réelles de fonctionnement des environnements congelés du client.

Logiciel propriétaire dédié. Surveillance, analyse et contrôle de l'usine.

Gestion de la température pour la protection des produits stockés.



THERMAL ENERGY STORAGE REDUCES ENERGY CONSUMPTION



CENTRALES DE STOCKAGE A TEMPERATURE NEGATIVE

COÛTS D'ÉNERGIE ET DE GESTION RÉDUITS.

- ✓ Économies d'énergie de 25 % (documentées).
- ✓ La réduction des heures de fonctionnement des évaporateurs permet de prolonger la durée de vie des systèmes de réfrigération jusqu'à 50%, e-4e offre une garantie de 10 ans.
- ✓ L'usine produit des bénéfices depuis plus de 20 ans d'activité.

AVANTAGES FONCTIONNELS.

- Limitation de charge.
- Utilisation de la charge dans les heures à un coût réduit.
- Incitations et avantages fiscaux pour les économies d'énergie.
- Certificats blancs pour la réduction des émissions de CO².

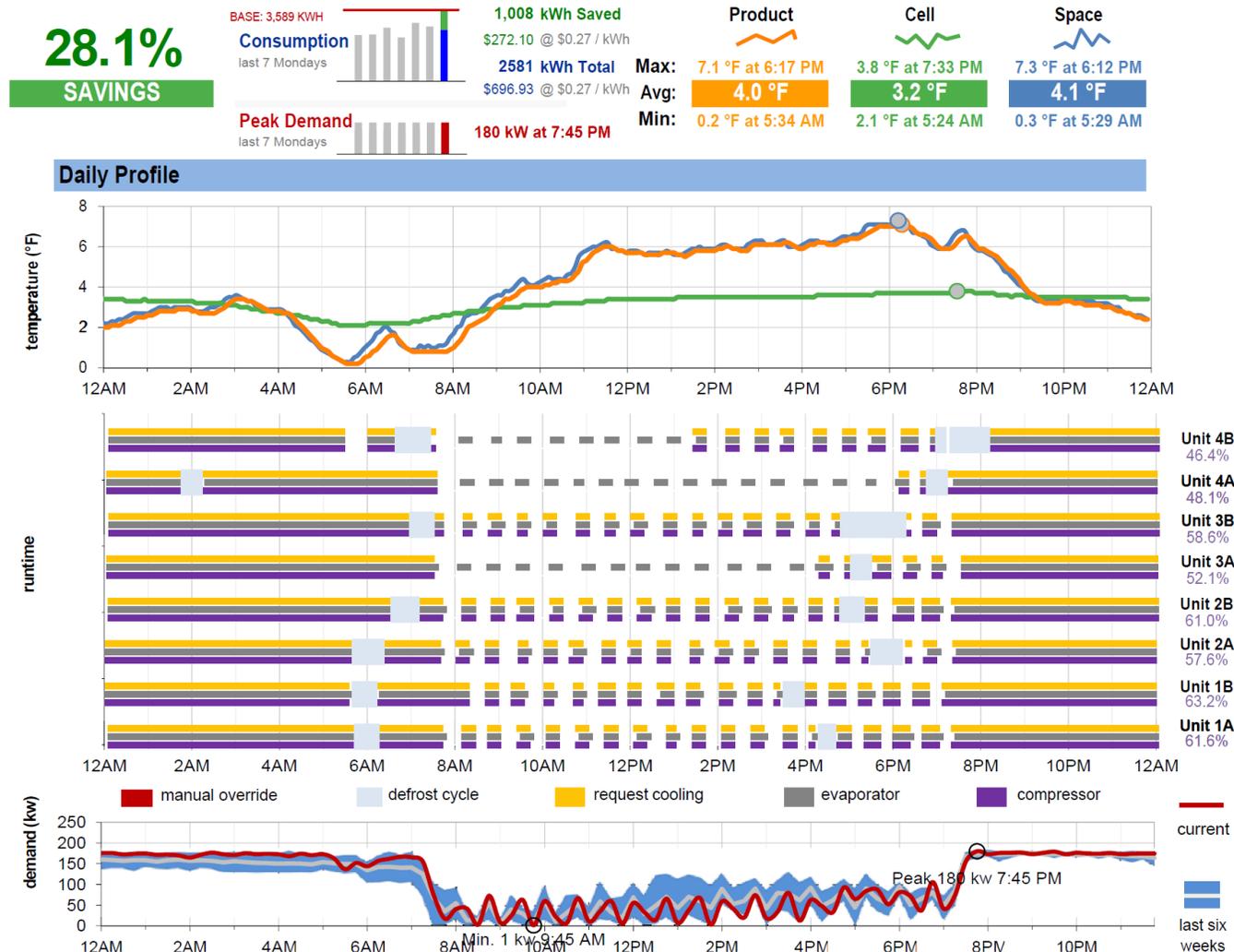
SURVEILLANCE ET CONTRÔLE EN TEMPS RÉEL.

- ✓ Températures. Consommation d'énergie.
- ✓ Assurance qualité du produit stocké.
- ✓ Produit stocké protégé grâce à des alertes en temps réel.
- ✓ Collecte de précieuses données opérationnelles de l'usine.

AVANTAGES SUPPLÉMENTAIRES PRODUITS PAR LE SYSTÈME D'ACCUMULATION DE FROID.

- Fournit une protection thermique de secours en cas de panne du réseau ou de panne majeure de l'équipement de réfrigération.
- Possibilité d'accumuler de l'énergie thermique avec PCM en utilisant l'électricité du photovoltaïque.
- Gestion des systèmes électriques du bâtiment
- Aidez les entreprises à atteindre et à dépasser leurs objectifs de développement durable.

CENTRALES DE STOCKAGE A TEMPERATURE NEGATIVE



Températures :

Installer; 5°C
 Entrepôt; 5°C
 Produits; 4,7°C
 PCM ; 0°C

Utilisation classique sans photovoltaïque :

En journée, le PCM compense les déséquilibres thermiques dus à l'ouverture des portes, à la présence du personnel et des moyens de manutention des marchandises.

Économies moyennes 28 %

Au fil du temps, pour de nombreux clients, la valeur financière des avantages est devenue plus importante que les économies d'énergie.