

Utilisation des Matériaux à Changement de Phase (MCP) en climatisation passive et chauffage d'intersaison

Contrat ADEME - PUCA N° 04 04 C 0073 Notifié le 28/12/2004

D. QUENARD – H. SALLEE – K. JOHANNES – A. HUSAUNNDEE



PA Consult

Trois Types de Technologies

➤ **Isolation :**

✓ **Panneaux Isolants sous Vide**

➤ **Apports Solaires Contrôlés**

✓ **Vitrages / Protections Solaires**

➤ **Stockage de Chaleur – Réémission**

✓ **Matériaux à Changement de Phase**

Technologie Complémentaire : Ventilation Nocturne

➤ **Matériaux :**

- ✓ **Analyse Thermique : T , λ , C_p , L**

Composants :

- ✓ **Réponse à des sollicitations contrôlées (rampes, sinusoïdes ...)**

Maquettes :

- ✓ **Comportement en site extérieur**



➤ **Partie expérimentale**

➤ Matériaux :

- ✓ **Analyse Thermique : λ , C_p , L**



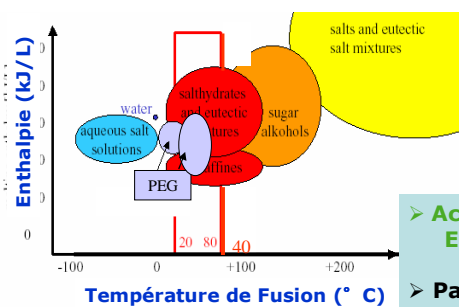
Composants :

- ✓ Réponse à des sollicitations contrôlées (rampes, sinusoïdes ...)

Maquettes :

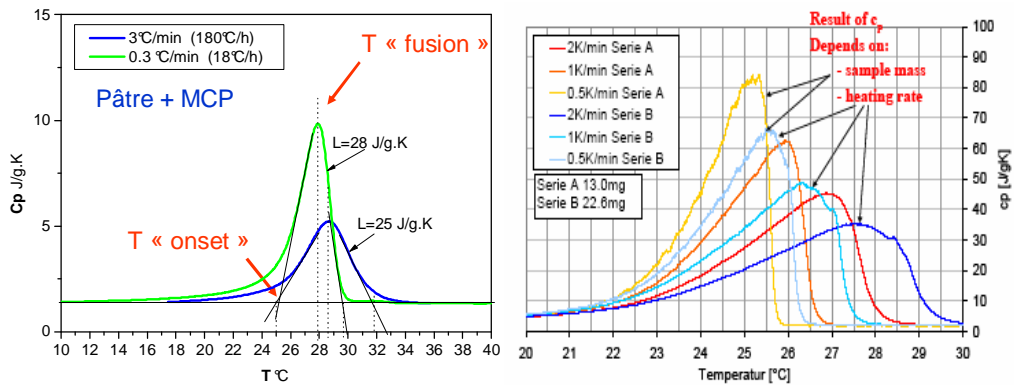
- ✓ Comportement en site extérieur

Matériaux à Changement de Phase



- **Acide Gras Eutectique (Myristique-Caprique)**
 $T_f = 21.5^\circ \text{ C}$
- **Paraffine**
 $T_f = 25^\circ \text{ C}$
- **Sel Hydraté Eutectique (Chlorure Calcium + Potassium)**
 $T_f = 27^\circ \text{ C}$

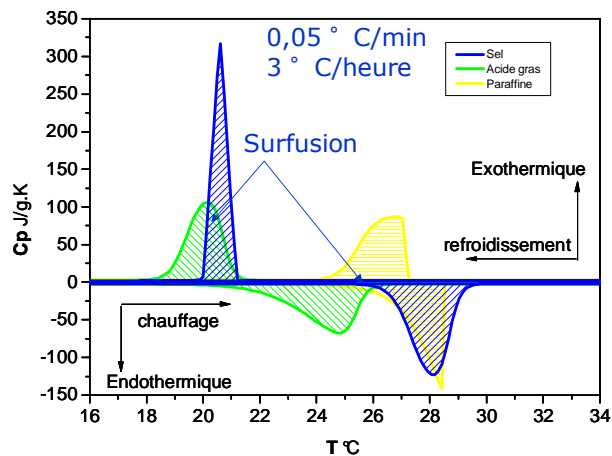
Sensibilité à la Vitesse de mesure et à la Masse



Source : IEA – ECES – Annexe 17

Exemple de courbe expérimentale

MCP :
- Paraffine
- Acide gras
- Sel Hydraté



➤ **Matériaux :**

✓ Analyse Thermique : λ, C_p, L

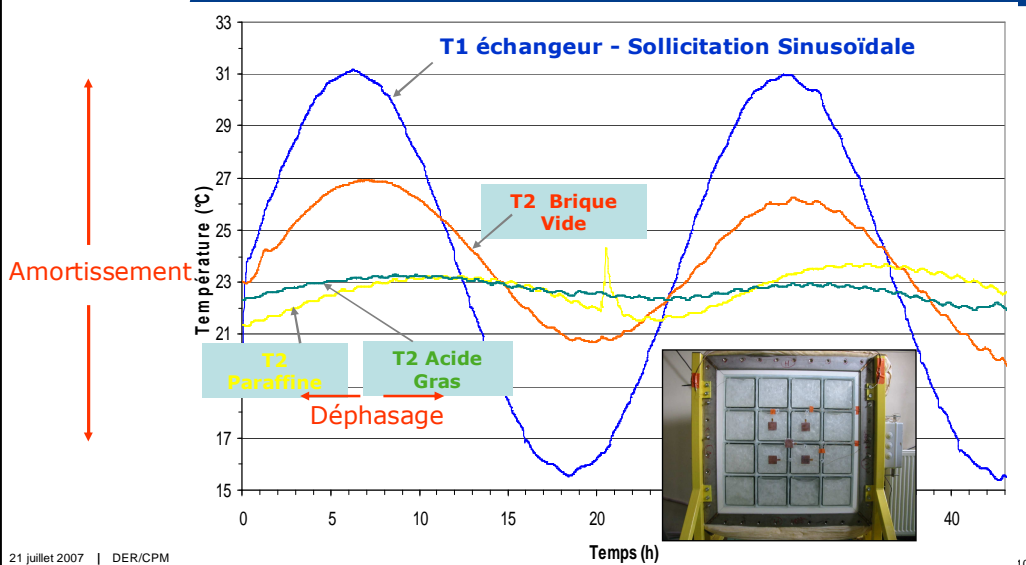
Composants :

✓ Réponse à des sollicitations contrôlées (rampes, sinusoïdes ...)



Maquettes :

✓ Comportement en site extérieur



➤ **Matériaux :**

✓ Analyse Thermique : λ, C_p, L

Composants :

✓ Réponse à des sollicitations contrôlées (rampes, sinusoïdes ...)

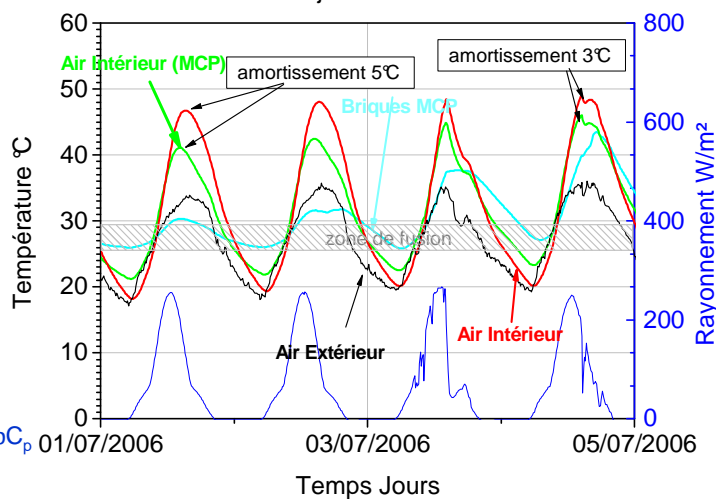
Maquettes :

✓ **Comportement en site extérieur**



Chaleur Sensible : ρC_p
Chaleur Latente : L

Cellules jumelles Sel 27.5 °C



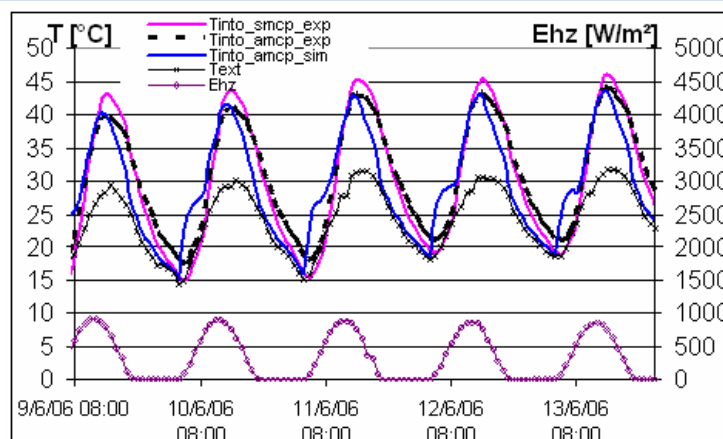
➤ **Résultats de simulation**



**Comparaison Expérience/Simulation
Acide Gras - Briques de verre**

**TRNSYS
avec
Module MCP
1D**

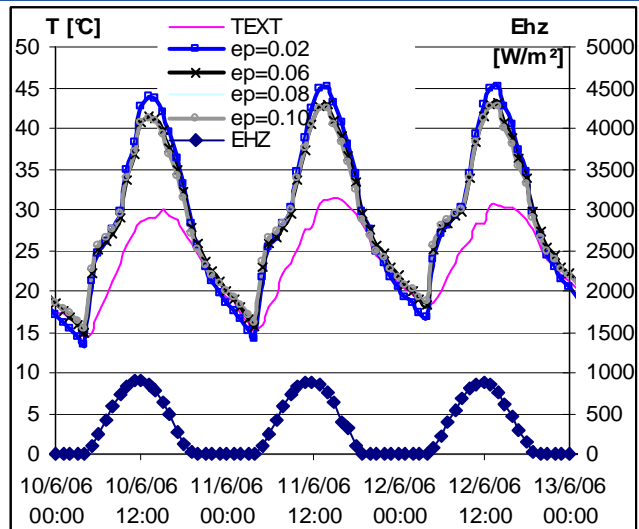
**C_p fct affine
par morceau**



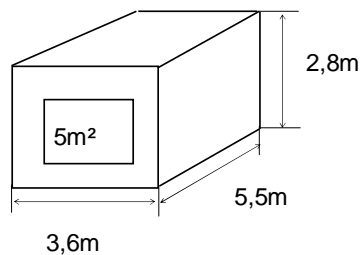
**Convection dans les briques et surfusion non-prises en compte
Modèle en cours d'amélioration**

**Influence de l'épaisseur
de la brique de verre**

Faible au-delà de 6 cm



- **Apports importants, une occupation intermittente et une inertie légère**



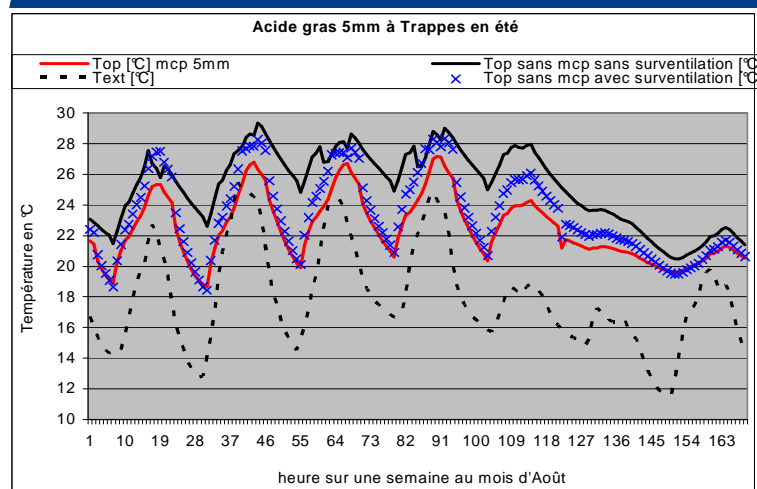
- **2 occupants de 7h à 19h, taux d'occupation de 80% → 252 W**
- **Equipements → 114 W**

- **Protections solaires mobile en fonction de l'intensité lumineuse, protections solaires baissées en inoccupation**
- **Système d'éclairage de 12 W/m²**
- **Fenêtres ouvertes à moitié en occupation si text > 20° C**
- **Sur-ventilation nocturne de 5 vol/h de 22h à 7h**
- **Système de ventilation assurant 25m³/h par personne en occupation**
- **80% de surface couvert de MCP faux plafond**

- **Combinaisons Climat et MCP**
 - Trappes été: acide gras – semaine chaude
 - Trappes été: paraffine
 - Nice été: acide gras
 - Nice mi-saison: acide gras
 - Carpentras été: acide gras
 - Carpentras mi-saison: acide gras
 - Mâcon été: acide gras
 - Mâcon mi-saison: acide gras

- **Combinaisons Climat et MCP**
 - Trappes été: acide gras – semaine chaude
 - Trappes été: paraffine
 - Nice été: acide gras
 - Nice mi-saison: acide gras
 - Carpentras été: acide gras
 - Carpentras mi-saison: acide gras
 - Mâcon été: acide gras
 - Mâcon mi-saison: acide gras

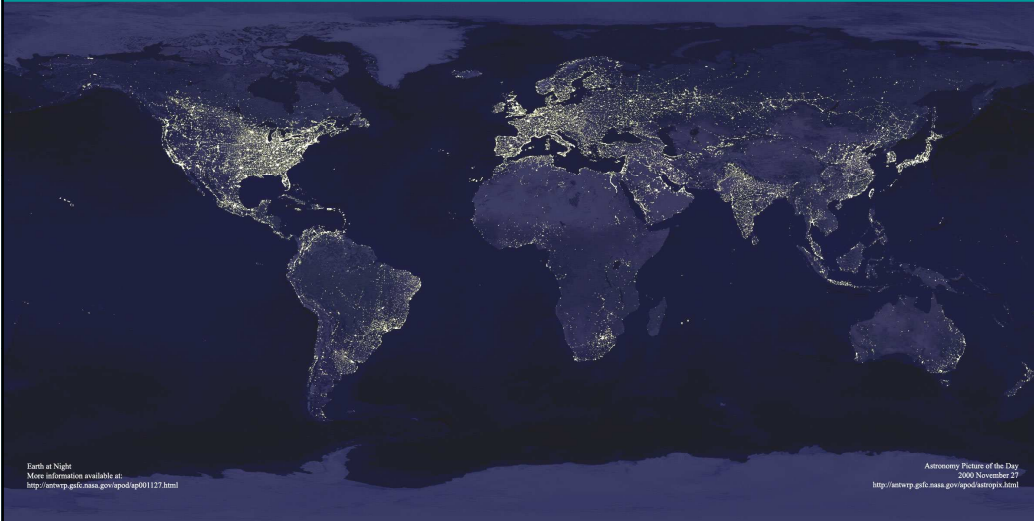
Résultats Influence de la sur-ventilation



Les MCP et la sur-ventilation nocturne sont complémentaires pour assurer le confort pendant l'après midi

- **Intérêt des MCP pour le confort d'été**
- **Cellules Simples**
 - Validation des modèles
 - Amortissement maximum obtenu: 12 ° C
 - Sur-ventilation nocturne pour améliorer la solidification des MCP.
- **Cellules Jumelles**
 - Efficacité plus faible que pour les cellules simples (rapport surface/volume)
 - Amortissement maximum obtenu: 5° C
- **Comparaison difficile des différents MCP testés**
- **Modification des cellules : contrôler les apports solaires, ventilation nocturne ...**

- **Amélioration des modèles : Surfusion, Cp réel à vitesse lente, ponts thermiques, convection dans les briques ...**
- **Étudier l'influence du climat, du volume, de la quantité de MCP, du stockage à chaleur sensible équivalente**
- **Approche expérimentale en conditions contrôlées et en site réel (bureau, logement) : IMCPBAT - RENOKIT**
- **Sélectionner le matériau adapté pour un bâtiment donné et un site donné (Zones Climatiques ...)**
- **Guide de Pré-Sélection : usage, Tic, type de bâtiments, zones climatiques ...**



Earth at Night
More information available at:
<http://sewep.gsfc.nasa.gov/ipod/ep001127.html>

Astronomy Picture of the Day
2000 November 27
<http://sewep.gsfc.nasa.gov/ipod/astropix.html>