

Stockage d'énergie solaire par chaleur latente

Apport de l'analyse exergétique pour la caractérisation d'un matériau à changement de phase

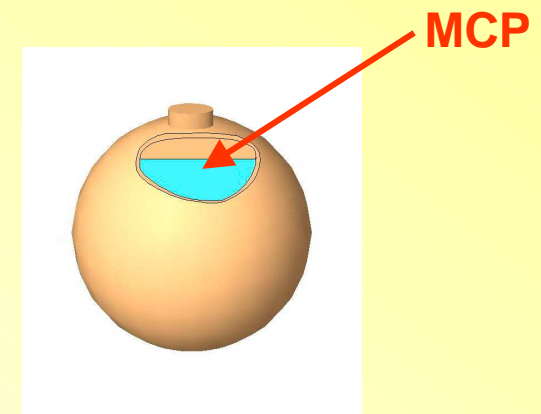
T.Kousksou, F. Strub, J.P. Bedecarrats
Laboratoire LaTEP - Université de Pau et des Pays de l'Adour



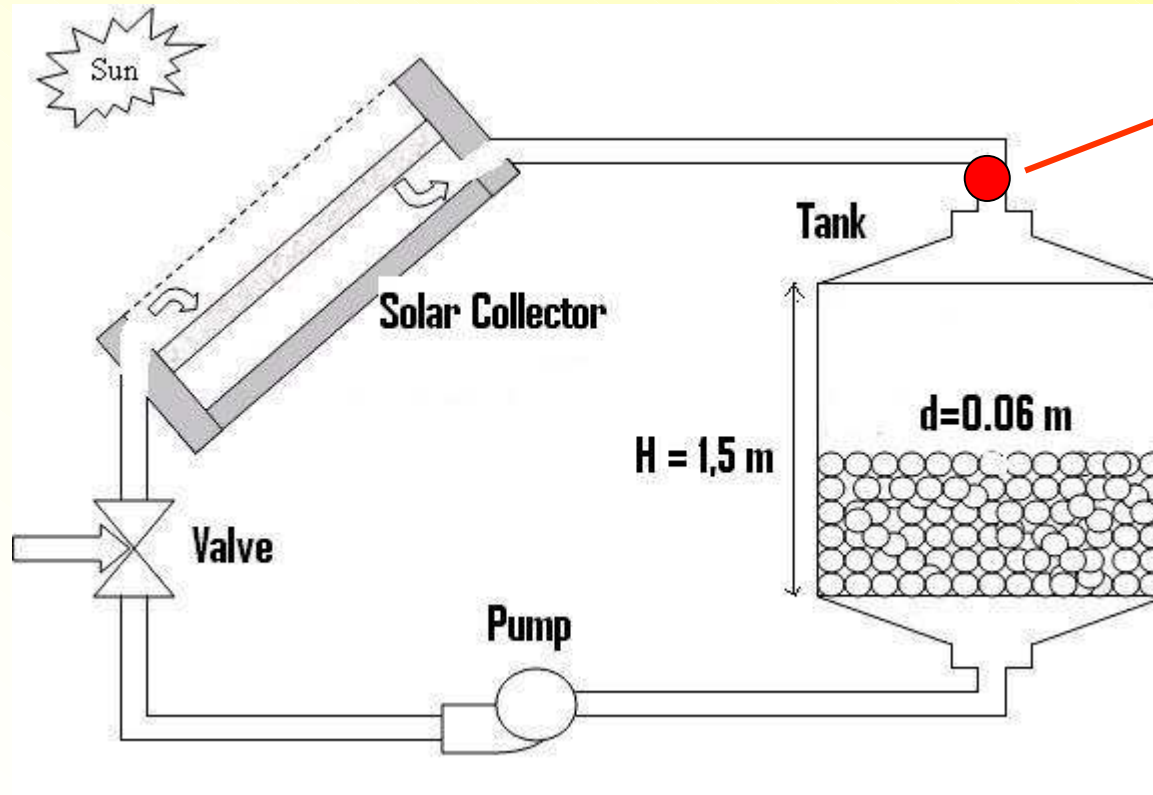
LaTEP Laboratoire de Thermique, Energétique et Procédés

journée SFT Exergie ENSTA 20 Mars 2008

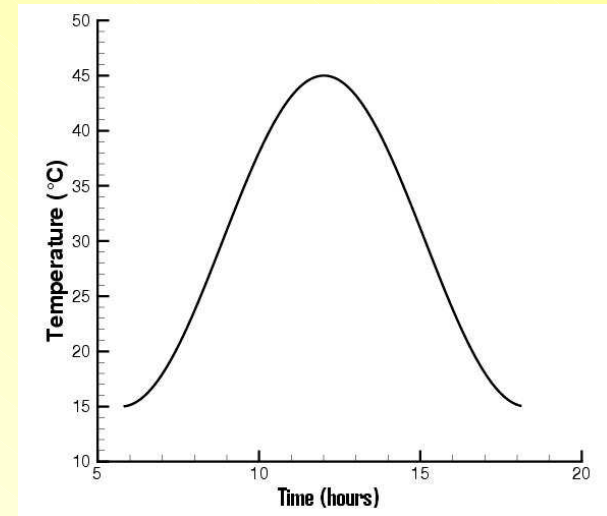
Présentation du système de stockage d'énergie par chaleur latente par chaleur latente



Systeme simplifié étudié



Température entrée stock



Objectif de l'étude

L'étude porte sur **la qualité et la quantité** de l'énergie stockée à travers :

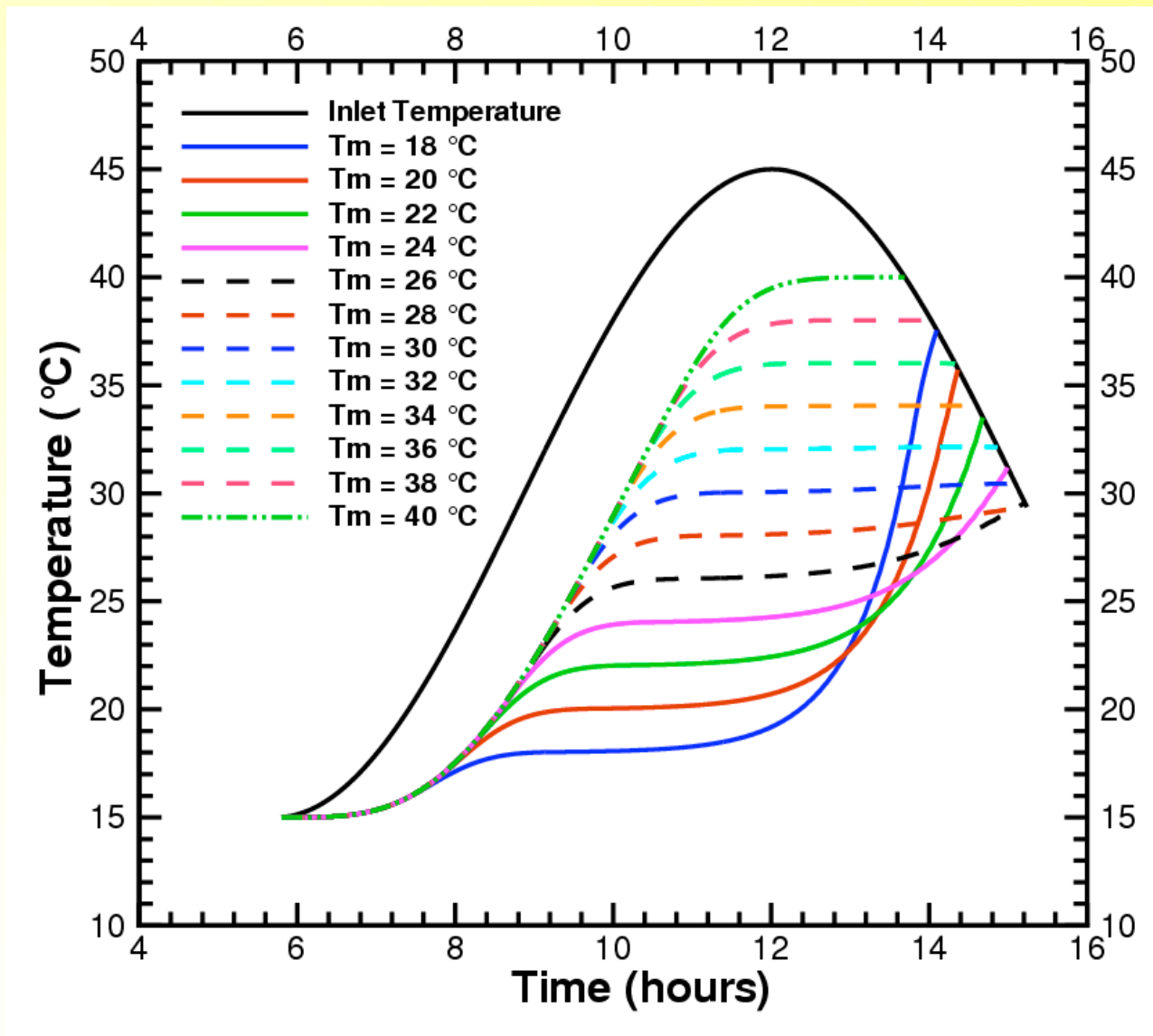
- Température de l'air à la sortie du stock
- Fraction d'énergie latente disponible stockée

Le paramètre principal de l'étude est la température de fusion du MCP

Les matériaux testés ont les mêmes caractéristiques thermophysiques.
Seule la température de fusion varie

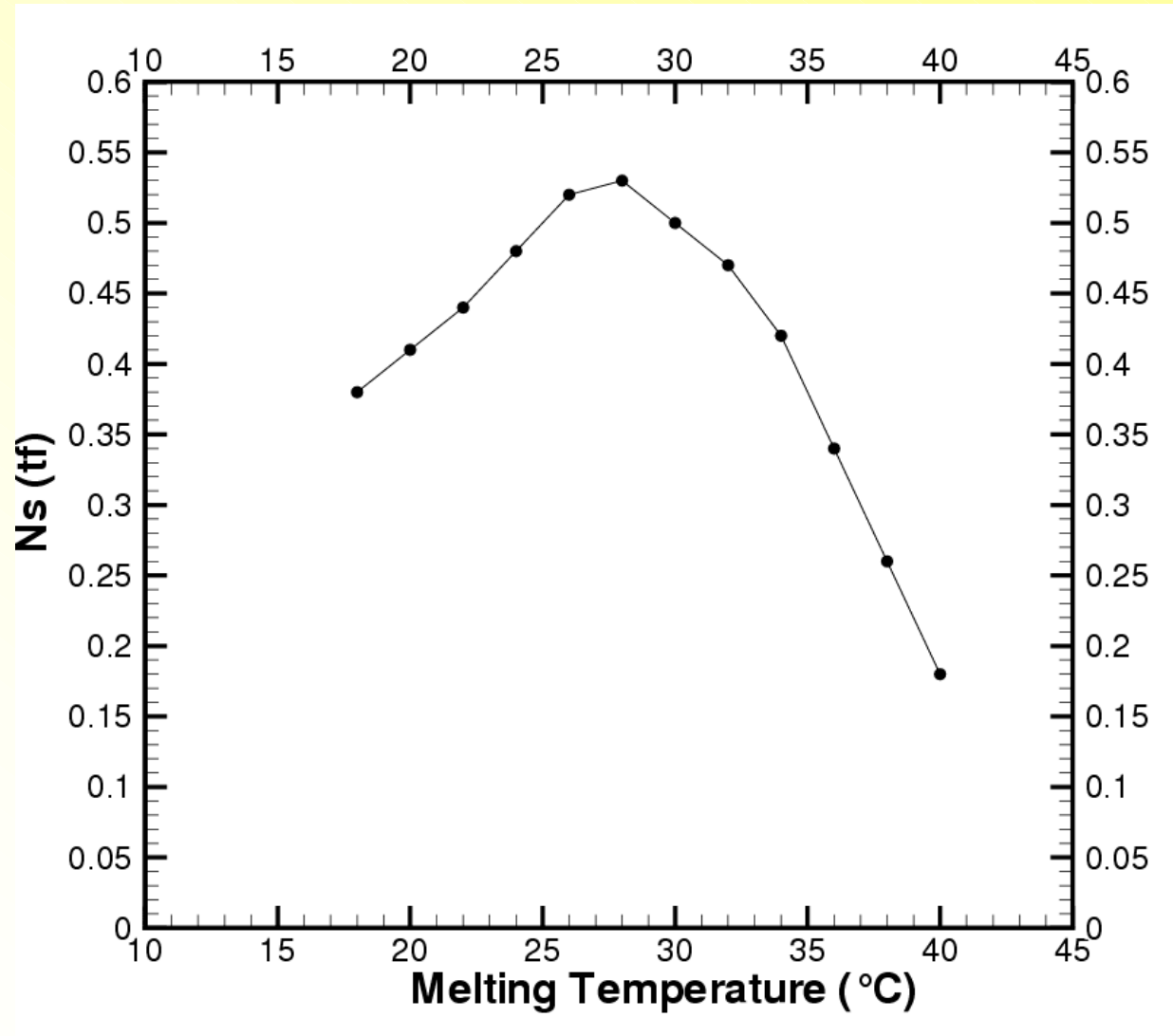
→ Détermination d'un critère pour le choix du matériau

Phase de stockage - Température sortie stock



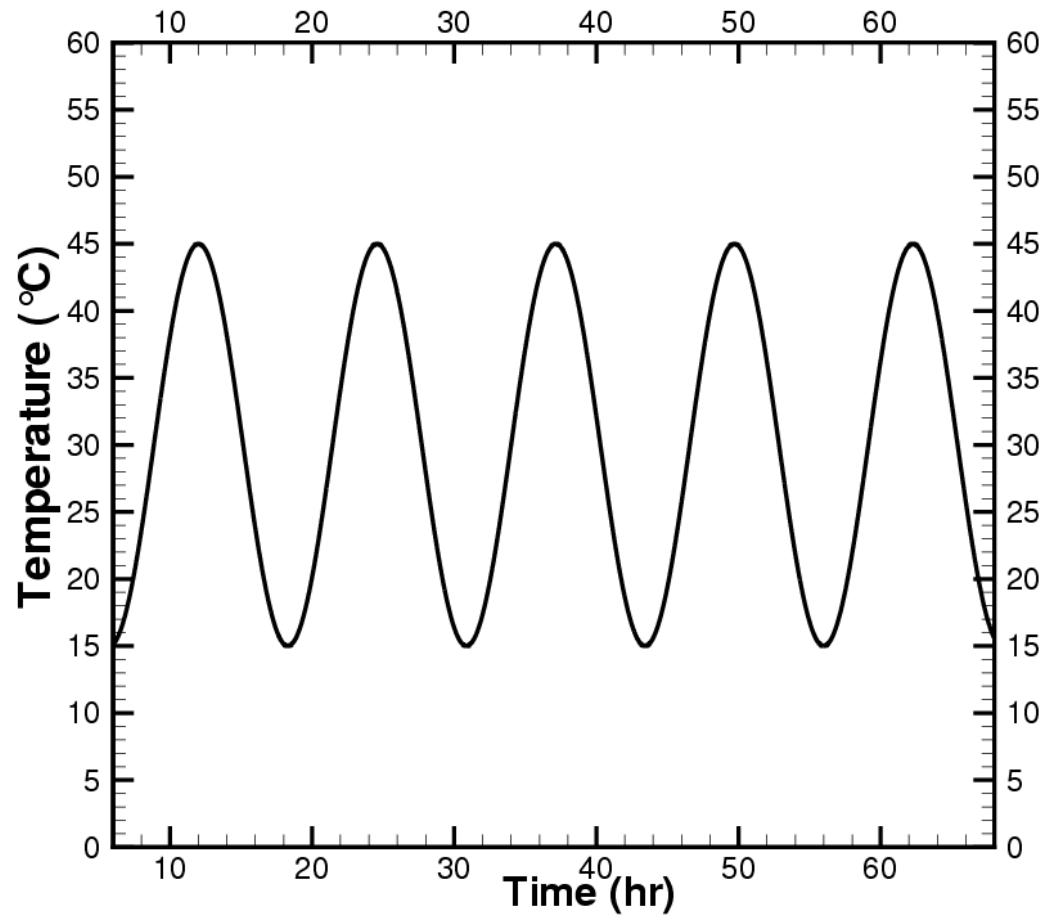
Température sortie = température entrée → fin de la phase de stockage

Nombre de génération d'entropie à la fin du stockage pour différentes valeurs de la température de fusion

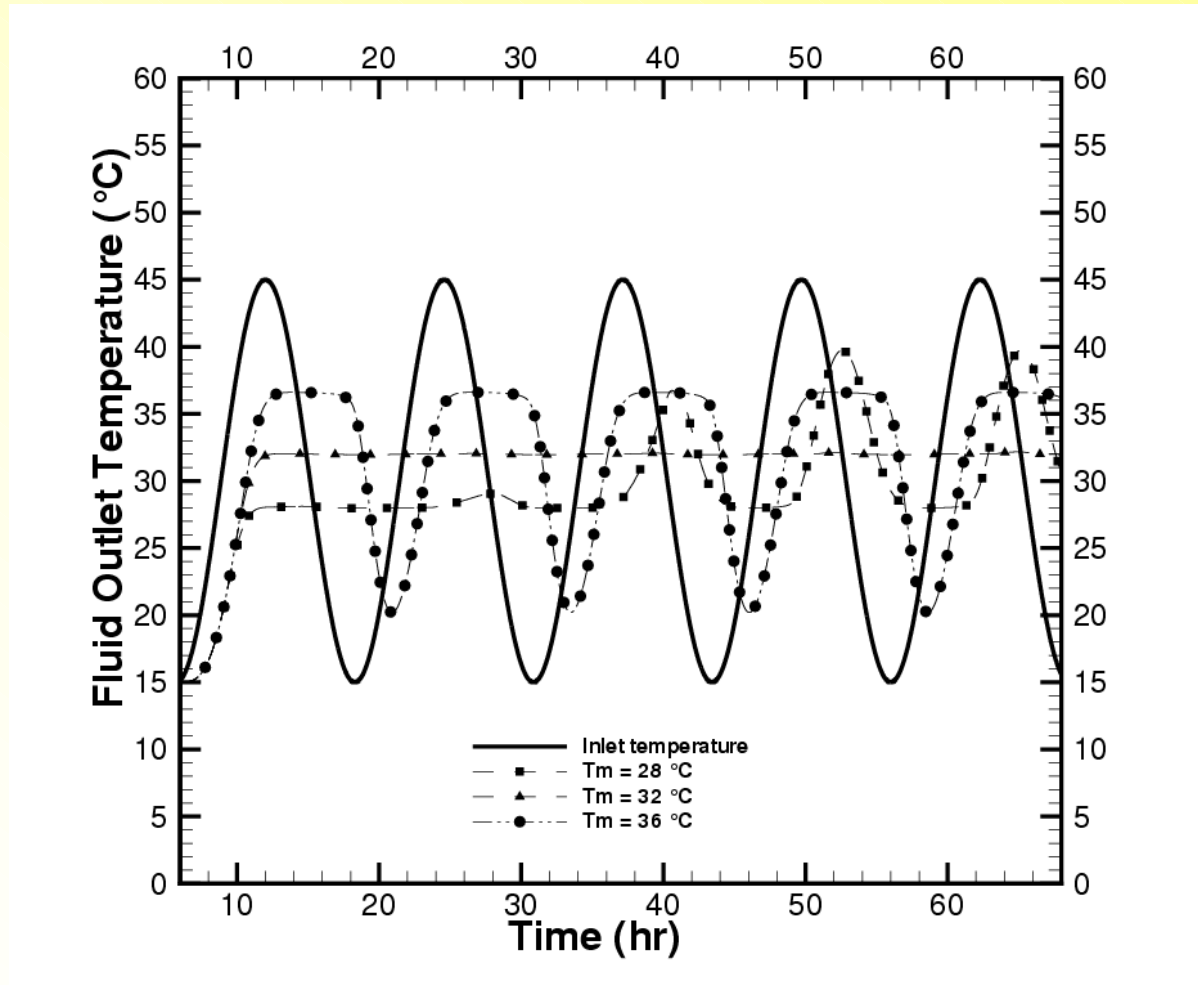


Cycles de stockage et déstockage

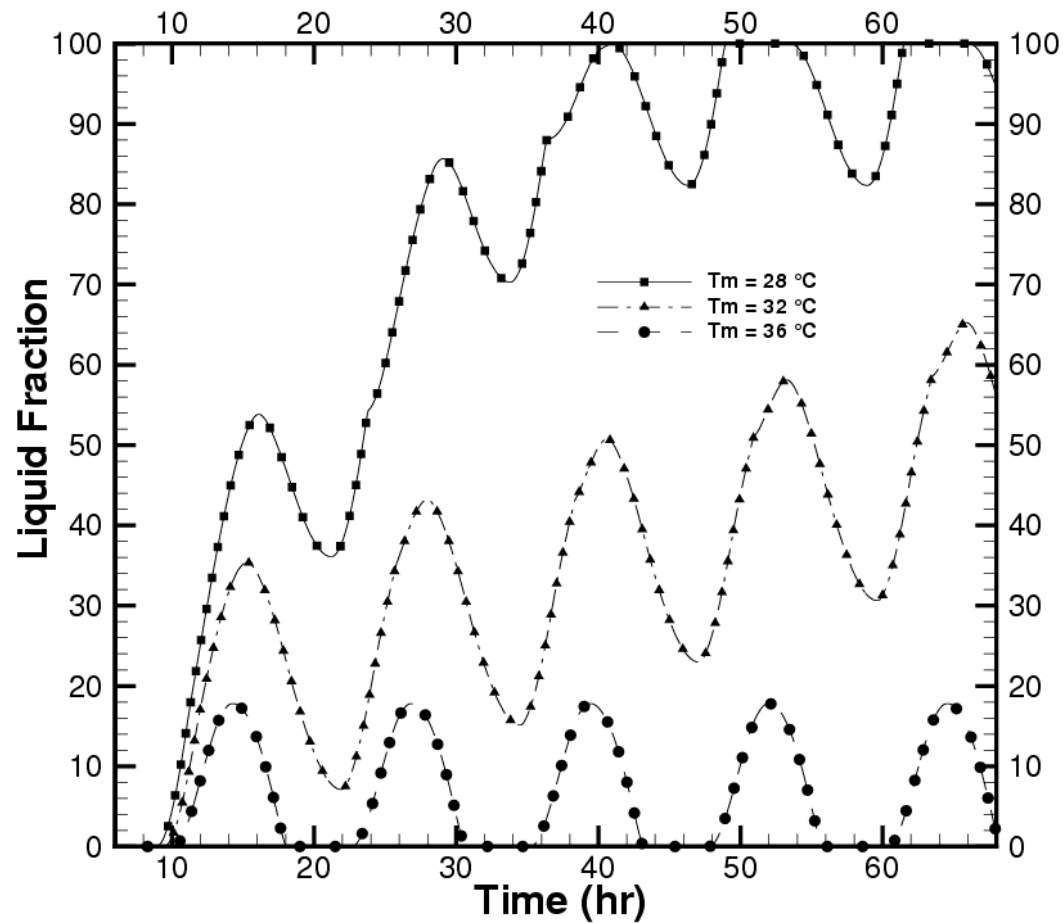
Températures entrée d'air



Température de sortie en fonction de la température de fusion



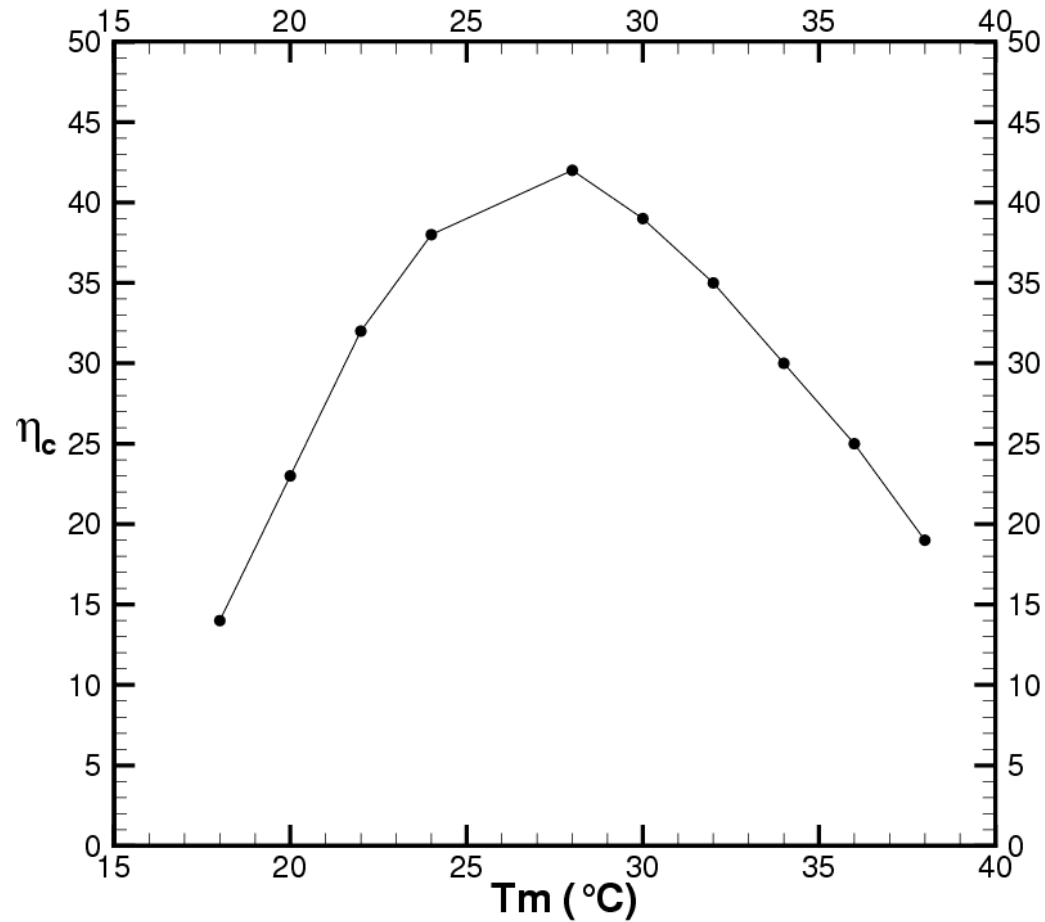
Pourcentage d'énergie latente stockée en fonction de la température de fusion



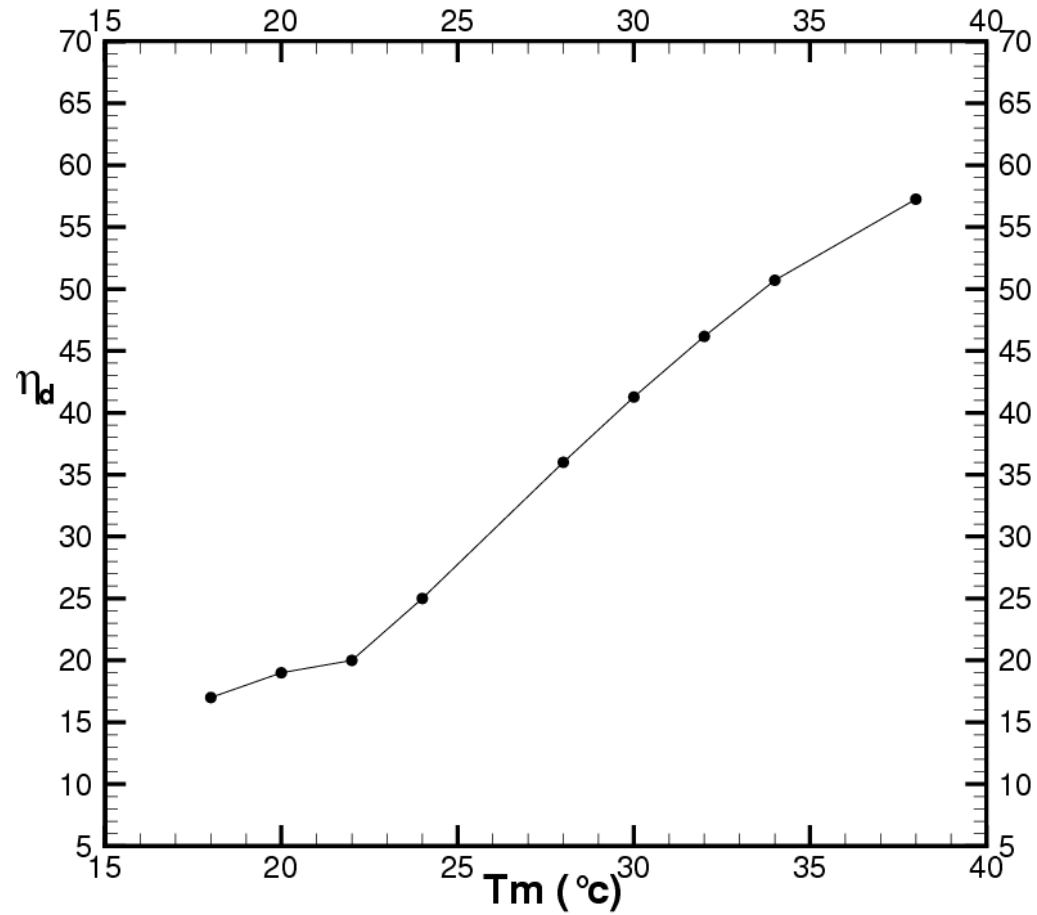
Rendement énergétique du stock en fonction de Tm

$$\eta(t) = \frac{\dot{Q}(t)}{\dot{Q}_{max}} = \frac{\rho_f q_v c_f (T_{inl} - T_{out}(t))}{\rho_f q_v c_f (T_{inl} - T_{ini})} = \frac{T_{inl} - T_{out}(t)}{T_{inl} - T_{ini}}$$

STOCKAGE

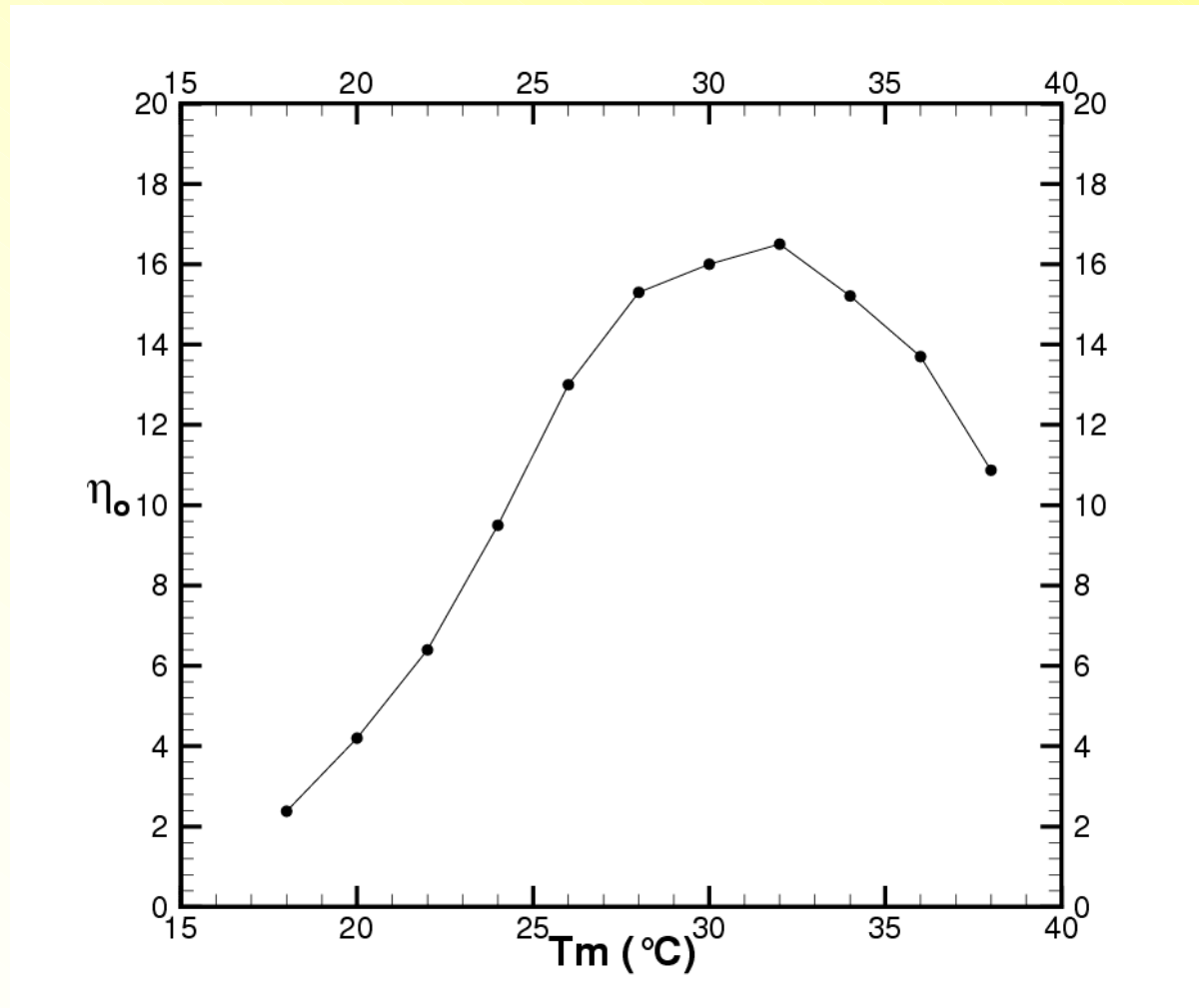


Rendement énergétique du stock en fonction de T_m



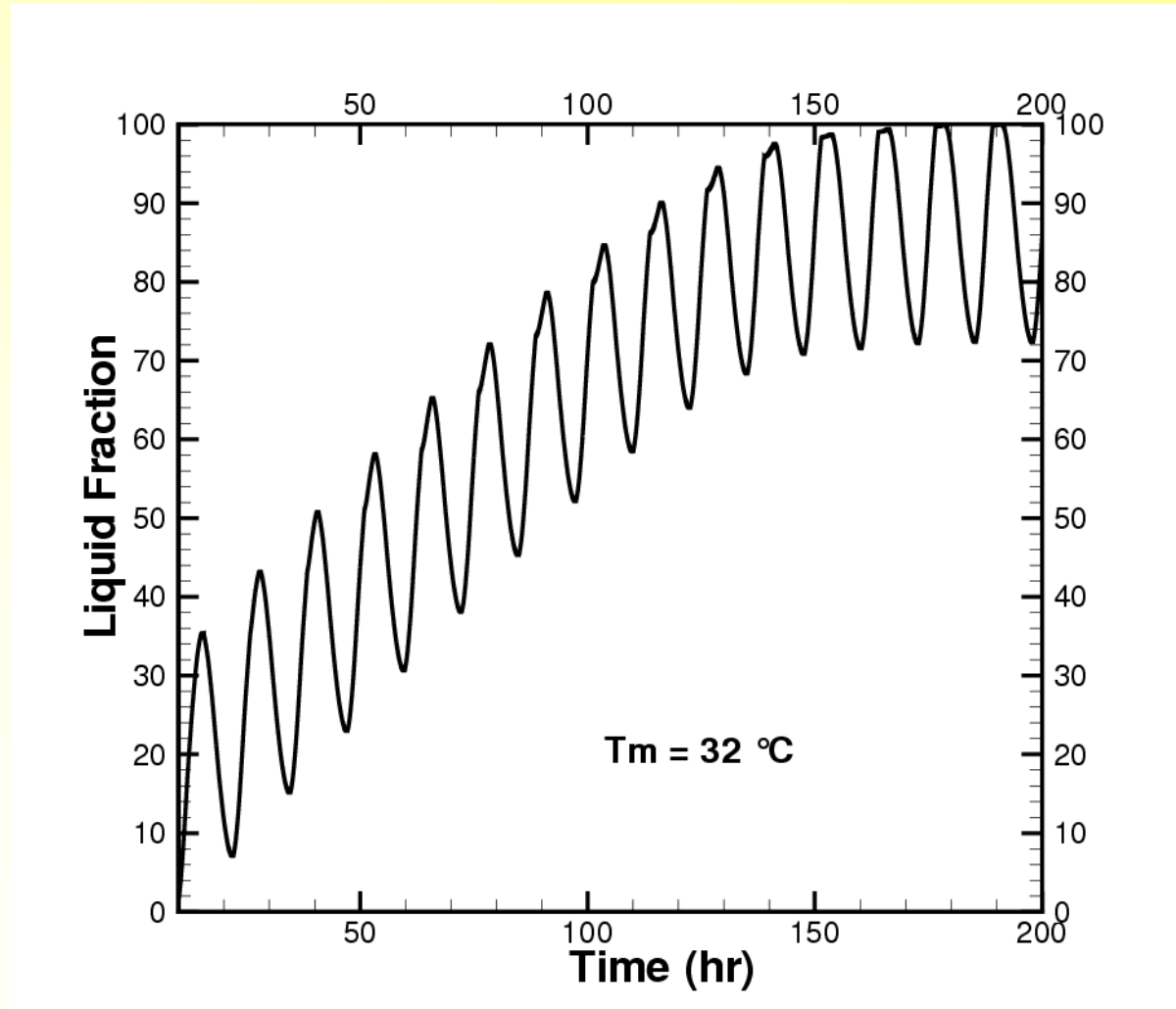
Destockage

Rendement énergétique du stock en fonction de T_m

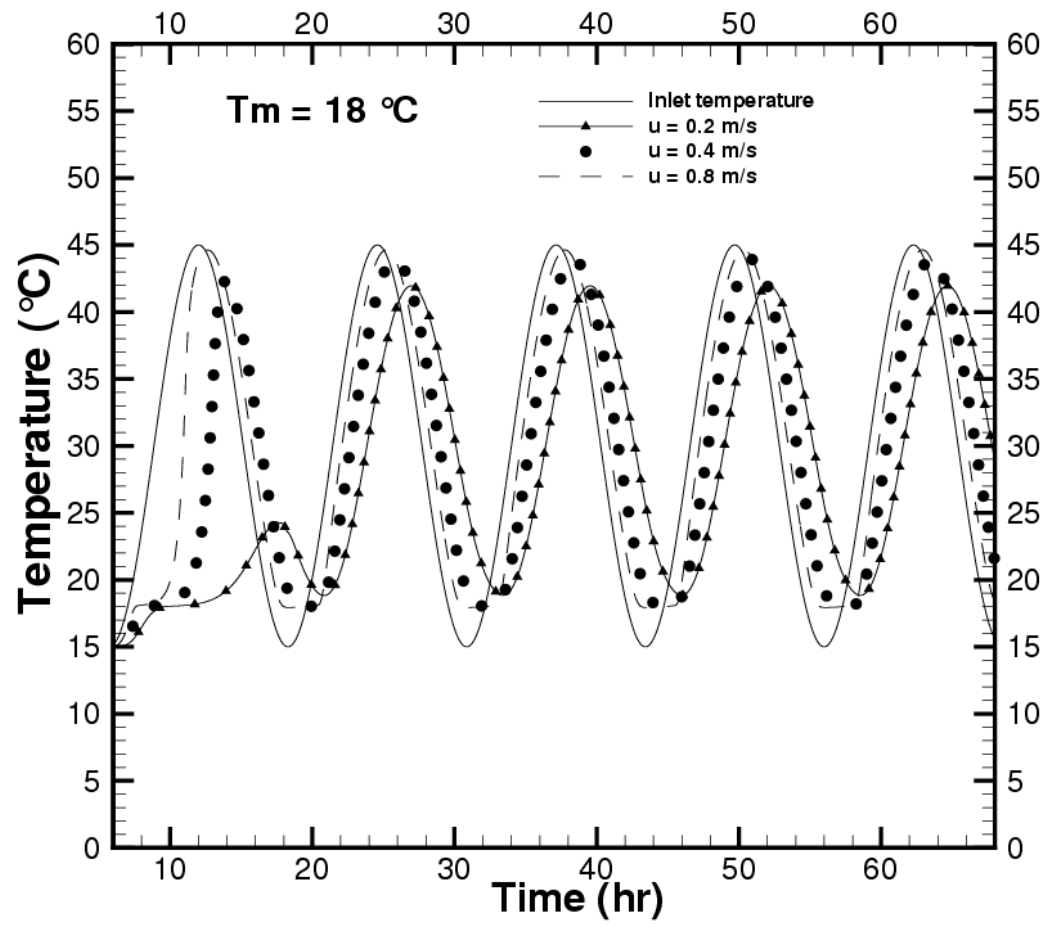


Cycle stockage-déstockage

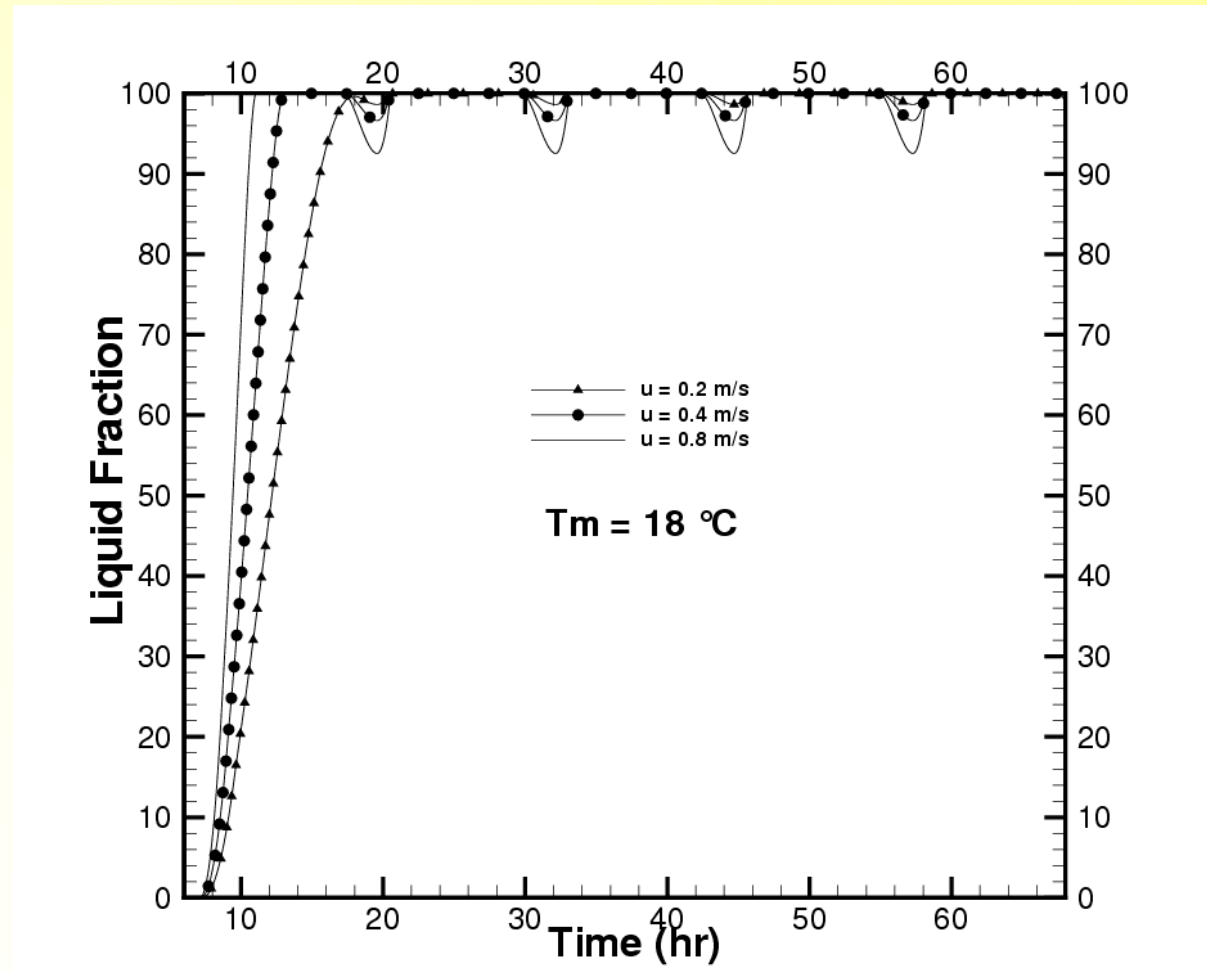
Mise en régime pour une température $T_m = 32^\circ\text{C}$



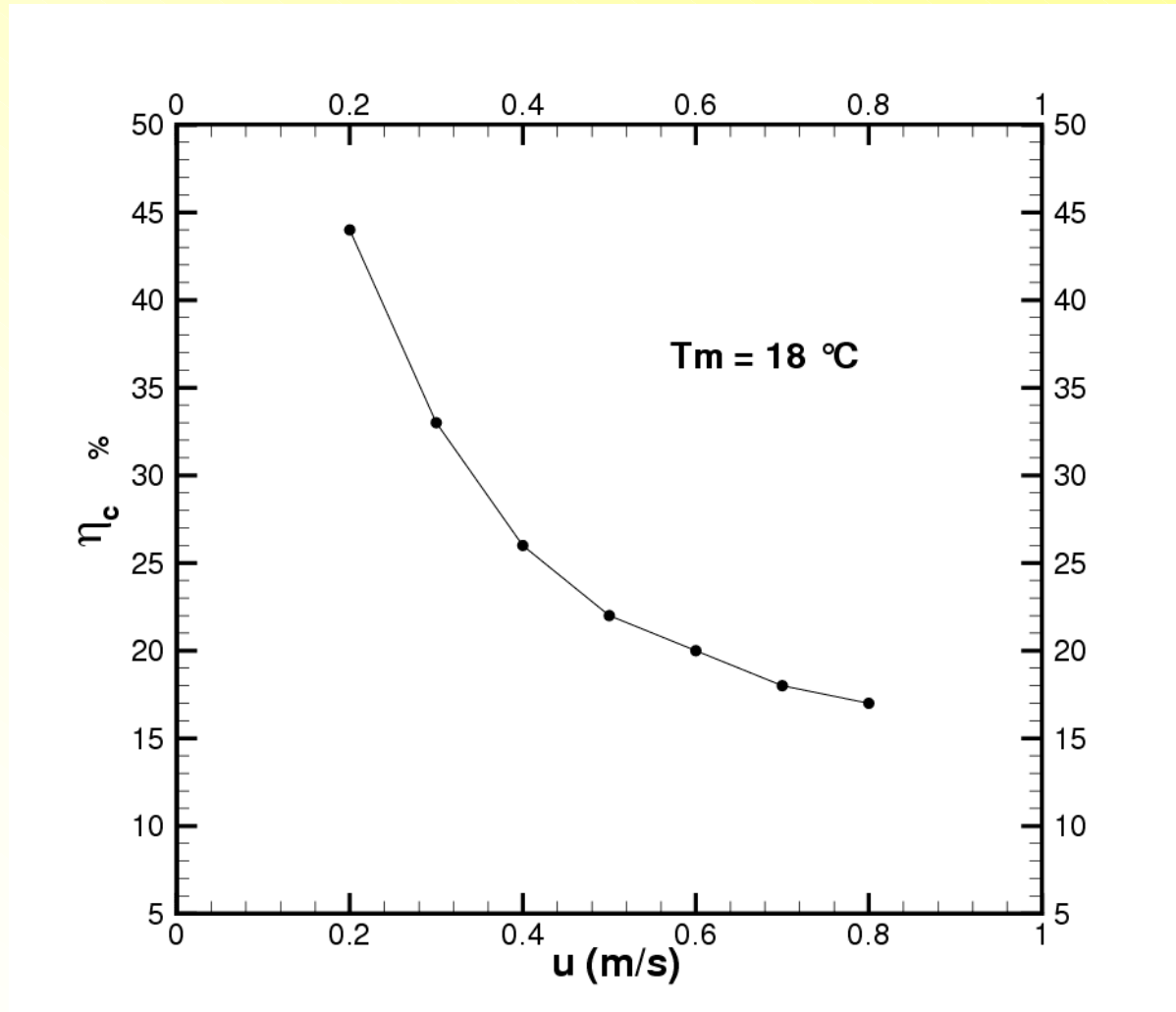
Température de sortie en fonction de la vitesse de l'air



Pourcentage d'énergie latente stockée en fonction de la vitesse de l'air

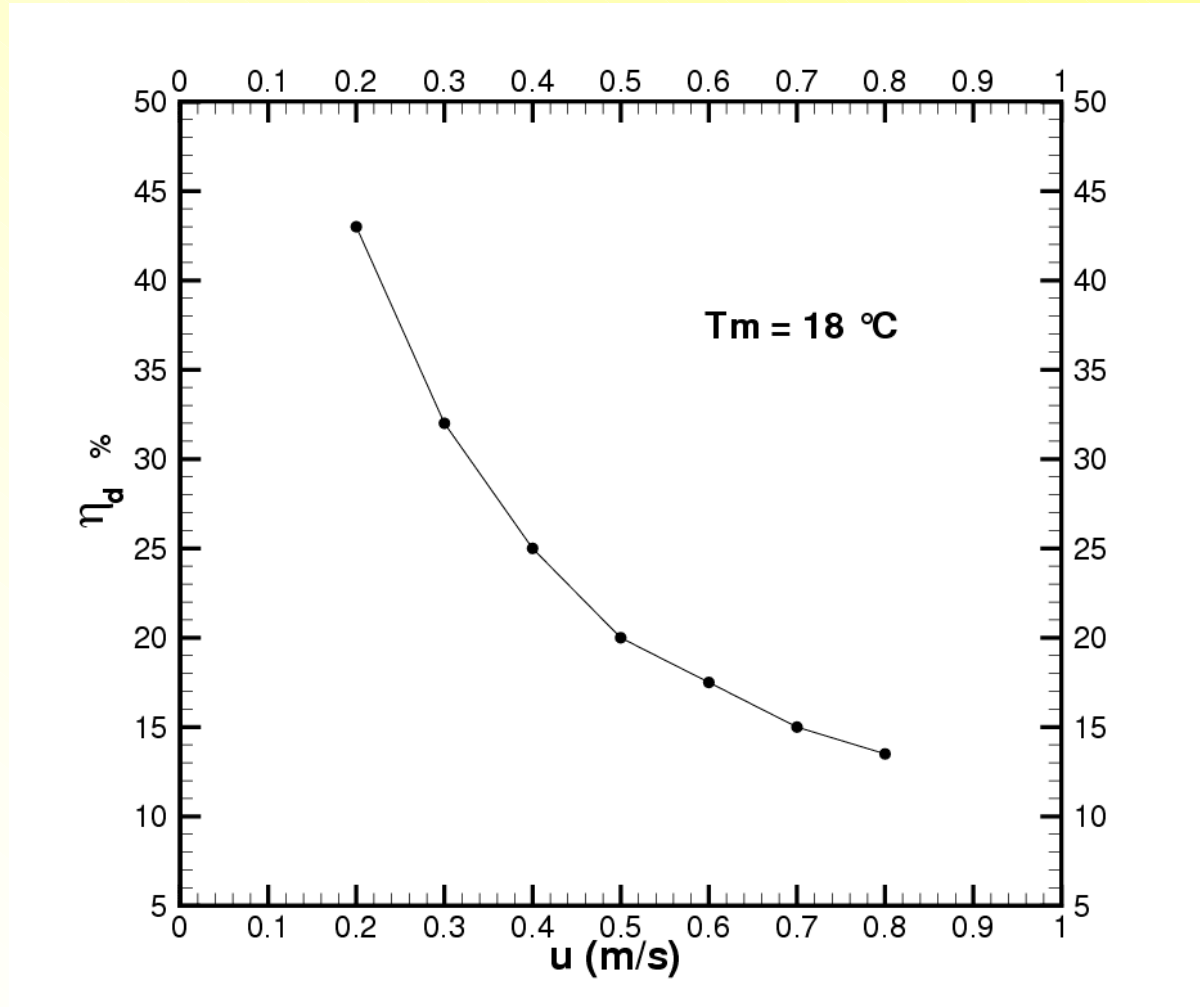


Rendement énergétique du stock en fonction de T_m



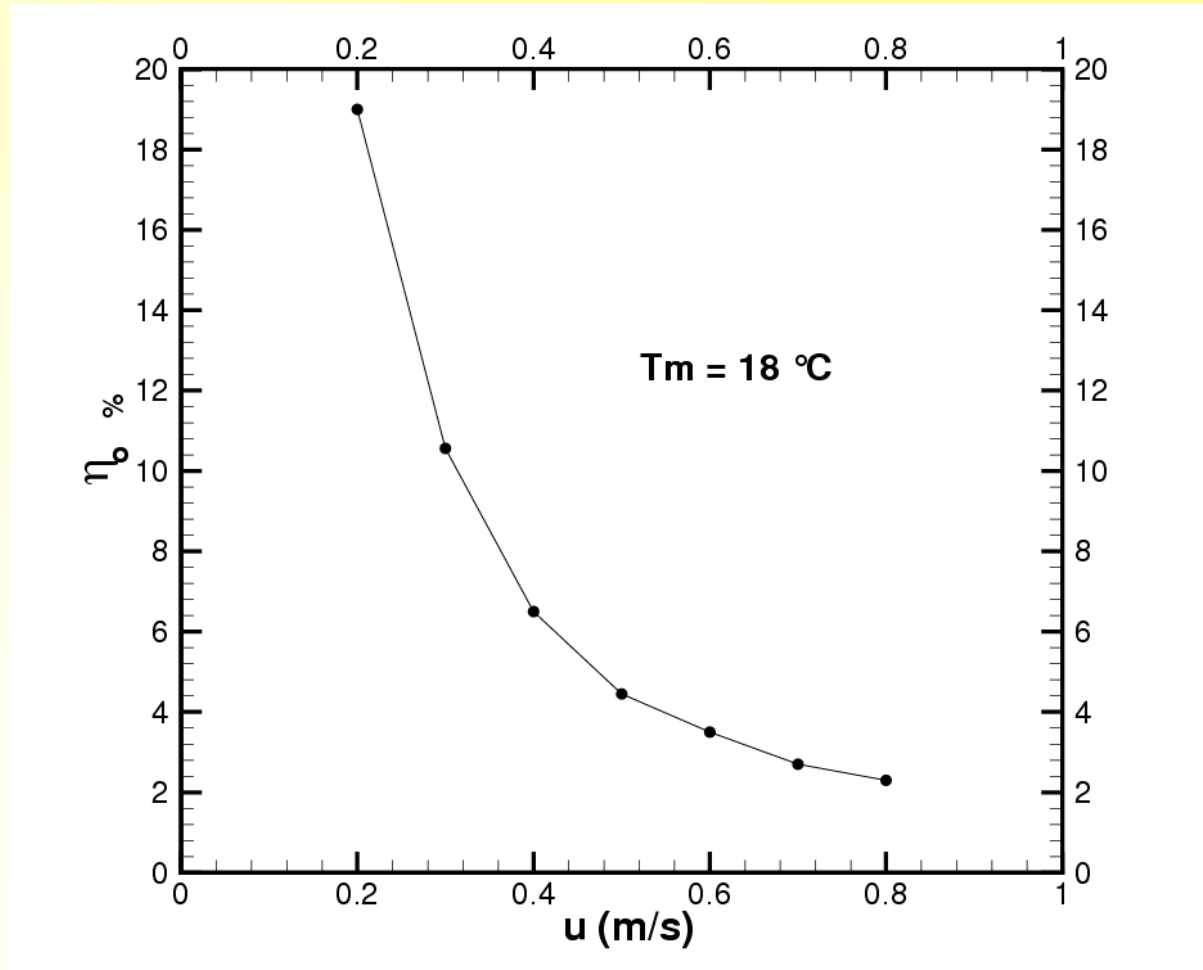
STOCKAGE

Rendement énergétique du stock en fonction de T_m



Destockage

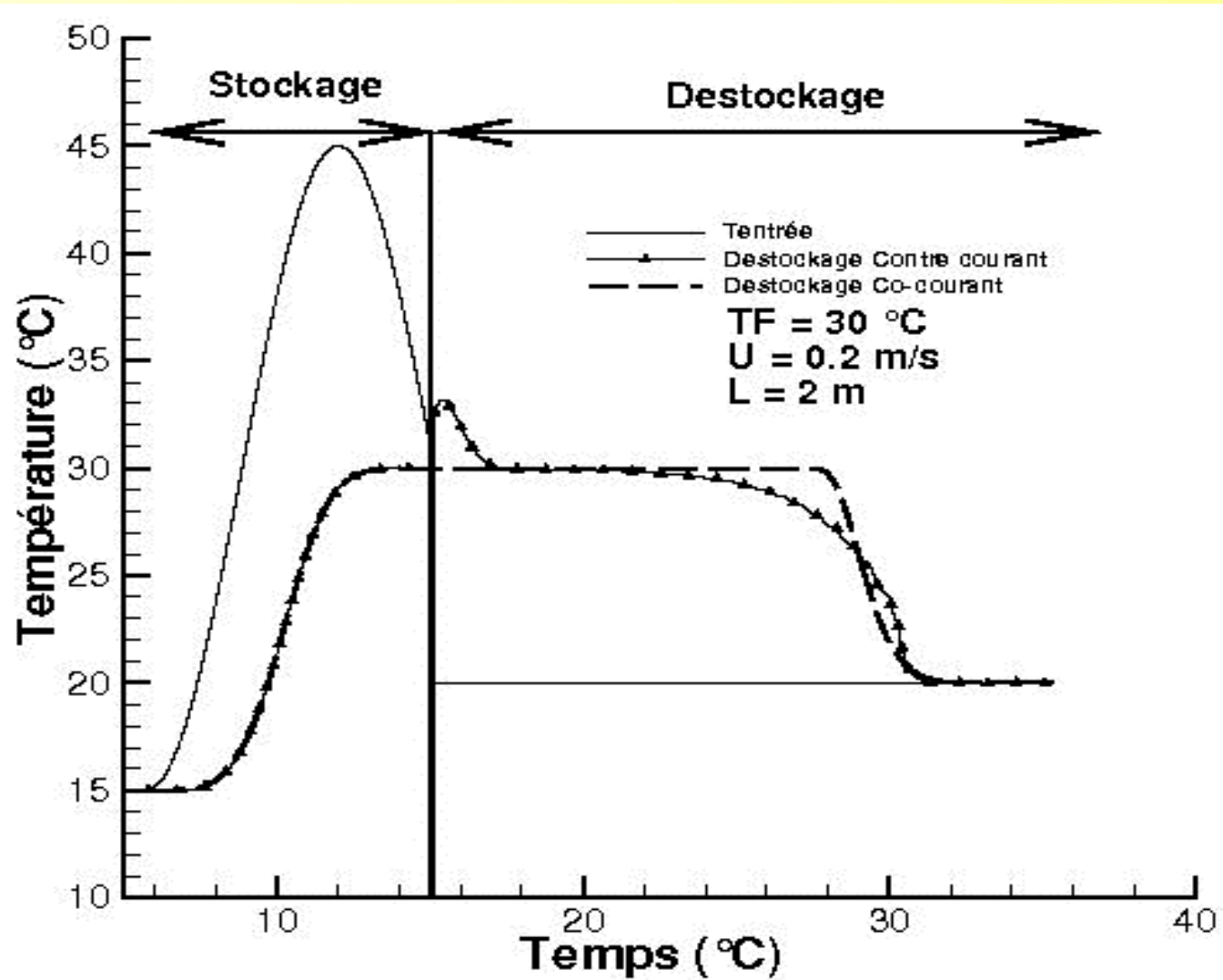
Rendement énergétique du stock en fonction de T_m



Cycle stockage-déstockage

Cycle complet stockage-déstockage

Influence du sens d'écoulement (co-courant et contre courant)



Conclusions

→ Pour une ressource solaire de type sinusoïdal et une taille de stock, la « qualité » de l'énergie stockée varie avec la température de fusion du MCP

→ La fraction d'exergie détruite (N_s) passe par un maximum (?)

→ Pour des cycles successifs de stockage-déstockage, le temps d'établissement du régime périodique dépend fortement de la température de fusion.

→ Le critère exergetique n'est pas encore trouvé

...à poursuivre...

$$\dot{S}_{gen} = \frac{\partial S}{\partial t} - \dot{m}(s_{inl} - s_{out}) \geq 0$$

$$s_{inl} - s_{out} = c_f \ln\left(\frac{T_{inl}}{T_{out}}\right)$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} = \sum_{i=1}^N \left[\frac{\partial S_{air,i}}{\partial t} + \frac{\partial S_{PCM,i}}{\partial t} \right]$$

$$\frac{\partial S_{air,i}}{\partial t} = \rho c_f \epsilon V_i \frac{\partial}{\partial t} (\ln T_i)$$

$$\frac{\partial S_{PCM,i}}{\partial t} = \rho_{PCM} c_{PCM} (1 - \epsilon) V_i \frac{\partial}{\partial t} (\ln T_{PCM,i})$$

$$\frac{\partial S_{PCM,i}}{\partial t} = \frac{(1 - \epsilon) V_i \rho_l L_F}{T_m} \frac{\partial f_i(t)}{\partial t}$$

$$\dot{E}x_{cv} = \overbrace{\dot{E}x_{inl} - \dot{E}x_{out}}^1 - \overbrace{T_0 \dot{S}_{gen}}^2$$

$$\dot{E}x_{inl} - \dot{E}x_{out} = \dot{m} c_f (T_{inl} - T_{out}) - T_0 \dot{m} c_f \ln\left(\frac{T_{inl}}{T_{out}}\right)$$

