



Matériaux à changement de phases

Etudes sur les Matériaux à Changement de Phase (expérimentales et numériques)

Les Matériaux à Changement de Phase MCP solide-liquide sont utilisés afin de stocker l'énergie de manière efficace en bénéficiant de la chaleur latente de changement d'état. Après la sélection du matériau en fonction de plusieurs critères dont les plus importants sont la température de fusion et la chaleur latente, la caractérisation thermophysique est réalisée par des méthodes calorimétriques améliorées.

Ces études sont couplées à l'étude de la cinétique de changement d'état (fusion - cristallisation) pour des volumes de matériaux plus conséquents afin de se mettre dans des conditions proches du fonctionnement réel. Une fois que le choix du matériau est validé, des expérimentations à l'échelle industrielle sont réalisées.

Des études complémentaires fondamentales sont aussi menées afin de mieux comprendre les phénomènes couplés de thermique et d'hydrodynamique rencontrés avec les MCP.

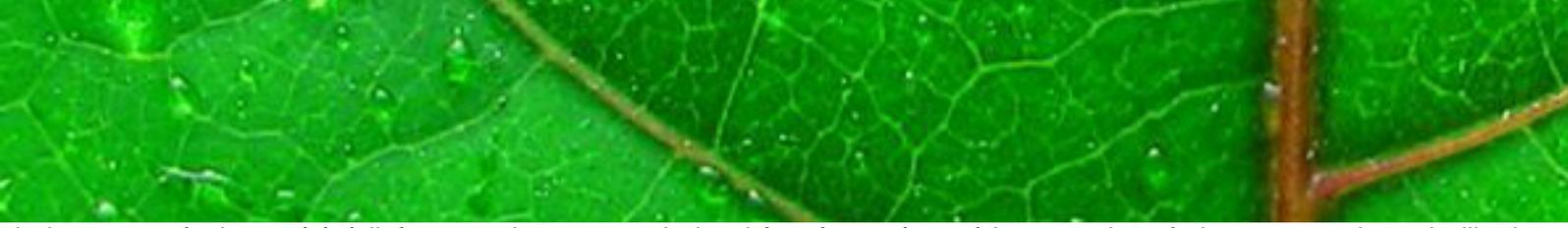


L'étude du comportement énergétique et thermique de systèmes intégrant des MCP passe par la connaissance fine du processus de transition de phase. Il est donc indispensable de déterminer avec précision les caractéristiques thermophysiques. Les méthodes employées couramment, notamment la calorimétrie, n'étant pas toujours suffisamment exactes, nous travaillons à la caractérisation des MCP par des méthodes d'identification (méthodes inverses ou algorithmes génétiques(AG)) donnant des résultats plus conformes à la physique des changements de phases.

Nous travaillons à partir d'expériences sur des échantillons de tailles et de complexité croissantes. Les études permettent de tirer un protocole d'expériences qui entrent dans la procédure d'évaluation technique des composants intégrant des MCP. Certains hydrates de gaz pouvant être de bons candidats pour le stockage thermique, des travaux de caractérisation associés à de la microcalorimétrie haute pression ont été initiés sur ces corps.

Depuis plusieurs années, le LaTEP a entrepris des études dans le domaine du stockage du "froid" par chaleur latente. Il s'agit en particulier de l'utilisation de MCP confinés dans des capsules sphériques de 77 mm de diamètre. Ces capsules, appelées nodules remplissent une cuve (à raison de 2500 nodules par m³). Le meilleur MCP que nous avons identifié jusqu'à présent possède toutefois l'inconvénient d'être un liquide qui présente une surfusion (retard à la cristallisation qui a lieu en dessous de la température de fusion) gênante pour le fonctionnement du stockage et le rendement des machines frigorifiques. Cette étude constitue un sujet scientifique original : application des lois probabilistes de la surfusion à des sphères aléatoirement réparties, lois d'écoulement du liquide froid passant entre elles, échanges thermiques...

L'une des problématiques majeures de la technologie Solaire Thermodynamique ou CSP (Concentrated Solar Power) réside en effet dans son intermittence, comme la majorité des énergies renouvelables. L'enjeu est donc de découpler la production d'électricité de la disponibilité de la ressource énergétique par l'intermédiaire d'un stockage de chaleur. L'objet de notre travail est de développer une solution de stockage thermique adaptée aux centrales CSP à génération de vapeur directe DSG (Direct Steam Generation). Plus précisément, l'étude concerne un stockage par chaleur latente mettant en œuvre des MCP solide-liquide. Le but est de sélectionner le MCP le plus adapté à l'application et de le mettre en œuvre au sein d'un dispositif particulier de la boucle solaire. Des travaux expérimentaux et numériques sont couplés.



Plusieurs autres études ont été réalisées pour mieux comprendre les phénomènes présents à la rupture de surfusion et pour envisager l'utilisation des MCP pour d'autres applications dans l'habitat.