



## ETUDE DES TRANSFERTS THERMIQUES AU SEIN D'UN LIT DE PARTICULES CONTENANT UN MATERIAU A CHANGEMENT DE PHASE POUR LE STOCKAGE DE CHALEUR

Malik BELOT <sup>a</sup> Guillaume VINAY <sup>a</sup> Adrien TOUTANT <sup>b</sup> Quentin FALCOZ <sup>b</sup>

<sup>a</sup> IFPEN, Direction Mécanique Appliquée, Rueil-Malmaison

<sup>b</sup> PROMES-CNRS, UPVD, Perpignan

Contact e-mail : malik.belot@ifpen.fr

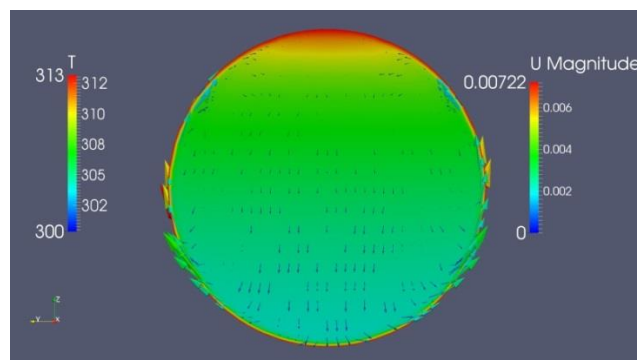
### RÉSUMÉ

L'intermittence de la production d'électricité issue de sources renouvelables rend difficile son intégration directe dans le réseau de distribution et nécessite le développement de solutions permettant de stocker l'énergie excédentaire à la demande afin de pouvoir la restituer lors de pics de consommation. L'une d'entre elles, le procédé AA-CAES (*Advanced Adiabatic Compressed Air Energy Storage*), consiste à comprimer de l'air en phase de stockage et à le détendre dans une turbine afin de récupérer une partie de l'énergie électrique utilisée pour la compression. La compression peut cependant augmenter la température de l'air de plusieurs centaines de degrés. Il est alors plus efficace de stocker l'air froid et il est donc nécessaire d'abaisser sa température avant stockage. Afin d'augmenter le rendement du procédé, la chaleur évacuée lors de cette étape est récupérée dans des unités de stockage d'énergie thermique qui peuvent par exemple être constituées de lits (fixes ou fluidisés) de particules contenant un Matériau à Changement de Phase (MCP) passant de la phase solide à la phase liquide lors des étapes de stockage et inversement lors des phases de décharge.

L'étude de ces lits de particules est complexe car elle fait intervenir des phénomènes couplés entre eux et ayant lieu à différentes échelles (micro : échelle de la particule, méso : d'une partie du lit et macro : de l'ensemble du lit).

Le logiciel PeliGRIFF autour duquel s'axe le travail de cette thèse (*Parallel Efficient Library for GRains in Fluid Flows*) permet de modéliser des systèmes d'écoulements particuliers à l'échelle micro (toutes les interactions particule-particule et fluide-particule sont directement résolues) et méso (les interactions fluide-particule sont modélisées). Pour être en mesure d'y simuler une unité de stockage via les MCP en vue de son dimensionnement, il est alors nécessaire de modéliser les phénomènes ayant lieu à l'échelle de la particule et influençant les transferts thermiques aux échelles supérieures, en particulier la convection naturelle au sein de la phase liquide du MCP et le changement de phase lors du stockage/de la libération de la chaleur.

Le travail initial a donc consisté à évaluer au travers de simulations l'impact de la convection naturelle au niveau de la particule et de déterminer comment et dans quelle gamme de nombres adimensionnels, il est nécessaire de prendre en compte ce phénomène. Pour cela, des simulations sous OpenFOAM d'une unique particule soumise à un gradient de température sous différents nombres de Rayleigh et de Prandtl permettant le déclenchement de la convection naturelle ont été réalisées (voir Figure ci-dessous). Les résultats obtenus ont permis de déterminer l'effet de la convection sur les échanges et d'établir une corrélation reliant le flux de chaleur aux nombres de Prandtl et Rayleigh.



*Champ de température et vecteurs vitesse d'une particule chauffée démontrant l'effet de la convection naturelle*

**Mots Clés :** Transferts thermiques, Matériaux à Changement de Phase, CFD, Convection naturelle