
Imagerie par Résonance Magnétique de la convection naturelle dans un matériau à changement de phase

Justine Noel^{*1}, Sebastien Leclerc², and Christel Métivier³

¹Laboratoire d'Énergétique et de Mécanique Théorique Appliquée (LEMTA) – Université de Lorraine, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7563 – Université de Lorraine - ENSEM - ESSTIN, 2 avenue de la Forêt de Haye, TSA 60604, 54518 Vandoeuvre-les-Nancy Cedex, France

²LEMTA UMR 7563 – Université de Lorraine – LEMTA ENSEM - 2 Avenue de la Forêt de Haye BP 90161 54505 Vandoeuvre-lès-Nancy cedex, France

³Laboratoire d'Énergétique et de Mécanique Théorique Appliquée – Université de Lorraine, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR7563 – Université de Lorraine - ENSEM - ESSTIN, 2 avenue de la Forêt de Haye, TSA 60604, 54518 Vandoeuvre-les-Nancy Cedex, France

Résumé

Les matériaux à changement de phase (MCP) sont très étudiés de nos jours dans le contexte du stockage de l'énergie. Les MCP peuvent stocker ou relâcher une importante quantité d'énergie pendant le changement de phase grâce à la chaleur latente, l'optimisation du transfert de chaleur est un objectif clé. Une solution consiste à effectuer le changement de phase avec de la convection naturelle dans la phase liquide. Cette solution a fait l'objet de nombreuses études théoriques et numériques. Très peu d'études expérimentales existent puisque les MCP sont opaques en phase solide, . L'objectif de notre étude est de comprendre les mécanismes mis en jeu dans le couplage entre dynamique et thermique incluant transferts de chaleur et changement de phase. Nous proposons d'étudier expérimentalement la convection de MCP en changement de phase grâce à l'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM).L'IRM est intéressante dans ces systèmes diphasiques car il est possible de discriminer facilement les zones solides et liquides du fait de la chute des temps de relaxation transversale. De plus, il est possible d'obtenir des cartes de vitesses et de température. Si les mesures de vélocimétrie sont maintenant assez courantes en IRM et ne posent pas de difficultés particulières, il en est tout autrement pour la thermométrie. En effet, les techniques classiques se basent sur les variations du déplacement chimiques mais ne sont pas efficaces avec tous les matériaux. D'autres techniques reposant sur la relaxation sont intéressantes lorsque le temps de relaxation longitudinale est assez court et que les temps de relaxation sont sensibles à la température. Cette méthode peut manquer de précision dans certains cas. Nous avons étudié deux MCP l'hexadécane, un matériau pur dont la température de fusion est 17.9°C et le polyéthylène glycol 600, un matériau non pur dont l'intervalle de fusion est compris entre 10°C et 21°C. Initialement, le matériau est maintenu en conditions isothermes à l'état solide. Ensuite, le matériau est chauffé par le bas caractérisé par l'apparition d'une couche inférieure liquide. L'interface de fusion reste plate tant que le régime est conducteur dans le liquide. Lorsque la hauteur de liquide est suffisamment importante, une convection se produit dans le liquide couplée à une interface déformée. Nous montrerons les effets de la convection sur le changement de phase : l'augmentation nette de la hauteur liquide dans le cas convectif par rapport au cas conducteur, l'augmentation des transferts thermiques, l'évolution des structures thermoconvectives obtenues

*Intervenant