

Stage de Master II au Cemagref (Antony, 92163)

Caractérisation d'hydrates mixtes pour des applications frigorifiques

Durée du stage : 6 mois

Gratification : environ 400 €

Encadrement : Anthony Delahaye, Pascal Clain (Enerfri-GPAN-Cemagref)

Contact : anthony.delahaye@cemagref.fr, 01 40 96 60 21

pascal.clain@cemagref.fr, 01 40 96 65 15

I. Contexte

Les clathrates hydrates sont des cristaux semblables à la glace qui possèdent des propriétés thermodynamiques adaptées pour des applications de réfrigération et de climatisation. En effet, ils présentent une chaleur latente de fusion élevée ce qui leur permet de stocker de grandes quantités de froid et par conséquent de pouvoir être utilisés comme réserve d'appoint pour des applications frigorifiques. De plus, ils sont stables à température positive, ce qui représente un intérêt en termes de gain énergétique pour des applications de climatisation. Enfin, lorsqu'ils sont produits sous forme de coulis, ils peuvent être pompés et s'écouler à des débits suffisants pour le transport de froid. De ce fait, les coulis d'hydrates permettent d'augmenter l'efficacité énergétique des installations frigorifiques et donc de réduire leur impact environnemental.

II. Sujet de stage proposé

L'un des verrous liés à l'utilisation des hydrates de CO₂ pour des applications industrielles de réfrigération concerne leurs niveaux de pression relativement élevés (> 10°bars). L'ajout d'additifs hydratogènes (i.e. formant des hydrates) peut permettre d'abaisser sensiblement les pressions d'équilibre tout en maintenant une enthalpie de changement de phase élevée.

Le sujet de stage propose d'étudier les propriétés rhéologiques et thermiques d'hydrates mixtes de CO₂ + additifs hydratogènes.

III. Méthodologie

La méthodologie employée pour ce stage s'appuiera tout d'abord sur l'analyse de données bibliographiques (internes et externes à l'équipe d'accueil). Une boucle pilote dynamique de circulation sera mis à disposition de l'étudiant pour établir le rhéogramme et la caractérisation thermique du ou des différents coulis d'hydrates étudié. Enfin, la modélisation thermohydraulique du fluide devra être réalisée au moyen de bilans sur les composants du système étudié (CO₂, additifs, eau).