

Analyse numérique de cycles hybrides multifonctionnel pour la valorisation en froid de chaleur basse température

Contexte :

La valorisation des rejets industriels, autrement appelés chaleurs fatales, est un gisement très important d'énergie et qui est actuellement sous-exploité. D'après l'ADEME, le déploiement de systèmes capables de transformer ces rejets (en froid ou en électricité) et de stocker cette énergie est un levier pour mener à bien la transition énergétique. Des systèmes de conversion sont d'ores et déjà disponibles pour la valorisation de chaleur à des températures supérieures à 100°C. Cependant, pour des températures de source inférieures, aucune solution n'est actuellement proposée. Une réponse est le développement de systèmes de conversion et de stockage d'énergie multifonctionnels (multi-effets utiles) fonctionnant à basse température. Pour cela, il est possible de combiner des cycles à éjecto-compresseur et des cycles thermochimiques pour obtenir des cycles hybrides innovants associant valorisation de chaleur basse température (< 100 °C) et multifonctionnalité (stockage et production de froid).

Dans la littérature, des cycles hybrides couplant cycle à compression mécanique de vapeur et cycle thermochimique ont été étudiés et ont démontré leur potentiel de valorisation d'énergie thermique basse température pour le stockage et la production de froid. Cependant, ces cycles induisent une consommation d'électricité qui serait très fortement réduite avec les cycles hybride proposés.

Afin d'évaluer leur potentiel de développement, il est indispensable de caractériser de manière précise les conditions de fonctionnement de ces cycles et notamment le couplage entre le réacteur thermochimique et l'éjecto-compresseur.

Le laboratoire PROMES mène depuis le milieu des années 2010 des travaux sur l'hybridation des cycles thermochimiques pour développer des cycles multifonctionnels (froid + stockage, froid + électricité + stockage) pour la valorisation de chaleur moyenne et basse température [4-6]. Ces premiers travaux ont abouti à la définition de nouvelles architectures de cycles dont certains font actuellement l'objet d'expérimentations financées par des projets ANR (RECIF et ThermHyVal) et un projet de prématuration de CNRS.

Ces recherches sont au cœur des travaux actuellement menées dans l'action « stockage et polygénération » de l'axe « Stockage et Chimie Solaire » du laboratoire PROMES

Mots clefs :

analyse thermodynamique de cycles, modélisation dynamique, stockage d'énergie, cycle à sorption, valorisation de chaleurs fatales

Programme du stage :

La première partie de ce stage sera consacrée à l'étude bibliographique des cycles à sorption pour la valorisation de chaleur basse température. Après avoir établi les différentes configurations de cycle possibles, une modélisation thermodynamique statique sera développée pour produire un outil de simulation capable de déterminer, les conditions opératoires, les performances énergétiques et exergetiques pour un grand nombre de couples réactifs connus.

L'ensemble de ces tâches sera réalisé en étroite collaboration avec l'équipe

Profil du/de la candidat(e) :

Niveau BAC+5 (Master ou Ingénieur). Le ou la candidat(e) devra avoir une solide formation en énergétique (thermodynamique appliquée, transferts). Un attrait à la fois pour les aspects numériques et expérimentaux est nécessaire. Une connaissance du langage de programmation Python sera appréciée.

En fonction des résultats obtenus et de la volonté de poursuivre en thèse du candidat, ce sujet pourra faire l'objet d'une candidature pour une bourse de thèse de l'école doctorale à laquelle PROMES est affilié (ED 305).

Conditions du stage :

Localisation : Laboratoire PROMES – Site de Perpignan.

Démarrage : Janvier/février 2023, sous la gratification forfaitaire en vigueur (≈ 590 €/mois)

Candidature : Les lettres de candidature devront être accompagnées d'un CV et adressées à Maxime Perier-Muzet maxime.perier-muzet@univ-perp.fr et Régis Olives olives@univ-perp.fr avant le 25 novembre 2022.

Références sur les cycles hybrides

Bao Huashan, Zhiwei Ma, Anthony Paul Roskilly Integrated chemisorption cycles for ultra-low grade heat recovery and thermo-electric energy storage and exploitation, Applied Energy 164 (2016) 228–236

Jaume Fitó, Alberto Coronas, Sylvain Mauran, Nathalie Mazet, Maxime Perier-Muzet, Driss Stitou, Hybrid system combining mechanical compression and thermochemical storage of ammonia vapor for cold production, Energy Conversion and Management 180 (2019) 709–723

Jaume Fitó, Alberto Coronas, Sylvain Mauran, Nathalie Mazet, Driss Stitou, Definition and performance simulations of a novel solar-driven hybrid absorption-thermochemical refrigeration system

Franco Ferrucci, Driss Stitou, Pascal Ortega, Franck Lucas, Mechanical compressor-driven thermochemical storage for cooling applications in tropical insular regions. Concept and efficiency analysis, Applied Energy 219 (2018) 240-255

Alexis Godefroy, Maxime Perier-Muzet, Pierre Neveu, Nathalie Mazet, Hybrid thermochemical cycles for low-grade heat storage and conversion into cold and/or power, Energy Conversion and Management 225 (2020) 113347