

**SERVICE DE LA RECHERCHE ET DE LA VALORISATION (SRV)****Ecole doctorale 305 « Energie Environnement »****AVIS DE PRESENTATION DE TRAVAUX
EN VUE DE L'OBTENTION DU DOCTORAT**

Monsieur Alexis GODEFROY soutiendra sa thèse le **5 novembre 2020 à 9h30** à **Laboratoire CNRS-PROMES UPR 8521 5001F Rambla de la Thermodynamique 66100 Perpignan**, salle **Salle de conférences**, un doctorat de l'Université de Perpignan Via Domitia, spécialité **Sciences de l'Ingénieur**.

TITRE DE LA THESE : Analyse thermodynamique et performances dynamiques de cycles hybrides impliquant des procédés à sorption

RESUME : L'accroissement de la variabilité temporelle de la production et de la consommation d'énergie et la multiplication des vecteurs énergétiques sont des déterminants du contexte énergétique à venir. Une approche possible pour gérer ces contraintes est le développement de systèmes multifonctionnels (multi-effets utiles) incluant une fonction de stockage d'énergie. Pour développer de tels systèmes, ce travail propose de coupler deux cycles thermodynamiques afin de combiner leurs fonctionnalités : le cycle innovant ainsi réalisé, dit « hybride », associe multifonctionnalité, flexibilité et compacité. L'un des cycles hybrides envisageables est le cycle thermochimique hybride, construit à partir (i) du cycle tritherme à sorption solide/gaz (cycle thermochimique), qui permet de stocker une énergie thermique (sous forme de potentiel chimique) et de produire un effet frigorifique à la demande, et (ii) du cycle organique de Rankine (ORC), qui est le cycle ditherme le plus performant pour la production de travail mécanique à partir d'une source de chaleur à basse température. Un état de l'art des travaux existants sur les cycles thermodynamiques hybrides impliquant un procédé à sorption a été réalisé. Il a démontré leur fort potentiel de valorisation d'énergie thermique à basse température (i.e. inférieure à 250 °C) sous la forme d'une cogénération de froid et travail mécanique, mais a également mis en évidence la nécessité d'élargir la gamme de réactifs et les configurations de cycles et d'approfondir l'analyse du comportement dynamique de ces cycles. Ainsi, la première partie de cette thèse a porté sur le développement d'une analyse thermodynamique large du cycle thermochimique hybride utilisant l'ammoniac comme gaz réactif et fluide de travail, focalisée sur les sources chaudes à moins de 250 °C (correspondant à la valorisation de chaleur à basse température) : 5 modes de fonctionnement du cycle ont été identifiés et leurs performances énergétiques et exergetiques ont été évaluées pour un grand nombre de sels réactifs solides. Parmi ces cinq modes permettant la cogénération de froid et travail mécanique, 3 privilégient la production de froid: leur proportion de travail mécanique produit varie de 0 à 30 % et leurs rendements énergétique et exergetique atteignent respectivement 0,61 et 0,40. Pour les 2 autres modes, la production de travail est privilégiée : la proportion de travail produit varie entre 50 et 100 % et les rendements énergétique et exergetique atteignent respectivement 0,24 et 0,40. Dans la gamme de réactifs analysée, la température de source chaude minimale requise est 87 °C, et la densité énergétique de stockage (rapportée au volume total de stockage) atteint 170 kWh/m³. L'analyse thermodynamique a été complétée par une comparaison des performances du cycle hybride avec celles d'un système construit à partir de procédés commercialisés et équivalent en termes de fonctionnalités (stockage de la chaleur à basse température et cogénération de froid et électricité). Dans un second temps, le comportement dynamique du cycle thermochimique hybride a été analysé afin d'approfondir la problématique du couplage entre l'organe de détente et le réacteur du cycle, qui constitue un verrou scientifique majeur. Pour ce faire, des modèles de comportement dynamique ont été développés pour chacun des composants du cycle, puis pour le cycle complet. A partir de ces modèles, un outil de simulation numérique du comportement dynamique global a été développé. Trois méthodes de contrôle de l'organe de détente ont été proposées (pression de refoulement, vitesse de rotation ou puissance mécanique constante) et intégrées à cet outil de simulation. Ces simulations ont permis de quantifier les effets de la stratégie de pilotage de ce composant sur la dynamique (températures, pressions, débits, puissances) et les performances globales du cycle, en vue d'une application expérimentale.

Directeurs de thèse :

Nathalie MAZET, PROCédés, Matériaux et Energie Solaire - Université de Perpignan Via Domitia
Maxime PERIER-MUZET, PROCédés, Matériaux et Energie Solaire - Université de Perpignan Via Domitia

Laboratoire où la thèse a été préparée : PROCédés, Matériaux et Energie Solaire

Le jury sera composé de :

M. Vincent LEMORT, Professeur des Universités, Université de Liège (**Rapporteur**)
M. Kévy JOHANNES, Maître de conférences, Université Claude Bernard Lyon 1 (**Rapporteur**)
Mme Nathalie MAZET, DR1, Université de Perpignan Via Domitia (**Directeur de thèse**)
Mme Marianne BOIX, Maître de conférences, INP Toulouse - ENSIACET (**Examineur**)
M. Felix ZIEGLER, Professeur des Universités, TU-Berlin (**Examineur**)
M. François LANZETTA, Professeur des Universités, Université Bourgogne Franche-Comté (**Examineur**)
M. Pierre NEVEU, Professeur des Universités, Université de Perpignan Via Domitia (**Examineur**)
M. Maxime PERIER-MUZET, Maître de conférences, Université de Perpignan Via Domitia (**CoDirecteur de these**)