

Avis de Soutenance

Monsieur Ali al hadi SALAME

Automatique

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

optimisation de l'efficacité énergétique d'un procédé thermodynamique de production de chaleur et d'eau chaude sanitaire

dirigés par Monsieur Pascal DUFOUR

Cotutelle avec l'université "Université de Liège" (Belgique)

Soutenance prévue le **mercredi 26 novembre 2025** à 14h00

Lieu : Petit Amphi CPE Lyon domaine de la Doua 69100 Villeurbanne

Composition du jury proposé

M. Pascal DUFOUR	Université Claude Bernard Lyon 1	Directeur de thèse
M. Pascal STOUFFS	Université de Pau et des Pays de l'Adour	Rapporteur
M. Emilio NAVARRO-PERIS	Université Polytechnique de Valence (Espagne)	Rapporteur
M. Laurent BAKO	Ecole Centrale de Lille	Examineur
M. Vincent LEMORT	Université de Liege (Belgique)	Directeur de thèse
Mme Melaz TAKAYOUT	Université Claude Bernard Lyon 1	Examinatrice
M. Grégoire LEONARD	Université de Liege (Belgique)	Examineur
M. Ali ZEMMOUCHE	Université de Lorraine	Examineur
Mme Madiha NADRI	Université Lyon1	Invitée

Mots-clés : compresseur thermique, CO₂, optimisation énergétique,

Résumé :

Le gaz naturel demeure la principale source de chauffage dans le monde, couvrant environ 40, % de la demande en 2022 selon l'AIE. Les chaudières à gaz conventionnelles restent dominantes malgré leur impact environnemental. Une alternative prometteuse est la pompe à chaleur à compresseur thermique (TCHP), qui utilise également le gaz naturel mais pour entraîner un compresseur thermique (TC) capable de récupérer de la chaleur externe, offrant ainsi une efficacité énergétique supérieure. La TCHP est un cycle à trois étages utilisant du CO₂ supercritique. Sa complexité, liée aux multiples composants, aux fortes non-linéarités et à la sensibilité du TC, rend son contrôle difficile et nécessite des stratégies avancées. L'objectif de cette thèse est de développer une stratégie de contrôle innovante afin d'améliorer les performances globales de la TCHP, à travers simulations et validations expérimentales. La première partie porte sur le TC, avec une étude bibliographique, une campagne expérimentale et le développement de modèles empiriques et physiques (volumes finis) permettant d'analyser ses performances et ses pertes exergétiques. La deuxième partie s'intéresse au système TCHP complet. Après une revue des cycles transcritiques au CO₂, un modèle dynamique en volumes finis est proposé et validé expérimentalement. Des

modèles réduits de type réseaux de neurones récurrents (RNN) sont ensuite identifiés et intégrés dans une nouvelle stratégie de contrôle prédictif par modèle (MPC) pour une commande optimale du cycle. En résumé, cette thèse propose des outils de modélisation multi-échelles validés expérimentalement et une stratégie MPC innovante pour la TCHP, ouvrant la voie à son développement comme alternative durable aux chaudières à gaz.