



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

Madame Diane LE ROUX soutiendra sa thèse le **9 septembre 2022 à 10h00** à **Laboratoire PROMES-CNRS, Rambla de la Thermodynamique, Tecnosud 66100 Perpignan**, salle **conférence**, un doctorat de l'Université de Perpignan Via Domitia, spécialité **Sciences de l'Ingénieur**.

TITRE DE LA THESE : eco-conception d'un échangeur-stockeur thermique de type thermocline

RESUME : Le stockage thermique de type thermocline est l'une des solutions les plus prometteuses pour récupérer les chaleurs fatales issues de l'industrie ou stocker la chaleur produite par les centrales solaires à concentration. Cette thèse a pour but d'optimiser l'efficacité exergétique, l'empreinte environnementale et le coût actualisé de l'énergie (LCOE) du stockage thermocline, à travers quatre variables d'optimisation. Ces variables décrivent la géométrie du réservoir, la granulométrie des particules, ainsi que le fluide caloporteur et le solide de remplissage utilisés. Deux stockages thermoclines de référence sont étudiés : un stockage industriel à haute température, appelé Eco-Stock®, utilisant un lit air/bauxite, et un stockage simulé pour la centrale Andasol. Le modèle physique utilisé pour déterminer les performances énergétique et exergétique du réservoir est un modèle transitoire unidimensionnel comprenant deux équations aux dérivées partielles : une pour le fluide caloporteur et une pour le matériau de remplissage. A partir de cinq paramètres de conception définis par le stockage de référence et des quatre variables d'optimisation, plusieurs cycles sont simulés jusqu'à atteindre le régime stationnaire périodique pour lequel les performances sont déterminées. Les impacts environnementaux sont évalués à l'aide d'une analyse du cycle de vie à travers quatre indicateurs : la demande énergétique cumulée, le potentiel de réchauffement climatique, la déplétion des ressources abiotiques et l'émission de particules. Tous les stockages optimisés restituent une énergie de décharge égale à la cuve de référence sur la durée de vie du système. Enfin, une analyse du coût du cycle de vie est effectuée pour déterminer trois indicateurs. Le coût du cycle de vie correspond aux coûts actualisés impliqués sur la durée de vie du projet. La valeur actualisée nette (VAN) est la somme des différents flux financiers actualisés. Et finalement, le LCOE représente le prix de vente de l'énergie qui annule la VAN. Ce dernier est utilisé comme critère économique. Le problème d'optimisation tri-critère est résolu à l'aide de l'algorithme génétique multi-objectif disponible sur Matlab®. Pour chaque couple fluide/solide simulé, un ensemble de Pareto est obtenu, délimité par les optimisations mono-critères exergétique et environnementale. Les méthodes multi-critères d'aide à la décision TOPSIS et l'entropie de Shannon sont ensuite combinées pour sélectionner la meilleure solution dans chaque ensemble de Pareto. L'entropie de Shannon est utilisée pour déterminer la pondération de chaque critère d'optimisation, évitant ainsi tout choix subjectif de la part du décideur. TOPSIS sélectionne la meilleure solution de compromis en fonction de la distance aux solutions idéale et non idéale. L'optimisation multi-critères conduit à préférer les réservoirs de forme trapue pour maintenir une bonne efficacité exergétique, une empreinte environnementale modérée et un faible LCOE. Les performances exergétiques ne sont pas affectées par le choix du matériau de remplissage. L'utilisation de matériaux issus des déchets ou de roches naturelles semble diminuer l'empreinte environnementale de la même manière. Malgré cette réduction, les roches naturelles n'ont pas d'aussi bonnes propriétés thermophysiques que les solides usinés ou issus des déchets. Par conséquent, le volume des cuves utilisant des roches naturelles augmente, tout comme le coût d'investissement. Le LCOE est plus faible pour les matériaux issus des déchets. L'application de la méthode TOPSIS/Shannon conduit à sélectionner un matériau issu des déchets comme le meilleur matériau de remplissage. L'analyse multi-objectifs et la méthodologie développée pourrait s'étendre à des systèmes complets, tels qu'une centrale CSP, ou d'autres procédés énergétiques, afin de concevoir des systèmes « durables » dans le cadre de la transition énergétique et environnementale.

Directeurs de thèse :

Regis OLIVES, PROcédés, Matériaux et Energie Solaire - Université de Perpignan Via Domitia

Pierre NEVEU, 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. Ludovic MONTASTRUC, Professeure des universités, Ecole Nationale Supérieure des Ingénieurs en Arts Chimiques et Technologiques
(Rapporteur)

M. Jean-Pierre BEDECARRATS, Professeure des universités, ENSGTI (Ecole Nationale Supérieure en Génie des Techniques Industrielles)
(Rapporteur)

M. Regis OLIVES, Professeure des universités, Université de Perpignan Via Domitia **(Directeur de thèse)**

M. Pierre NEVEU, Professeur des universités, Université de Perpignan Via Domitia **(CoDirecteur de these)**

M. Assaad ZOUGHAIB, Professeure des universités, MINES ParisTech **(Examineur)**

M. Vincent GOETZ, Directeur de recherche, PROMES - CNRS UPR 8521 **(Examineur)**

M. Jean CASTAING-LASVIGNOTTES, Maître de conférences, Université de la Réunion, Ecole Supérieur d'Ingénieurs Réunion Océan Indien (ESIROI) **(Examineur)**

Direction de la Recherche et de la Valorisation
52, avenue Paul Alduy - 66860 PERPIGNAN CEDEX 09
Téléphone : 04.68.66.17.36 - Email : emilie.vegara@univ-perp.fr

