



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 Baptiste REBOUILLAT soutiendra sa thèse le **29 octobre 2021 à 9h00** à **Laboratoire PROMES-CNRS TechnoSud Rambla de la thermodynamique 66100 Perpignan**, salle **Salle de Conférence**, un doctorat de l'Université de Perpignan Via Domitia, spécialité **Sciences de l'Ingénieur**.

TITRE DE LA THESE : Conception et Intégration optimales des convertisseurs thermodynamiques d'énergie solaire concentrée

RESUME : Ces travaux portent sur l'optimisation des procédés de conversion de l'énergie thermique en travail utile dans le cas où la source de chaleur est intermittente. Ces travaux s'inscrivent le contexte des centrales solaires à concentration. De tels systèmes imposent un dispositif de stockage thermique afin de gérer d'une part l'intermittence de la ressource solaire, et d'autre part le déphasage entre ressource et demande électrique. On traite du stockage de chaleur par cuve thermocline. Le travail d'optimisation porte sur deux problématiques : d'une part la recherche des conditions opératoires optimales (températures, puissance, dimensionnement des échangeurs) pour l'ensemble du procédé (champ solaire, système de stockage et groupe de puissance) et d'autre part, l'optimisation exergetique de la géométrie du stockage. Concernant la partie traitant des conditions opératoires, on s'appuie sur les modèles de la thermodynamique en dimension finie. Notre contribution à ce domaine est la proposition d'un modèle de stockage réversible adapté à cette méthode de modélisation et d'optimisation. Plusieurs résultats originaux ont été obtenus concernant le nombre d'échangeurs présents dans le système (chauffage, refroidissement et/ou stockage directs ou indirects), la présence du stockage et sa localisation dans les procédés cascades (stockage en amont ou entre les deux cycles). Le système de stockage a un impact majeur sur la conception de la centrale (répartition des surfaces des échangeurs de la centrale), sur les conditions opératoires (températures) et sur les performances (énergie produite). Le nombre d'échangeurs limite quant à lui la quantité d'énergie produite : il est donc préférable de penser les systèmes de sorte à limiter leurs nombres. Sur les cycles cascades, on montre qu'il est préférable de positionner le stockage en amont des deux cycles. Un résultat majeur concerne le rendement du procédé au point de puissance maximum, qui reste égal, pour toutes les structures étudiées au rendement de Curzon-Ahlborn. Concernant l'optimisation de la géométrie des systèmes de stockage thermocline, la méthode consiste à minimiser l'entropie produite par la cuve, car elle est directement liée, pour le procédé de conversion complet, au travail perdu (théorème de Gouy-Stodola). La production d'entropie au cours d'un cycle de charge/décharge est ainsi évaluée à l'aide d'un modèle dynamique 1D (axial), 2 phases (fluide caloporteur et garnissage), validé d'après des résultats expérimentaux. L'équation de Gibbs appliquée au volume élémentaire représentatif permet en outre de distinguer la production d'entropie propre à chaque processus irréversible apparaissant dans le système, et donc de mettre en évidence les causes de la dégradation des performances. Les résultats nous apprennent que les échanges convectifs fluide/garnissage constituent le principal verrou à lever. Dans le cadre de notre étude, améliorer les échanges convectifs passe par une diminution de la taille des roches constituant le garnissage et l'allongement de la cuve. Cependant, cette stratégie augmente les pertes de charge, et l'optimum résulte du compromis entre convection et pertes de charge. Un résultat important concerne la valeur très élevée des rendements exergetiques obtenus pour les cuves optimisées, qui valide l'hypothèse de réversibilité prise dans la partie précédente. Enfin, une étude de cas (centrale solaire de type Andasol) permet d'illustrer ces méthodes en proposant un pré-dimensionnement optimal. Cette étude de cas confirme la pertinence des méthodes développées. Notons que les centrales solaires à concentration sont le sujet central de l'étude, mais les méthodes développées sont suffisamment générales pour être adaptables à d'autres contextes, comme la valorisation de chaleur fatale industrielle.

Directeur de thèse :

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 :

Mme Lavinia GROSU, Maîtresse de conférences, IUT VILLE D'AVRAY - Laboratoire Energétique Mécanique Electromagnétisme (LEME)
(Rapporteur)

M. François LANZETTA, Professeur des universités, Université de Franche-Comté **(Rapporteur)**

M. Pierre NEVEU, Professeur, Université de Perpignan Via Domitia **(Directeur de thèse)**

M. Assaad ZOUGHAIB, Professeur, MINES ParisTech, Centre Efficacité Énergétique des Systèmes **(Examinateur)**

Mme Nolwenn LE PIERRÈS, Professeure, Polytech Annecy-Chambéry, Laboratoire Optimisation de la Conception et Ingénierie de l'Environnement (LOCIE) **(Examinateur)**

Mme Nathalie MAZET, Directrice de recherche, Laboratoire PROMES-CNRS (UPR 8521) **(Examinateur)**

M. Quentin FALCOZ, Maître de conférences, Université de Perpignan Via Domitia **(Co-encadrant de these)**

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