

Monsieur Frantz SINAMA soutiendra sa thèse de doctorat en "Génie Civil, Énergétique et Environnement", intitulée : "Étude de la production d'électricité à partir de l'Énergie Thermique des Mers à l'île de La Réunion : Modélisation et optimisation du procédé", sous la direction de Monsieur Franck LUCAS le :

Mercredi 7 décembre 2011
A partir de 9h00
Amphithéâtre 115
Institut Universitaire de Technologie (Saint Pierre)

Composition du jury :

- Monsieur Jean CASTAING-LASVIGNOTTES, Maître de Conférences, Université de La Réunion
- Monsieur François GARDE, Professeur, Université de La Réunion
- Monsieur Vincent GUENARD, Docteur, Service des Réseaux et Energies Renouvelables, ADEME
- Monsieur Franck LUCAS, Maître de Conférences, H.D.R., Université de La Réunion
- Monsieur Sylvain MAURAN, Professeur, Université de Perpignan Via Domitia
- Monsieur Pascal STOUFFS, Professeur, Université de Pau et Pays de l'Adour

Résumé:

L'Énergie Thermique des Mers (ETM) offre une alternative intéressante pour la réduction de l'utilisation des énergies fossiles, dans l'objectif d'une autonomie énergétique. En utilisant le gradient de température présent entre l'eau de surface (entre 23 et 28 °C) et l'eau en profondeur (environ 5°C à 1000 m), il est possible de produire de l'électricité grâce à un cycle thermodynamique. Les expérimentations sont peu nombreuses à l'heure actuelle, en raison d'un coût relativement élevé. Une approche fondamentale est donc développée avec la création de modèles numériques en régime permanent et dynamique.

Le modèle en régime statique a été développé à partir d'une description mathématique simplifiée des composants du cycle. Ce modèle permet une évaluation globale des performances du système, incluant le prélèvement et le rejet de l'eau de mer ainsi que le cycle thermodynamique, dans le but de proposer un outil de dimensionnement. À partir de la puissance électrique souhaitée, le dimensionnement est effectué en tenant compte du design des échangeurs, des pertes de charge (pour déterminer la puissance des auxiliaires) et du gradient de température. Ces éléments permettent de modéliser le cycle et d'estimer la puissance nette récupérable. À partir de la modélisation statique, un modèle dynamique a été établi en appliquant la méthode des systèmes équivalents de Gibbs. Cet outil permet de décrire les phases de démarrage et d'arrêt, d'étudier la modulation de la puissance électrique délivrée au réseau et d'optimiser le cycle.

Les résultats de simulations des différents modèles sont confrontés à la littérature et à des données expérimentales, afin d'avoir des éléments de validation. Par rapport à la littérature, les modèles permanent et dynamique ont un écart maximal de 0,1°C sur les températures et de 5 % sur les puissances électriques. Par rapport aux données expérimentales obtenues sur un pilote à terre, les écarts maximaux sont de 0,1 °C sur les températures et de 0,1 bar sur les pressions. Ces écarts restent faibles et proviennent de la précision des capteurs de mesures ou des propriétés thermodynamiques des fluides utilisés. Le modèle en régime dynamique est comparé à une séquence de mesures et révèle une adéquation sur les températures. Ces confrontations permettent donc de montrer la bonne cohérence des modèles en régime permanent et dynamique. L'un des intérêts du modèle en régime dynamique est la possibilité d'effectuer une analyse de type « premier et second principe » du système.

Une optimisation du fonctionnement du cycle est réalisée à partir de cette analyse. Des pistes d'améliorations sont proposées, afin d'augmenter les performances de l'installation expérimentale à terre et d'une centrale ETM de 10 MW. La puissance nette de sortie dépend principalement de la température d'eau chaude. Celle-ci variant de 23 à 28°C à La Réunion, le design des échangeurs ou la régulation des débits sont donc des paramètres très influents sur le cycle, car ils impactent directement la puissance délivrée par la turbine ou la puissance consommée par les auxiliaires. Un compromis est proposé entre la régulation et le design afin d'augmenter à la fois la puissance nette, le coefficient de performance « BWR » (rapport entre la puissance nette et la puissance électrique délivrée par la turbine) ou le rendement exergetique, en diminuant la destruction d'exergie dans ces éléments. L'optimisation est réalisée grâce au couplage du modèle dynamique avec l'outil Genopt. La méthode utilisée permet d'optimiser des paramètres d'entrées comme le débit, afin de maximiser la puissance nette et les différents rendements.

L'approche fondamentale propose donc d'étudier le fonctionnement global d'une installation ETM. Les conditions d'opération du procédé variant au cours de l'année, il est nécessaire d'optimiser les paramètres du cycle afin d'avoir une performance la plus élevée possible. La démarche d'optimisation est appliquée à une installation pilote à terre. Elle pourra, par la suite, être extrêmement utile pour le développement de la technologie ETM à une échelle plus démonstrative en proposant une optimisation d'une installation réelle. Les outils numériques développés permettront, par ailleurs, d'élaborer des stratégies de contrôle des installations.

Mots clés : Energie Thermique des Mers, Production d'électricité, Energie Renouvelable, Modélisation, Analyse exergetique.

La soutenance est publique.