

## **Projet stage Master : Optimisation de la production d'un système photovoltaïque par cogénération thermoélectrique**

### Mots clés

- Polymères conducteurs
- Effet thermoélectrique (Seebeck)
- Cogénération
- Effet photovoltaïque

### Description

Le rendement des systèmes solaires photovoltaïques reste physiquement limité puisque la totalité du spectre solaire n'est pas converti en électricité. La part non convertie en électricité produit de la chaleur résiduelle non exploitée, entraînant une augmentation de la température des cellules et donc une perte de rendement. L'idée originelle de ce projet est de convertir la chaleur résiduelle produite par effet thermoélectrique ayant le double avantage de produire une énergie électrique supplémentaire tout en limitant la chute de rendement.

La thermoélectricité permet de convertir la chaleur résiduelle en énergie utile et la génération directe d'électricité. La performance des matériaux thermoélectriques est évaluée par le coefficient adimensionnel de mérite  $ZT$  comparant le pouvoir thermoélectrique  $s$ , la conductivité thermique  $k$  et la conductivité électrique  $\sigma$  :

$$ZT = \frac{\sigma s^2}{k}$$

Un matériau thermoélectrique optimal combine une conductivité électrique élevée, un coefficient Seebeck important et une conductivité thermique faible.

Les meilleurs rendements sont atteints par des alliages inorganiques (tellurure de Bismuth, ...). Cependant, leur fragilité, leur coût et leur toxicité sont des verrous. En outre, leur température de fonctionnement idéale est généralement supérieure à 200°C ce qui ne permet pas de répondre à la demande croissante de collecte de la chaleur résiduelle générée à des températures modérées, en particulier celle engendrée dans les systèmes solaires comprise en général entre 40 et 70°C.

Dans l'optique de développer des applications à ces niveaux de température, les matériaux thermoélectriques à base de polymères organiques semi-conducteurs constituent une alternative intéressante.

Ces matériaux présentent plusieurs avantages : faible conductivité thermique, facilité de mise en forme (poudre) pour leur intégration dans le module thermoélectrique, faible toxicité. L'inconvénient est leur propriété thermoélectrique sensiblement inférieure à celle des matériaux inorganiques

Dans un travail précédent, mené en collaboration avec l'Ecole Militaire Polytechnique d'Alger, nous avons mis au point des matériaux composites (sous forme de poudres ou de couches

minces) à partir de composés polymères de base (polypyrrole et polythiophène) convenablement dopés (pédot, graphène, nanoparticules) présentant des propriétés thermoélectriques intéressantes. Leur synthèse repose sur un protocole novateur qui permet de les produire à faible coût. Les premiers résultats sont encourageants (un facteur de mérite de l'ordre de  $5 \cdot 10^{-6}$  contre  $1,69 \cdot 10^{-7}$  pour un polymère non dopé). Notre équipe a, pour sa part, mis au point un dispositif permettant la détermination du coefficient Seebeck de matériaux thermoélectriques présentés sous forme de couches minces.

L'objectif de ce travail est de mettre en œuvre l'application thermoélectrique à base de polymères conducteurs sur un système photovoltaïque classique pour en améliorer ses performances en optimisant la géométrie, la mise en forme et la gestion des gradients thermiques.

Ce travail de stage de master 2 ou d'école d'ingénieur sera poursuivi par une thèse de doctorat.

Plan prévisionnel du stage puis de la thèse :

- Étude bibliographique
- Caractérisation des propriétés électriques, thermiques et thermoélectriques pour enfin arriver à optimiser le facteur de mérite ZT.
- Développement du modèle numérique d'intégration au système photovoltaïque et définition de la configuration optimale
- Mise en condition du polymère conducteur dans un prototype thermo régulé afin de caractériser le facteur de puissance et optimisation des facteurs d'influence sur la puissance délivrée
- Conception et réalisation d'un dispositif à échelle laboratoire

Le travail de stage se focalisera dans un premier temps sur le développement du modèle numérique afin de définir la configuration géométrique optimale. La partie caractérisation du facteur de mérite du matériau pourra également être abordé en fonction de l'avancement des travaux.

Durée du stage : 6 mois

Profil du candidat : Master 2 ou Ecole d'ingénieur, compétences en énergétique, modélisation numérique, métrologie

Lieux du stage : laboratoire CERTES, site de Sénart, 36 rue Georges Charpak 77567 Lieusaint

Encadrement : Olivier Riou , Fabien Delaleux, Jean-Félix Durastanti

Contacts : [olivier.riou@u-pec.fr](mailto:olivier.riou@u-pec.fr)

[Fabien.delaleux@u-pec.fr](mailto:Fabien.delaleux@u-pec.fr)

[durastanti@u-pec.fr](mailto:durastanti@u-pec.fr)