

## Cellules CPV pour systèmes hybrides Photovoltaïque/Thermique (PVT)

**Mots-clefs :** Photovoltaïque Concentré (CPV), Énergie solaire, Solaire thermique concentré (CSP), Centrale hybride thermique-PV, Semi-conducteurs, Cellules dédiées haute température



**Porteurs du projet :** Vincent Aimez (LN2), Richard Arès (LN2), Abdelatif Jaouad (LN2), Andreas Ruediger (INRS-ÉMT)

**Étudiants impliqués :** Julien Bernier Ouellet, Dominic Larkin, Mathieu Tabori, Boussaisi Bouzazi, Maïté Volatier, Mark York, Papa Souare, Chahinez Dab (INRS), Gitanjali Kolhatkar (INRS)

**Rackam**

**Partenaire industriel :** Rackam ([www.rackam.com](http://www.rackam.com)),

Autres partenaires académiques : Simon Fafard (LN2)  
Julien Sylvestre (LN2)

**Période du projet :** 2012 – en cours

### Description du projet et contexte :

Les centrales solaires thermiques sont parmi les technologies les plus rentables en énergies renouvelables. Le modèle développé par l'entreprise Rackam atteint une efficacité thermique minimum de 60 %. Il serait néanmoins judicieux d'améliorer ces performances en exploitant deux fois la concentration solaire, c'est-à-dire en combinant des cellules photovoltaïques au récepteur thermique. Selon les applications visées par ces nouvelles centrales hybrides thermiques/photovoltaïques, la chaleur de procédé reste inférieure à 95 °C ou atteint 220 °C.

Ce projet de recherche ne se limite pas à fabriquer un nouveau type de cellule solaire pour des mesures en laboratoire, mais bien à mettre en place une nouvelle technologie de centrales solaires hybrides thermiques-photovoltaïques (thermo-PV). Par conséquent, l'expertise des acteurs du projet couvre l'ensemble des besoins allant de la synthèse de nanomatériaux à leur intégration dans des systèmes de production d'énergie à grande échelle. Les équipes universitaires ont un rôle important à jouer au niveau de la réalisation et de la caractérisation de nouvelles architectures de cellules qui doivent absolument être développées en collaboration étroite avec les partenaires industriels tant pour l'intégration physique des cellules dans les systèmes à concentration solaire que pour le développement d'architectures de centrales intégrant au mieux ces technologies. Ainsi, la performance absolue des cellules ne doit pas absolument battre des records d'efficacité, mais bien plus stratégiquement offrir un rapport coût/bénéfice compétitif au niveau des centrales hybrides.

Un premier travail de modélisation de la centrale CSP est réalisé afin de déterminer les modifications potentielles à la conception actuelle afin d'optimiser le fonctionnement thermique tout en permettant l'intégration mécanique, thermique et électrique de cellules PV.

Ensuite, des cellules solaires abordables et optimisées spécifiquement pour un fonctionnement sur les plages de température visées sont étudiées et réalisées : Pour la plage de température inférieure à 95 °C, le silicium est le matériau semi-conducteur privilégié alors pour les températures pouvant atteindre 220 °C l'arséniure de gallium (GaAs) ou le GaInP, des semi-conducteurs aux très bonnes propriétés thermiques, sont privilégiés.

### Résultats remarquables et publications associées :

Les contraintes de l'efficacité électrique et thermique d'un système hybride PVT ont été modélisées sur une grande gamme de paramètres possibles de la conception, comme la géométrie, le facteur de

concentration solaire, les propriétés des matériaux utilisés (émissivités, conductivité thermique, etc.) ou les débits du fluide caloporteur. Ce modèle quantifie l'influence relative de chacun de ces paramètres sur le rendement global de la centrale. Maintenant, nous pouvons évaluer et exclure une gamme de configurations possibles qui devrait fonctionner à des températures prohibitivement hautes pour des cellules photovoltaïques. Nous évaluons également les modifications requises pour rendre un système strictement thermique compatible à l'intégration photovoltaïque.

- Mark C. A. York, Simon Fafard, Richard Arès, Vincent Aimez, Julien Sylvestre, *Pushing the Limits of a Hybrid Thermal / PV System*, Proceedings of IEEE 42nd Photovoltaic Specialists Conference (PVSC) (submitted), 2015

#### **Autre faits saillants :**

La modélisation paramétrique des centrales Rackam est disponible en ligne, avec un accès strictement limité aux usagers privilégiés. Une interface simple permet à l'utilisateur de voir l'influence de chaque paramètre de conception sur l'efficacité globale de la centrale.

Des cellules à simple jonction GaAs et GaInP sur GaAs ont été réalisées et caractérisées à haute température (150 et 190 °C) sur de longues périodes de temps (jusqu'à 620 h). Aucune dégradation majeure n'a pour le moment été détectée. Des caractérisations structurelles après vieillissement sont en cours de réalisation à l'INRS-ÉMT.

#### **Financement :**

- Subvention CRSNG – Engage (Canada) : 25 k\$ (sur 6 mois en 2012)
- Subvention NanoQuébec – I.nano (Canada) : 250 k\$ (sur 2 ans, du 31 octobre 2013 au 31 octobre 2015)
- Subvention CRSNG – RDC (Canada) : 200 k\$ (sur 2 ans, du 31 octobre 2013 au 31 octobre 2015) - Prolongation d'une année en cours de rédaction
- Participation de l'industriel (Canada) : 100 k\$ en nature et 100 k\$ en argent (sur 2 ans, du 31 octobre 2013 au 31 octobre 2015) - Prolongation d'une année en cours de rédaction