



Université  
de Limoges



**Intitulé de la Thèse: Capteurs photovoltaïques/photo-détecteurs à base de pérovskites imprimables pour micro-sources pour réseau de capteurs autonomes et/ou dispositifs de positionnement**

**Nature du financement:** Cofinancement DGA/LABEX SigmaLIM(Thématiques "Energie" et "Réseaux de capteurs"). Le contrat doctoral débutera le **1<sup>er</sup> octobre 2014**.

**Laboratoire d'accueil:** Institut de Recherche XLIM – Département MINACOM - Equipe « Optoplast » - UMR 7252 Université de Limoges/CNRS, 123 avenue Albert Thomas, 87060 Limoges cedex, France.

Website: <http://www.xlim.fr/MINACOM/projets/optoElecPlast>

**Description du sujet de Thèse :**

Les pérovskites constituent une rupture technologique dans le domaine des cellules solaires de troisième génération, avec des dispositifs ayant un rendement démontré autour de 15 % [1,2] dès les premières années de recherche. Cette rupture vient du fait que ces matériaux associent les propriétés de simplicité de mise en œuvre des matériaux organiques, sans en avoir les défauts (faible mobilité de charges, faible longueur de diffusion excitonique, faible domaine d'absorption). De ce fait, des structures planaires ont déjà été réalisées avec des rendements de l'ordre de 10 % concurrençant les meilleures cellules solaires organiques à hétérojonctions volumiques [2,3]. D'un point de vue applicatif, les cellules solaires à base de pérovskites, élaborées à relativement bas coût et à haut rendement, conviennent bien pour des applications de type micro-sources pour capteurs autonomes, avec une masse spécifique en énergie (énergie/masse de capteur) sans doute inégalée jusqu'à présent. Le type de capteur autonome envisagé, et qui fait l'objet d'une feuille de route dans le cadre du LabEx ΣLIM, devrait bien convenir pour un déploiement rapide en réseau. Des applications en domotique (gestion de l'énergie) ou militaires (surveillance d'une zone géographique) sont envisagées. Avec de tels micro-sources, et compte tenu du type de capteur à faible consommation envisagé dans le cadre du LabEx, des cellules de l'ordre de la dizaine de cm<sup>2</sup> (3X3 cm<sup>2</sup>) pourrait permettre une transmission de l'information du capteur toutes les 25 secondes, ou toutes les 5 minutes pour de plus petits capteurs de 1 cm<sup>2</sup> en usage extérieur. Un autre aspect d'intérêt de ce type de dispositif concerne la photo-détection, et plus particulièrement l'effet photovoltaïque latéral, qui permet notamment des applications de positionnement précis (AFM, micromanipulation, etc...), mais aussi d'alignement optique à distance ou de machine-outil, de vision robotique et d'instrumentation médicale.

L'aspect que nous proposons d'étudier, et qui fait l'objet du sujet de thèse, est la faisabilité de tels dispositifs par technologie d'impression. Pour cela il est nécessaire de conditionner ces pérovskites soit sous forme de nanoparticules (NP), soit sous forme de précurseurs organiques-inorganiques en solution qui seront formulées en encres d'impression. Le candidat étudiera dans un premier temps la formulation et la rhéologie des encres contenant les nanoparticules ou les précurseurs de pérovskites compatibles avec les technologies d'impression. La caractérisation des propriétés morphologiques, électroniques et optiques des couches obtenues par impression sera effectuée au laboratoire et avec des partenaires extérieurs.

Le candidat devra de plus assurer au laboratoire la réalisation des dispositifs de tests, avec qualification dans un premier temps des couches actives et d'interface par des procédés de laboratoire (spin-coating), puis assurer la transposition aux technologies d'impression. Les performances des cellules solaires et des détecteurs seront également évaluées au laboratoire. Cela sera fait à partir de

dispositifs de test d'architecture et de géométrie spécifiquement dimensionnées pour les applications visées: composants de type "sandwich" pour les cellules solaires, et sandwich plus électrodes planaires localisées dans le cas de la photo-détection utilisant l'effet photovoltaïque latéral. Les rendements des dispositifs seront évalués en éclairage standard AM1.5 dans le cas des cellules solaires et à diverses longueurs d'ondes pour les photo-détecteurs. Pour ces derniers les études de positionnement sous illumination ponctuelle seront effectuées à l'aide d'un dispositif de type LBIC disponible au laboratoire.

L'environnement de cette étude s'appuiera sur un consortium regroupant deux groupes de l'Ecole Normale Supérieure de Cachan, le PPSM pour le développement des NP de pérovskites et le laboratoire Aimé Cotton pour les caractérisations photophysiques, une EA de l'Université de Tours pour la synthèse de verres moléculaires innovants pour former des jonctions efficaces avec les pérovskites, l'IM2NP de Marseille pour la caractérisation et la modélisation optique des dispositifs, et enfin XLIM pour l'architecture des dispositifs, leurs procédés de fabrication par impression et leur caractérisation avancée. La thèse sera exclusivement menée au sein d'XLIM pour le développement des applications à visées militaires décrites précédemment.

[1] Burschka, J. et al, Nature 2013, 499, 316–319.

[2] Liu, M. et al, Nature 2013, 501, 395–398.

[3] Eperon, G. E. et al, Adv. Func. Mat. 2014, 24, 151-157

**Expérience souhaitée/profil:** Le candidat devra avoir un profil physico-chimiste. De bonnes connaissances en physique des dispositifs et en propriétés électroniques et optiques des matériaux sont recommandées.

Peuvent faire acte de candidature les étudiants :

- ressortissants de l'union européenne ou de la Suisse ;
- n'ayant pas entamé leur carrière professionnelle ;
- en cours de préparation d'un Master pendant l'année de dépôt de la candidature ;
- ou titulaires d'un Master ou d'une équivalence leur permettant de s'inscrire en thèse ;
- ou en première année de thèse au maximum sous réserve qu'ils aient été financés pendant cette 1ère année (dans ce cas le financement de la DGA ne portera que sur 2 ans).

**Modalités de dépôt de candidature et contact :** Envoyez un CV détaillé, une lettre de motivation et les relevés de notes à : [bernard.ratier@xlim.fr](mailto:bernard.ratier@xlim.fr), 05 87 50 67 44 ; [johann.bouclé@xlim.fr](mailto:johann.bouclé@xlim.fr), 05 87 50 67 62 ; [sylvain.vedraine@xlim.fr](mailto:sylvain.vedraine@xlim.fr), 05 87 50 67 45

**Date limite de candidature : 30/04/2014**