

# DOCTORAT DE L'UNIVERSITE DE LILLE 1



Ecole Doctorale : SPI

Discipline : Micro et Nano Technologies,  
Acoustique et Télécommunications



Nom du candidat : Sylvain POUCH

## JURY

Président de Jury

Directeur de Thèse

T. MELIN

Rapporteurs

P. LECLERE

Y. BONNASSIEUX

Membres

B. GAUTIER

B. GREVIN

## TITRE DE LA THESE



**Nano caractérisation de matériaux pour le photovoltaïque  
par microscopie en champ proche et spectroscopie électronique :  
mesures de travail de sortie et de temps de vie de porteurs**

## RESUME

Les technologies photovoltaïques représentent un grand espoir dans le domaine de l'énergie. Nous en sommes actuellement à la troisième génération de cellules solaires, composées de dispositifs nano structurés. A ces échelles, les performances mesurées par des techniques usuelles sont globales. Pour accéder aux grandeurs physiques locales, des outils de caractérisation avancés sont nécessaires.

L'objectif de cette thèse est la mesure de travail de sortie et de temps de vie de porteurs par microscopie à force atomique et spectroscopie électronique. Après un rappel historique sur les technologies permettant de récolter l'énergie lumineuse, puis une explication détaillée du principe de fonctionnement des techniques de caractérisation employées, nous présenterons trois études :

- 1) Une mesure de travail de sortie sur hétérostructures de silicium-germanium par XPEEM et KFM, pour démontrer la complémentarité des deux techniques. Nous verrons qu'elles sont capables d'imager des variations de travaux de sorties de l'ordre de 10 meV, et qu'elles ont permis de révéler un effet d'inversion de contraste dû à un état de surface.
- 2) Une mesure de travail de sortie par KFM sur matériaux III-V. Nous verrons que la résolution spatiale maximale est dépendante d'un effet de recouvrement de courbure de bandes, mis en évidence grâce à une simulation auto-cohérente du potentiel de surface.
- 3) Une technique permettant de reconstruire une cartographie de temps de vie de porteurs, grâce à l'acquisition de plusieurs images KFM sous illumination modulée en fonction de la fréquence. Cette technique a été appliquée avec succès sur une cellule solaire organique de type PBTFB-PCBM.

**Soutenance le 04 novembre 2015 à 14h00  
Grenoble**