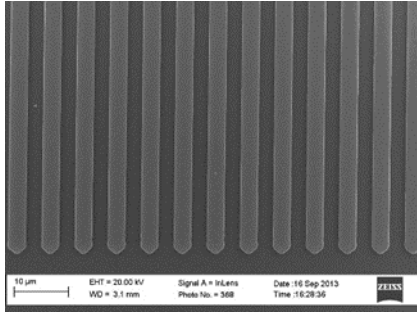


## Antennes thermiques

**Mots-clefs :** Émission thermique cohérente, phonon-polariton, plasmonique, graphène



**Porteurs du projet :** Ali Belarouci (LN2)

**Partenaire industriel :** Philippe Ben-Abdallah (LCF),  
Adrien Michon et Yvon Cordier (CRHEA).

**Période du projet :** 09/2012 – en cours



**Description du projet et contexte:** Ce projet vise à concevoir des sources thermiques cohérente et accordable dans l'infrarouge. Il s'appuie sur l'expertise en conception du LCF, l'expérience du CRHEA pour le développement de matériau polaire et du graphène, les compétences du LN2 pour la micro-nanofabrication et la caractérisation des dispositifs.

Le contrôle spectral et directionnel du rayonnement thermique émis par un corps chaud est un enjeu majeur dans de nombreux domaines technologiques. Il ouvre la voie à de nombreuses applications dans le secteur du management thermique, de la détection infrarouge, du stockage d'information (photolithographie) et de la conversion d'énergie (photovoltaïque et thermo-photovoltaïque). Les sources thermiques ont souvent été considérées comme l'exemple typique de sources incohérentes. Or, de récents travaux théoriques et expérimentaux ont montré que sur des matériaux présentant des ondes de surface (phonon-polaritons sur les cristaux polaires, plasmon-polaritons sur les métaux ou les semiconducteurs dopés) le rayonnement thermique émis se caractérise par une grande cohérence spatiale. L'ambition de cette thématique est d'accélérer et d'anticiper le développement de sources thermiques cohérentes en proposant des concepts et des dispositifs innovants de très hauts rendements. Plus précisément, nos efforts portent sur l'optimisation du comportement optique via l'utilisation de micro/nanostructures métallo-diélectriques pour renforcer l'interaction-lumière-matière (*i.e.* la photo-absorption, l'émissivité...) et d'obtenir des structures capables de rayonner dans des bandes spectrales étroites et/ou autour de certaines directions d'espace.

### Résultats remarquables et publications associées:

La première structure conçue, un réseau lamellaire de SiC (figure 1), nous a permis de mettre en place les différents outils (simulations, micro-nanofabrication et caractérisation) pour la thématique. Le diagramme de rayonnement théorique d'émission de cette source est très directif (angle d'émission proche de  $2^\circ$ ) traduisant ainsi une forte cohérence spatiale. Les mesures d'émissivité résolues spectralement et angulairement confirment les résultats théoriques.

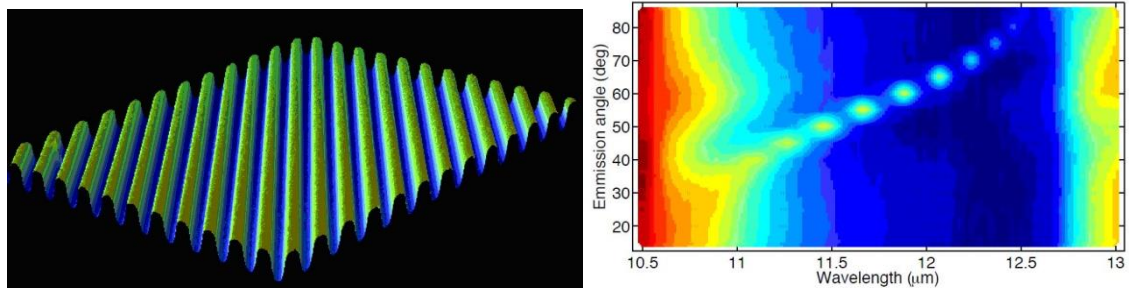


Figure 1 : image au profilomètre optique du réseau (profondeur de gravure  $\sim 300$  nm, période  $\sim 6$   $\mu\text{m}$ ) et cartographie 2D de l'émissivité avec mise en évidence du mode de surface qui se déplace dans la bande interdite lorsque l'angle d'observation augmente.

D'autres structures sont actuellement en cours de caractérisation (figure 2 : phonon-polariton localisé et bull's eye) et une étude en amont sur les propriétés d'antennes thermiques accordables via le couplage fort phonon-polariton et plasmon-polariton du graphène est en développement.

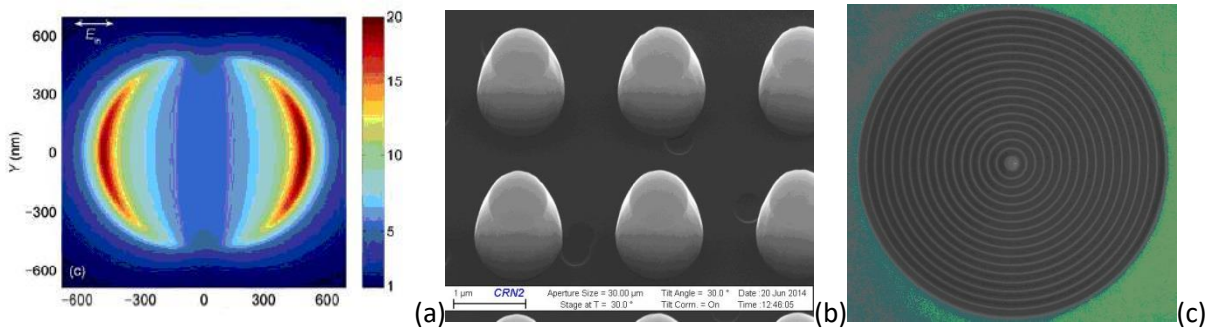


Figure 2 : (a) Cartographie de l'intensité du champ au voisinage d'un disque de SiC, (b) réseau de cône tronqué de carbure de silicium, (c) Bull's eye.

R. Messina, J.P. Hugonin, J.J. Greffet, F. Marquier, Y. De Wilde, A. Belarouci, L. Frechette, Y. Cordier, P. Ben-Abdallah, "Tuning the electromagnetic local density of states in graphene-covered systems via strong coupling with graphene plasmons," Phys. Rev. B 87, p. 085421, Feb 2013

**Financement :**

- Projet exploratoire dans le domaine énergie 2012 (CNRS-INSIS), "Near-field thermophotovoltaic conversion systems with graphene junction".