

Offre de thèse de doctorat / PhD thesis offer (english version below)

Etude expérimentale de la récupération d'énergie en en champ proche

Description du sujet de thèse

La récupération d'énergie thermique fatale et sa conversion en énergie électrique est un moyen de limiter les émissions de gaz à effet de serre. Différents moyens permettent cette conversion, en fonction de la température de la source chaude et des dimensions des installations envisagées. L'une d'elle est la conversion thermophotovoltaïque, où l'énergie thermique est récupérée par voie radiative (rayonnement thermique de la source) et la conversion se fait par voie photovoltaïque, avec des cellules dédiées dans l'infrarouge [1] (voir Figure 1).

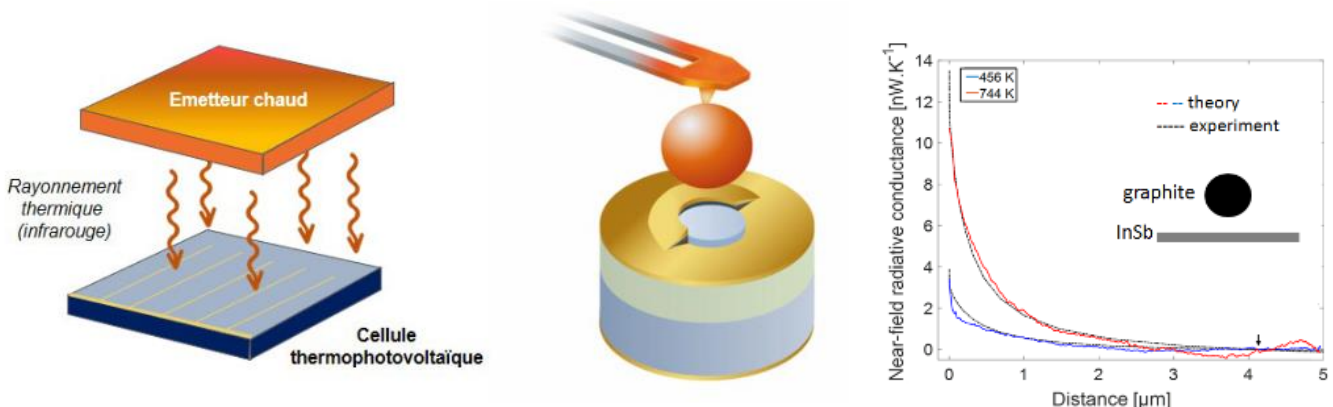
L'équipe Micro et NanoThermique (MiNT) du CETHIL a démontré théoriquement [2] puis expérimentalement que les performances des dispositifs thermophotovoltaïques sont fortement améliorées lorsque la distance entre la source radiative et la cellule photovoltaïque est diminuée pour atteindre le régime dit "en champ proche" ; ceci est dû à un effet tunnel d'ondes. Un autre point clé est d'accorder le spectre du rayonnement thermique émis par la source à celui qui peut être converti par la cellule [3,4].

Cette thèse, qui est de nature essentiellement expérimentale, consistera à développer l'expérience actuelle, basée sur la microscopie à force atomique (AFM) et où l'émetteur thermique est une microsphère, afin de démontrer les nombreux avantages du « champ proche » pour la caractérisation des matériaux et la récupération d'énergie – ainsi, le cas échéant, que la réfrigération locale.

L'une des améliorations possibles est de concevoir un convertisseur "thermophotonique", où le spectre du rayonnement émis est contrôlé électriquement comme une diode électroluminescente (LED) et n'est plus figé, contrairement au cas thermophotovoltaïque. Des expériences de rayonnement thermique en champ proche, de conversions thermophotovoltaïque et thermophotonique sont prévues.

[1] [Thermophotovoltaïque : des cellules PV pour convertir le rayonnement thermique](#), P.O. Chapuis, C. Lucchesi et R. Vaillon, Photoniques 105, 37 (2020)
 [2] [Micron-sized liquid nitrogen-cooled indium antimonide photovoltaic cell for near-field thermophotovoltaics](#), R. Vaillon, J.-P. Perez, C. Lucchesi, D. Cakiroglu, P.-O. Chapuis, T. Taliercio, E. Tournié, Optics Express 24, 347515 (2019)
 [3] [Near-field thermophotovoltaic conversion with high electrical power density and efficiency above 14%](#), C. Lucchesi, D. Cakiroglu, J.-P. Perez, T. Taliercio, E. Tournié, P.-O. Chapuis, R. Vaillon, Nano Letters 21, 4524 (2021). Version préliminaire disponible librement : [ArXiv](#).
 [4] Communiqué de presse CNRS, juin 2021 : [Convertir un rayonnement thermique en électricité : un cap franchi](#).

Figure 1. Principe de la conversion thermophotovoltaïque, implémentation en champ proche à l'aide d'une microsphère, et puissance radiative échangée en fonction de la distance..



Contexte de travail

La thèse sera réalisée dans l'équipe "Micro et NanoThermique" (MiNT) au Centre d'Energétique et de Thermique de Lyon (CETHIL), sur la campus La Doua-LyonTech à Villeurbanne. L'équipe MiNT, composée d'une quinzaine de personnes dont 5 chercheurs et enseignants-chercheurs, est notamment pionnière au niveaux européen et mondial pour la microscopie AFM thermique.

Informations complémentaires

La thèse sera réalisée dans le cadre du projet européen [TPX-Power](#) (proposition de projet intitulée WASTE-NOT) dédié à la récupération d'énergie thermique par voie radiative (thermophotonique). Le consortium implique des chercheurs finlandais, néerlandais et français. Le projet, qui a commencé en janvier 2021, est financé dans le cadre du Conseil Européen de l'Innovation (EIC) et a fait l'objet d'une brève du CNRS :

<http://www.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/europe-de-linnovation-8-projets-impliquant-le-cnrs-finances> .

Lieu de travail : Campus La Doua LyonTech

Nom du responsable scientifique : P-Olivier CHAPUIS (olivier.chapuis@insa-lyon.fr, [web](#))

Type de contrat : CDD Doctorant/Contrat doctoral (36 mois)

Date de début de la thèse : 1er octobre 2021

Merci de postuler avec un CV détaillé, une lettre de motivation, le dossier académique des 3 dernières années (notes) et d'indiquer les noms de deux références (encadrant de stage ou responsable de parcours).

PhD thesis offer (french version above)

Experimental study of energy harvesting in near-field configurations

Description of PhD thesis topic

The recovery of waste heat and its conversion into electrical energy is a means of limiting greenhouse gas emissions. Different possibilities allow this conversion, depending on the temperature of the hot source and the dimensions of the planned installations. One of them is thermophotovoltaic conversion, where thermal energy is harvested by harnessing thermal radiation from the hot source and the conversion is performed by photovoltaics, with dedicated cells in the infrared [1] (see Figure 1).

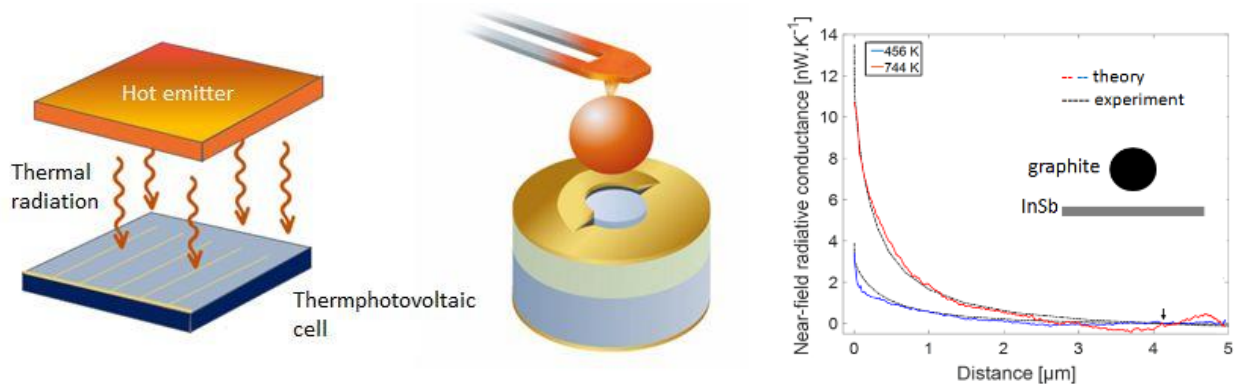
The Micro and Nanoscale Heat Transfer (MiNT) group at CETHIL has shown theoretically [2] and has recently experimentally demonstrated that the performance of thermophotovoltaic devices is greatly improved when the distance between the radiative source and the photovoltaic cell is reduced to reach the so-called 'near field' regime. One of the key points is to match the spectrum of thermal radiation emitted by the source to that which can be converted by the cell [3,4].

This PhD thesis project, which is essentially experimental, will consist in further developing the current experiment, which is based on atomic force microscopy (AFM) and a spherical emitter of micrometric size, in order to demonstrate the numerous advantages of 'near field' for materials characterization and energy harvesting – as well as its potential for local refrigeration.

One of the possible improvements is to design a "thermophotonic" converter, where the spectrum of the radiation emitted is controlled electrically like in a light-emitting diode (LED) and is no longer fixed, unlike the thermophotovoltaic case. Near-field thermal radiation experiments, near-field thermophotovoltaic and thermophotonic conversions are planned.

- [1] [Thermophotovoltaïque : des cellules PV pour convertir le rayonnement thermique](#) (in French), P.O. Chapuis, C. Lucchesi et R. Vaillon, Photoniques 105, 37 (2020). See also the [Wikipedia page](#).
- [2] [Micron-sized liquid nitrogen-cooled indium antimonide photovoltaic cell for near-field thermophotovoltaics](#), R. Vaillon, J.-P. Perez, C. Lucchesi, D. Cakiroglu, P.-O. Chapuis, T. Taliercio, E. Tournié, Optics Express 24, 347515 (2019)
- [3] [Near-field thermophotovoltaic conversion with high electrical power density and efficiency above 14%](#), C. Lucchesi, D. Cakiroglu, J.-P. Perez, T. Taliercio, E. Tournié, P.-O. Chapuis, R. Vaillon, Nano Letters 21, 4524 (2021). Early version available freely on the [ArXiv](#) preprint server.
- [4] CNRS press release, June 2021 : [Convertir un rayonnement thermique en électricité : un cap franchi](#). EN version on the CETHIL website: [Converting thermal radiation into electricity: a milestone is reached](#).

Figure 1. Principle of thermophotovoltaic conversion, implementation in the 'near field' with a microsphere, and radiative power exchanged according to the distance.



Work context

The PhD thesis will be carried out in the "Micro and Nanoscale Heat Transfer" (MiNT) team at the Centre for Energy and Thermal Science of Lyon (CETHIL), on the La Doua-LyonTech campus in Villeurbanne. The MiNT team, made up of around fifteen people including 5 permanent researchers and faculties, is a pioneer for thermal AFM microscopy at European and global levels.

Further information

The PhD thesis will be carried out within the framework of the European project [TPX-Power](#) (project proposal called WASTE-NOT) dedicated to the recovery of thermal energy by radiative means (thermophotonics). The consortium involves Finnish, Dutch and French researchers. The project, which has started in January 2021, is funded in the frame of the European innovation Council and was the subject of a CNRS news:

<http://www.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/europe-de-linnovation-8-projets-impliquant-le-cnrs-finances> .

Location: Campus La Doua LyonTech

Supervisor: P-Olivier CHAPUIS (olivier.chapuis@insa-lyon.fr, [web](#))

Type of contract: Fixed-term (CDD) PhD student contract (3 years)

Starting date of the PhD thesis: October 1, 2021

Applications should include a detailed resume, a letter of motivation, the academic file (grades) of the 3 last years, and please provide also the names of two references (head of studies, previous advisor, ...).