



Ecole Doctorale - 104

Sciences de la Matière, du Rayonnement
et de l'Environnement

ETABLISSEMENT : Université de Lille

Laboratoire(s) de Rattachement : UMET

Domaine scientifique, Spécialité : Milieux denses, matériaux et composants

Direction de thèse : JACOB Damien, damien.jacob@univ-lille.fr

Co-encadrement (personnel non HDR) : DE LA PENA Francisco, MCF,francisco.de-la-pena-manchon@univ-lille.fr.

Titre de la thèse : **MICROSCOPIE ÉLECTRONIQUE À TRANSMISSION À BALAYAGE ET PDF POUR L'ANALYSE QUANTITATIVE DES MATÉRIAUX AMORPHES SENSIBLES A L'IRRADIATION ELECTRONIQUE**

SUJET DE THESE (environ 1/2 page)

Ce projet vise à être pionnier dans le domaine de la « Nanocristallographie Quantitative » en tirant parti des capacités avancées du microscope JEM-F200 équipé d'un détecteur MEDIPIX3. L'objectif principal est de développer une méthodologie unifiée combinant la Diffraction Électronique en Précession par Balayage (SPED) avec l'analyse de la Fonction de Distribution de Paires électronique (ePDF). Cette approche novatrice permettra la cartographie simultanée de l'ordre cristallographique à longue portée (phase, orientation) et de la structure locale à courte portée (phases amorphes/désordonnées) avec une résolution nanométrique.

Le doctorant collaborera avec le groupe de recherche du Prof. Daniel Ugarte (Université de Campinas, Brésil), pionniers de la technique combinant Diffraction Électronique en Précession (PED) et ePDF, pour intégrer cette méthode dans un cadre de Microscopie Électronique en Transmission par Balayage (STEM). Le projet cible deux applications synergiques :

1. Nanoparticules Métalliques : Fournir des références structurales expérimentales pour valider les Potentiels Interatomiques par Apprentissage Automatique pour la conception de catalyseurs, en collaboration avec le Dr. Matthias Hillenkamp (Chercheur CNRS, Institut Lumière Matière, Lyon). Cela servira de banc d'essai contrôlé : la structure connue des nanoparticules métalliques permettra une validation rigoureuse de la méthode SPED-ePDF.
2. Astrominéraux : Appliquer la technique validée aux échantillons provenant des astéroïdes Ryugu et Bennu (missions Hayabusa2 et OSIRIS-REx) pour résoudre la nanostructure de la matière organique amorphe et des silicates hydratés, éclairant ainsi les conditions de formation de la matière primitive du système solaire. Cette approche progressive minimise les risques lors de la manipulation de ces échantillons irremplaçables. Le doctorant passera plusieurs mois à l'UNICAMP pour maîtriser la technique PED-ePDF et contribuera aux flux de travail développés dans la bibliothèque open-source PyXEM, assurant ainsi un large impact au sein de la communauté scientifique.

Mots-clés : Microscopie électronique à transmission, 4D STEM, fonction de distribution de paires, diffraction en précession électronique, matériaux amorphes, science des données.

Date de recrutement envisagée : Octobre 2026

Contact (adresse e-mail) : damien.jacob@univ-lille.fr, francisco.de-la-pena-manchon@univ-lille.fr.



Ecole Doctorale - 104

Sciences de la Matière, du Rayonnement
et de l'Environnement

Remarques/commentaires supplémentaires : Profil et compétences recherchées

- Un master en physique, en science des matériaux ou dans un domaine connexe.
- Un esprit analytique, une passion pour la résolution de problèmes et un vif intérêt pour l'étude des matériaux à l'échelle nanométrique.
- Maîtrise du codage en Python, associée à un solide enthousiasme pour l'analyse des données scientifiques.
- Excellentes compétences en communication et capacité à travailler en collaboration au sein d'une équipe interdisciplinaire.
- Maîtrise de l'anglais parlé et écrit.

Toute candidature devra être accompagnée des bulletins de notes ainsi que du classement en M1 et M2, d'un CV et d'une lettre de motivation.



Ecole Doctorale - 104

Sciences de la Matière, du Rayonnement
et de l'Environnement

ESTABLISHMENT : University of Lille

Laboratory(ies) of affiliation: UMET

Scientific field, Speciality: Dense media, materials and components

Thesis director: JACOB Damien, Pr, damien.jacob@univ-lille.fr

Co-supervisor (non HDR): DE LA PENA Francisco, MCF, francisco.de-la-pena-manchon@univ-lille.fr.

Title of the thesis: SCANNING TRANSMISSION ELECTRON MICROSCOPY AND PDF FOR THE QUANTITATIVE ANALYSIS OF AMORPHOUS MATERIALS SENSITIVE TO ELECTRON IRRADIATION

THESIS SUBJECT

This project aims to pioneer the field of 'Quantitative Nanocrystallography' by utilising the advanced capabilities of the JEM-F200 microscope equipped with a MEDIPIX3 detector. The main objective is to develop a unified methodology combining Scanning Precession Electron Diffraction (SPED) with Electron Pair Distribution Function (ePDF) analysis. This innovative approach will enable the simultaneous mapping of long-range crystallographic order (phase, orientation) and short-range local structure (amorphous/disordered phases) with nanometre resolution.

The PhD student will collaborate with Prof. Daniel Ugarte's research group (University of Campinas, Brazil), pioneers of the technique combining Precession Electron Diffraction (PED) and ePDF, to integrate this method into a Scanning Transmission Electron Microscopy (STEM) framework. The project focuses on two synergistic applications:

1. **Metallic Nanoparticles:** To provide experimental structural references for validating interatomic potentials using machine learning for catalyst design, in collaboration with Dr Matthias Hillenkamp (CNRS Researcher, Institut Lumière Matière, Lyon). This will serve as a controlled test bed: the known structure of the metal nanoparticles will enable rigorous validation of the SPED-ePDF method.
2. **Astrominerals:** Apply the validated technique to samples from the asteroids Ryugu and Bennu (Hayabusa2 and OSIRIS-REx missions) to characterise the nanostructure of amorphous organic matter and hydrated silicates, thereby shedding light on the conditions under which the primordial matter of the Solar System formed. This step-by-step approach minimises the risks involved in handling these unvaluable samples.

The PhD student will spend several months at UNICAMP to master the PED-ePDF technique and will contribute to the workflows developed in the open-source PyXEM library, thereby ensuring a significant impact within the scientific community.

Key Words : Transmission Electron Microscopy, 4D STEM, pair distribution function, precession electron diffraction , amorphous materials, data sciences

Expected date of recruitment: Octobre 2026

Contacts : damien.jacob@univ-lille.fr, francisco.de-la-pena-manchon@univ-lille.fr.



Ecole Doctorale - 104

Sciences de la Matière, du Rayonnement
et de l'Environnement

Additional remarks/comments: Profile and skills

- A master's degree in Physics, Materials Science, or a related field.
- An analytical mindset with a passion for problem-solving and a keen interest in the study of materials at the nanoscale.
- Coding proficiency in Python coupled with a robust enthusiasm for scientific data analysis.
- Excellent communication skills and the ability to work collaboratively in an interdisciplinary team.
- Fluency in both spoken and written English.

All applications must include: academic transcripts, class rankings from the first and second years of the Master's program (M1 and M2), a detailed CV, and a cover letter.