

Post-doctorat en sciences des matériaux

(english version below)

Dans le cadre de ses activités sur l'économie des matières critiques, le CEA met en place un procédé de synthèse de nanomatériaux permettant l'élaboration de particules magnétiques à base de fer destinées à remplacer certains métaux critiques ou terres rares.

Ce procédé de synthèse en phase gaz, la spray pyrolyse en flamme ou FSP, repose sur la décomposition par une flamme de combustion d'un précurseur liquide introduit sous forme de spray au sein de la flamme. Les particules primaires sont alors formées par nucléation et croissance en phase gazeuse, puis s'agglomèrent dans l'aérosol avant d'être collectées en voie sèche sur des filtres. Lorsque la mise en forme de ces nanopoudres pour la réalisation d'un dispositif nécessite la réalisation d'une encre (suspension de nanoparticules dans un solvant), plusieurs étapes de post-traitement sont nécessaires afin de briser les agglomérats de poudres sèches, aboutir si possible à une dispersion à l'échelle des particules primaires, et stabiliser les suspensions. Pour finir, des mesures de la distribution de taille des nanoparticules dans la suspension doivent être réalisées afin de s'assurer de la qualité de la dispersion.

L'enchaînement de ces différentes étapes (expériences de synthèse essai/erreur pour obtenir les matériaux désirés, préparation des encres, caractérisation de la dispersion) entraîne des temps de mise au point de nouveaux matériaux particulièrement longs. Dans le cadre du PEPR Diadem, dédié à l'accélération du développement de matériaux innovants, le CEA met en place une plateforme de FSP instrumentée d'une spectroscopie LIBS in situ (projet ciblé FastNano) et interprétée en temps réel par intelligence artificielle (IA) qui permettra de connaître en continu la composition des nanoparticules en fonction des paramètres de synthèse utilisés, économisant ainsi de nombreuses expériences de synthèse en mode essai/erreur avec caractérisations a posteriori.

Pour aller plus loin, le CEA propose ce sujet de postdoctorat portant sur la mise en place d'un système de tri en taille des nanoparticules dans la FSP permettant de collecter ces dernières directement sous forme de suspension afin de s'affranchir des étapes de post-traitement pour la préparation des encres. A cette première partie de l'étude s'ajoute l'utilisation d'un capteur magnétique, permettant de déterminer l'histogramme des moments magnétiques dans une suspension, pour la mesure des distributions de tailles des nanoparticules dans les encres. Si ce système s'avérait pertinent pour cette application, il permettrait de gagner énormément de temps par rapport aux systèmes d'analyse de distribution de taille conventionnels.

Cette étude sera réalisée en collaboration entre des laboratoires du CEA situés sur le plateau de Saclay (NIMBE/LEEL et NIMBE/LEDNA, spécialistes de FSP et caractérisations in situ; SPEC/LNO, spécialiste des caractérisations magnétiques) et à Grenoble (LITEN/DTNM/LMCM, spécialiste des couches et encres magnétiques). Le poste, d'une durée initiale de 12 mois, sera basé à Saclay (LEEL).

Le profil recherché est celui d'un(e) jeune docteur en sciences des matériaux ayant une très forte appétence pour la recherche expérimentale. La soutenance de la thèse devra avoir eu lieu après janvier 2021. Une expérience préalable en synthèse et caractérisation de nanoparticules ou en procédés de type CVD serait appréciable, tout comme des connaissances en magnétisme ou en spectroscopie LIBS. Enfin, des connaissances en IA seraient un plus mais ne sont pas obligatoires.

Personne à contacter : yann.leconte@cea.fr

Post-doctorate in materials science

As part of its activities on the economy of critical materials, the CEA is setting up a process for synthesizing nanomaterials allowing the development of iron-based magnetic particles intended to replace certain critical metals or rare earths.

This gas-phase synthesis process, flame spray pyrolysis or FSP, is based on the decomposition by a combustion flame of a liquid precursor introduced in the form of a spray into the flame. The primary particles are then formed by nucleation and growth in the gas phase, then agglomerate in the aerosol before being collected in the dry process on filters. When the shaping of these nanopowders for the production of a device requires the production of an ink (suspension of nanoparticles in a solvent), several post-treatment steps are necessary in order to break up the agglomerates of dry powders, to succeed if possible to a dispersion on the scale of the primary particles, and to stabilize the suspensions. Finally, measurements of the size distribution of the nanoparticles in the suspension must be carried out in order to ensure the quality of the dispersion.

The sequence of these different steps (trial/error synthesis experiments to obtain the desired materials, preparation of the inks, characterization of the dispersion) leads to particularly long development times for new materials. As part of the PEPR Diadem, dedicated to accelerating the development of innovative materials, the CEA is setting up an FSP platform instrumented with in situ LIBS spectroscopy (targeted FastNano project) and interpreted in real time by artificial intelligence (AI) which will make it possible to continuously know the composition of the nanoparticles according to the synthesis parameters used, thus saving numerous synthesis experiments in trial/error mode with a posteriori characterizations.

To go further, the CEA proposes this postdoctoral subject relating to the implementation of a system for sorting the size of nanoparticles in the FSP allowing them to be collected directly in the form of a suspension in order to avoid post-processing steps. -treatment for the preparation of inks. To this first part of the study is added the use of a magnetic sensor, making it possible to determine the histogram of the magnetic moments in a suspension, for the measurement of the size distributions of the nanoparticles in the inks. If this system proves to be relevant for this application, it would save a lot of time compared to conventional size distribution analysis systems.

This study will be carried out in collaboration between CEA laboratories located on the Saclay plateau (NIMBE/LEEL and NIMBE/LEDNA, specialists in FSP and in situ characterizations; SPEC/LNO, specialist in magnetic characterizations) and in Grenoble (LITEN/DTNM /LMCM, specialist in layers and magnetic inks). The position, for an initial period of 12 months, will be based in Saclay (LEEL).

The profile sought is that of a young doctor in materials science with a very strong appetite for experimental research. The defense of the thesis must have taken place after January 2021. Prior experience in the synthesis and characterization of nanoparticles or in CVD-type processes would be appreciated, as would knowledge of magnetism or LIBS spectroscopy. Finally, knowledge of AI would be a plus but is not mandatory.

Contact person: yann.leconte@cea.fr