

ComPRéhension des interactions plasma-liquide lors de la formation d'Oxydes de fer : explorant le potentiel du MET en milieu liquide - PROMET

Durée du contrat : 12 mois

Date de début : janvier 2023

Description du sujet

Les nanomatériaux à base de fer, formés par un procédé mettant en œuvre les interactions plasma-liquide (PLI) représentent une option intéressante pour le traitement d'eaux polluées avec de l'arsenic inorganique.

Le projet PROMET vise à avancer dans la compréhension de la formation de nanostructures métalliques (NPs) à base de fer avec des décharges électriques générées dans une solution aqueuse du précurseur métallique.

Nous nous proposons d'utiliser une approche par analogie, entre les phénomènes/processus présents dans la radiolyse de l'eau et le procédé PLI. Plus particulièrement, le projet s'articulera autour de la compréhension des effets cinétiques et thermodynamiques qui dictent la nucléation-croissance des particules d'oxyde de fer par radiolyse. La microscopie électronique en transmission en milieu liquide (MET liquide) est une technique de choix pour répondre à ce défi. Cette technique permet d'exploiter les performances d'imagerie et d'analyses (EDX / EELS) du MET pour étudier une fine couche de liquide (< 500 nm) de composition et température contrôlée, qui est confinée entre deux membranes de nitrure de silicium.

Lorsque le faisceau d'électrons d'un MET interagit avec un échantillon liquide, des processus de radiolyse produisent des espèces moléculaires et radicalaires qui modifient la chimie de la solution dans la zone irradiée. Dans l'eau par exemple, les électrons aqueux produits par radiolyse peuvent réduire les précurseurs métalliques et activer la nucléation et la croissance de NPs métalliques. De la même façon, d'autres produits de la radiolyse (radicaux hydroxyles) peuvent engendrer des réactions oxydantes menant à la formation d'oxydes métalliques. Il est important de noter que la concentration des produits radiolytiques dépend du flux de dose d'électrons, un paramètre qui peut être réglé avec précision dans un MET.

Il s'agira donc d'exploiter cette dépendance pour contrôler la force motrice de la synthèse des NP in situ et ainsi visualiser directement à l'échelle atomique les effets de la vitesse de croissance sur la taille, forme, composition ou structure des NPs.

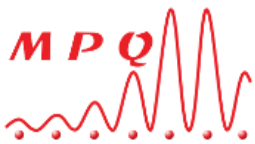
Activités

Les activités à réaliser, essentiellement expérimentales, s'articuleront autour des objectifs du projet, ce qui amène à une approche méthodologique en deux tâches:

1. Caractérisation des particules à base de fer déjà obtenues par PLI : SEM/TEM/DRX/FTIR des particules déjà obtenues avec le procédé PLI.
2. Compréhension de la nucléation des particules par radiolyse - contrôle de la taille et de la structure des nanoparticules obtenues. Il s'agira d'identifier les mécanismes physiques et chimiques mis en jeu en fonction :
 - a. des conditions locales de la radiation : dose, débit de dose;



Laboratoire des Sciences
des Procédés et des Matériaux



Laboratoire Matériaux et
Phénomènes Quantiques

- b. des propriétés physico chimiques de la solution : conductivité, pH, composition, température
- c. effet de la présence d'autres composés : scavengers radicaux/ (e_{aq}^-) ; agents de fonctionnalisation.

Compétences

Le candidat (H/F) doit être titulaire d'un doctorat dans un domaine expérimental pertinent des sciences des matériaux: physique/chimie du solide, synthèse, chimie des solutions, matériaux et irradiation. Il/elle devra faire preuve d'initiative et de créativité, ainsi que de compétences et connaissances appropriées, nécessaires pour atteindre les objectifs du projet.

Le candidat (H/F) doit impérativement avoir une expérience dans les techniques de microscopie électronique. Une connaissance en microscopie liquide serait un atout considérable.

Contexte de travail

Le travail sera effectué en partie dans l'équipe « Microscopie Electronique Avancée et Nano-Structures (MeANS) » du laboratoire Matériaux et Phénomènes Quantiques (MPQ), et en partie dans l'équipe "Procédés Plasma Polyphasiques pour l'Environnement - 3PE" du Laboratoire des Sciences des Matériaux et des Procédés (LSPM). Le travail sera supervisé par Damien Alloyeau, DR CNRS et Arlette Vega, IR CNRS.

Ce projet de recherche bénéficie d'un financement du LABEX SEAM (Science and Engineering for Advanced Materials and devices).

Informations complémentaires

Le candidat doit avoir une forte motivation pour le travail expérimental (obtention, synthèse et analyse des données) et de solides compétences organisationnelles.

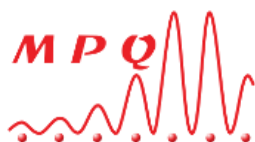
La candidature doit inclure un CV détaillé et une lettre de motivation.

Date limite de dépôt des candidatures : 30 septembre 2022

Contacts: Arlette Vega (vega@lspm.cnrs.fr) et Damien Alloyeau (damien.alloyeau@u-paris.fr)



Laboratoire des Sciences
des Procédés et des Matériaux



Laboratoire Matériaux et
Phénomènes Quantiques



Post- Doc position

Understanding plasma-liquid interactions during the formation of iron oxides: exploring the potential of liquid TEM

Duration of the contract: 12 months

Starting date: January 2023

Description of the topic

Iron-based nanomaterials formed by a process using plasma-liquid interactions (PLI) represent an interesting option for the treatment of inorganic arsenic polluted water polluted.

This project aims to move forwards in understanding the iron-based metallic nanostructures (NPs) formation when working with electric discharges generated in an aqueous solution of the metallic precursor.

We intend to use an analogy-based approach, between the phenomena/processes present in water radiolysis and the PLI process. More specifically, the project will focus on understanding the kinetic and thermodynamic effects that dictate the nucleation-growth of iron oxide particles by radiolysis. Liquid transmission electron microscopy (liquid TEM) is a technique of choice to address this challenge. This technique exploits the imaging and analysis (EDX / EELS) performances of TEM to study a thin liquid layer (< 500 nm) of controlled composition and temperature, which is confined between two silicon nitride membranes.

When the electron beam of a TEM interacts with a liquid sample, radiolysis processes produce molecular and radical species that alter the solution chemistry in the irradiated area. For example, aqueous electrons produced by radiolysis in water can reduce metal precursors and activate the nucleation and growth of metal NPs. Similarly, other products of radiolysis (hydroxyl radicals) can generate oxidizing reactions leading to the formation of metal oxides. It is worth noting that the concentration of radiolytic products depends on the electron dose flux, a parameter that can be precisely controlled in the TEM.

The work will thus be to capitalize on this dependence to control the driving force of NPs synthesis in situ, and thus to visualize directly, at the atomic scale, the effects of the growth rate on the size, shape, composition or structure of the NPs.

Activities

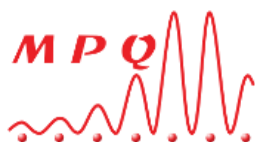
The activities to be carried out, essentially experimental, will be articulated around the objectives of the project, which leads to a methodological approach in two tasks:

1. Characterization of the synthesized iron-based particles: SEM/TEM/DRX/FTIR of particles already obtained with the PLI process ;
2. Understanding the particles nucleation by radiolysis - control of the size and structure of the obtained nanoparticles. The aim is to identify the physical and chemical mechanisms involved according to :
 - a. local radiation conditions: dose, dose rate;
 - b. the physical and chemical properties of the solution: conductivity, pH, composition, temperature ;
 - c. effect of the presence of other compounds: radical scavengers / (e_{aq}^-), functionalizing agents./(e_{aq}^-).

Skills



Laboratoire des Sciences
des Procédés et des Matériaux



Laboratoire Matériaux et
Phénomènes Quantiques



The candidate (F/M) must hold a Ph.D. in a relevant experimental area of materials science: solid state physics/chemistry, synthesis, solution chemistry, materials and irradiation. He/she will be expected to show initiative and creativity, as well as the appropriate skills and knowledge necessary to achieve the project objectives.

The candidate (M/F) must have experience in electron microscopy techniques. Knowledge in liquid microscopy would be a considerable asset.

Working environment

The work will be done partially in the team « Microscopie Electronique Avancée et Nano-Structures (MeANS) » of the Matériaux et Phénomènes Quantiques (MPQ) laboratory, and partially in the team "Procédés Plasma Polyphasiques pour l'Environnement - 3PE" of the Laboratoire des Sciences des Matériaux et des Procédés (LSPM). The work will be supervised by Damien Alloyeau, DR CNRS and Arlette Vega, IR CNRS.

This research project is funded by LABEX SEAM (Science and Engineering for Advanced Materials and devices).

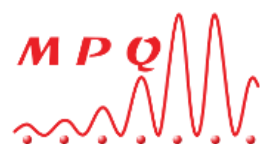
Additional information

The candidate must have a strong motivation for experimental work (obtaining, synthesizing and analyzing data) and strong organizational skills.

The application must include a detailed CV and a cover letter.

Application deadline: September 30, 2022

Contact: Arlette Vega (vega@lspm.cnrs.fr) et Damien Alloyeau (damien.alloyeau@u-paris.fr)



Laboratoire Matériaux et
Phénomènes Quantiques