

## Offre de thèse à l'Institut des Sciences Chimiques de Rennes.

**Durée** : 36 mois – **Démarrage** : 1<sup>er</sup> octobre 2022

Mots clés : fonctionnalisation de surface, nanoparticules, électrocatalyse, plasmons

### **Convertir O<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub> en énergie « verte »: booster des nanomatériaux hybrides en couplant électrocatalyse et plasmonique**

Développer des technologies de conversion d'énergie propres, sûres, efficaces et durables est un des grands enjeux actuels. Les petites molécules telles que O<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub> sont abondantes et disponibles. Elles peuvent être une source d'énergie attractive et durable pour peu que l'on puisse convertir facilement l'énergie chimique stockée en énergie électrique. Dans ce contexte, la voie électrochimique permettant la réduction de O<sub>2</sub> (ORR) ou CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>RR) en milieu aqueux est tout à fait pertinente mais nécessite des matériaux catalytiques performants, en termes de i) sélectivité, ii) efficacité, iii) durabilité.

Nous avons démontré au laboratoire que des nanoparticules métalliques (or, argent, platine) fonctionnalisées par une monocouche de ligands organiques présentant une cavité moléculaire offraient des performances améliorées vis-à-vis de l'ORR, notamment en termes de sélectivité et de durabilité. La couche organique induit une modulation de la réactivité interfaciale bénéfique à la sélectivité de la réaction tout en augmentant la stabilité du catalyseur (*Adv. Mat. Interf.* 2020 DOI 10.1002/admi.202001557, *ChemElectroChem*, 2020, DOI 10.1002/celec.202000132). L'objectif de cette thèse sera d'accroître encore l'efficacité et la sélectivité, notamment en ce qui concerne plus spécifiquement la réduction du CO<sub>2</sub>, un enjeu actuel fort dans le domaine. Outre le design (supra)moléculaire spécifique des matériaux nanohybrides, il s'agira de tirer profit des propriétés plasmoniques intrinsèques des nanoparticules (or, argent, cuivre) en les couplant avec leurs propriétés électrocatalytiques. Nous chercherons donc à évaluer le potentiel de cette approche synergique plasmons/électrocatalyse, qui a récemment émergé dans la littérature (*Adv. Mat.* 2020, doi.org/10.1002/adma.202000086).

Les travaux seront menés à l'Institut des Sciences Chimiques de Rennes dans le cadre d'un projet collaboratif soutenue par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR 2021 MARCEL). Les nanoparticules seront synthétisées et caractérisées au laboratoire en combinant diverses techniques (spectroscopies vibrationnelles (IR, Raman), électronique (UV-Vis) de photoémission RX (XPS), microscopies électroniques (MEB et MET), ATG, etc). Les performances électrocatalytiques seront évaluées par les méthodes électrochimiques de l'état de l'art (voltamétrie RDE ou RRDE) ou par microscopie électrochimique (SECM). Des techniques complémentaires (chromatographie gaz) seront également mises en œuvre pour identifier les produits formés.

#### **Compétences attendues**

Le ou la doctorant.e recruté.e sera en charge de synthétiser, caractériser les nanomatériaux catalytiques et d'évaluer leurs performances vis-à-vis des réactions électrochimiques ciblées. Il ou elle devra également analyser les résultats, les mettre en forme et se tenir au courant de la bibliographie.

Le ou la candidat.e (titulaire d'un master 2) doit posséder de bonnes connaissances dans au moins l'une des disciplines suivantes : électrochimie, physico-chimie des surfaces, synthèse de nano-objets.

**Financement : contrat CDD CNRS (36 mois), salaire brut mensuel 2135 € (net 1715 €)**

Les candidat.e.s intéressé.e.s devront envoyer un CV + lettre de motivation **avant le 15 juin 2022**.

#### **Contact pour tout renseignement**

**Corinne Lagrost** [corinne.lagrost@univ-rennes1.fr](mailto:corinne.lagrost@univ-rennes1.fr),

**Yann Leroux** [yann.leroux@univ-rennes1.fr](mailto:yann.leroux@univ-rennes1.fr)



Sciences Chimiques de Rennes, Université de Rennes 1- CNRS, UMR 6226  
Equipe MaCSE

Campus de Beaulieu-Bât.10C-ave du Gal Leclerc-35042 Rennes, France



## Ph D position at Institut des Sciences Chimiques de Rennes.

**Duration** 3 years – Starting Octobre, 1<sup>st</sup>, 2022

**Keywords:** surface functionalization, nanoparticles, electrocatalysis, plasmonics

### **O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> as sustainable energy sources: to boost the performances of hybrid nanomaterials by coupling electrocatalysis and plasmonics**

The activation of O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> through electrochemical reduction (ORR and CO<sub>2</sub>RR) is highly promising for developing sustainable and alternative energy conversion technologies. The electrochemical reduction of these abundant feedstock requires strong electrocatalysts in terms of i) efficiency, ii) selectivity and iii) durability.

We have recently demonstrated that metallic nanoparticles (Au, Ag, Pt) functionalized with a covalently-bound monolayer of molecular cavities exhibit better performances toward ORR and MOR as nanocatalysts, with, notably, better selectivity and durability. The immobilized organic ligands allow a tuning of the interfacial reactivity which has positive impact on the selectivity of the reaction while increasing the stability of the catalysts under operation (*Adv. Mat. Interf.* 2020 DOI 10.1002/admi.202001557, *ChemElectroChem*, 2020, DOI 10.1002/celec.202000132).

The goals of this PhD project will be to even enhance the efficiency and selectivity of the target reactions, namely concerning the CO<sub>2</sub>RR reaction which is highly challenging nowadays. In addition to a specific design of the organic cavities inspired from metalloenzymes for the development of nanohybrid catalysts, we will also take benefit from the properties of the nanoparticles (Ag, Au, Cu) by coupling electrocatalysis with plasmonics. We will then evaluate the synergy of such an approach through a plasmon-mediated electrocatalysis (*Adv. Mat.* 2020, doi.org/10.1002/adma.202000086).

The research work will be run at Institut des Sciences Chimiques de Rennes in the framework of a collaborative project funded by the french national research agency (project MARCEL, ANR 2021). The nanomaterials will be synthesized and characterized in the host laboratory by employing a combination of available techniques (IR, Raman, XPS spectroscopies, SEM, TEM, ATG, etc). The electrochemical performances will be evaluated by using the state-of-the-art techniques (RDE, RRDE) and electrochemical microscopy (SECM). Complementary techniques such as gas chromatography will help in the products identification. All facilities are available in the host laboratory.

#### **Required skills**

The recruited PhD will be in charge of the preparation, characterization of the hybrid nanoparticles and of the evaluation of their electrochemical performances toward ORR and CO<sub>2</sub>RR. The recruited PhD will analyze the data and will monitor bibliographic literature.

The applicant should complete or hold a Master's degree. The candidate should be enthusiastic and has interest in at least one of the following fields: electrochemistry, physical chemistry of surfaces, synthesis and characterization of nano-objects.

**Funding** : 36-months contract from CNRS (french scientific research organism) with gross monthly salary of 2135 € (netto 1715 €).

Interested applicants are invited to send a CV and a letter of motivation **before June, 15, 2022.**

#### **Contact**

**Corinne Lagrost** [corinne.lagrost@univ-rennes1.fr](mailto:corinne.lagrost@univ-rennes1.fr)

**Yann Leroux** [yann.leroux@univ-rennes1.fr](mailto:yann.leroux@univ-rennes1.fr)



Sciences Chimiques de Rennes, Université de Rennes 1- CNRS, UMR 6226  
Equipe MaCSE

Campus de Beaulieu-Bât.10C-ave du Gal Leclerc-35042 Rennes, France

