



Ecole Doctorale - 104

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

EDSMRE

ETABLISSEMENT : Université de Lille

Laboratoire(s) de Rattachement : Unité de Catalyse et Chimie du Solide (UCCS)

Domaine scientifique, Spécialité : Chimie physique, analytique et théorique – Electrocatalyse

Direction de thèse : Carole Lamonier

Co-direction : Thibault Rafaïdeen

Titre de la thèse : Synthèse de nanomatériaux pour la production d'hydrogène dans des systèmes d'électrolyse de l'eau assistée par ammoniacque.

SUJET DE THESE

L'utilisation d'hydrogène comme vecteur énergétique est un des leviers d'actions reconnus pour décarboner nos sociétés. Sa production par électrolyse de l'eau à partir d'électricité provenant d'énergies renouvelables est peu émettrice de gaz à effet de serre et permet d'obtenir de l'hydrogène bas-carbone. L'énergie nécessaire pour produire cet hydrogène est imposée par la contre-réaction, le dégagement d'oxygène, qui impose une valeur théorique minimale de 1,23 V de tension de cellule. Cette énergie peut être diminuée en ajoutant un réactif favorisant une réaction à l'anode plus énergétiquement favorable que le dégagement d'oxygène. L'avantage de cette approche étant non seulement de diminuer la tension de cellule, mais aussi de produire des composés d'oxydation à plus haute valeur ajoutée que le dioxygène. Cette approche a été étudiée depuis une décennie, notamment avec l'ajout de sucre (glucose et xylose) pour des systèmes de production d'hydrogène dans des bioraffineries. L'électrolyse assistée de l'eau de mer a, quant à elle, été peu étudiée, mais pourrait permettre d'éviter la dégradation des électrodes et des membranes. L'électrolyse assistée par ammoniacque offre une solution pour freiner l'interaction des ions chlorures à la surface de l'anode interagissant préférentiellement avec l'ammoniacque. L'utilisation d'ammoniacque permettrait aussi une diminution de l'énergie nécessaire pour la production d'hydrogène tout en protégeant les électrodes de la corrosion due aux ions chlorures, améliorant ainsi la stabilité du système. Cependant, afin que le système soit vertueux, il est nécessaire de mener l'oxydation de l'ammoniacque de façon sélective vers la production de diazote.

L'objectif de la thèse est de développer différents électro-catalyseurs pour l'oxydation de l'ammoniacque dans un système d'électrolyse d'eau de mer. Ces matériaux seront synthétisés par la ou le candidat.e recruté.e grâce à des méthodes répondant aux principes de la chimie verte et seront à base d'éléments considérés comme non-critiques par l'Union Européenne. Il ou elle devra caractériser ces matériaux par des méthodes physico-chimiques et comprendre les différents mécanismes de l'électro-oxydation de l'ammoniacque à l'interface de ces matériaux en présence de l'eau ou de l'eau de mer grâce à des méthodes d'analyses électrochimique *in-situ* ou *operando*.



Ecole Doctorale - 104

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

Date de recrutement envisagée : 1 septembre 2026

Contact (adresse e-mail) : thibault.rafaideen@univ-lille.fr

Remarques/commentaires supplémentaires :

Le poste sur lequel vous candidatez est susceptible d'être situé dans une « zone à régime restrictif » au sens de l'article R. 413-5-1 du code pénal. Si tel est le cas, votre nomination et/ou votre affectation ne pourront intervenir qu'après autorisation d'accès délivrée par le chef d'établissement, conformément aux dispositions de l'article 20-4 du décret n°84-431 du 6 juin 1984.



Ecole Doctorale - 104

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

INSTITUTION: University of Lille

Laboratory(s) to which they are attached : Unité de Catalyse et Chimie du Solide (UCCS)

Scientific field, Specialty : Physical, analytical and theoretical chemistry – Electrocatalysis

Thesis supervision : Carole Lamonier

Co-supervision : Thibault Rafaideen

Thesis title: Synthesis of nanomaterials for hydrogen production in ammonia-assisted water electrolysis systems.

THESIS SUBJECT

The use of hydrogen as an energy carrier is a recognized lever for decarbonizing our societies. Its production by water electrolysis using electricity from renewable energy sources generates few greenhouse gas emissions and produces low-carbon hydrogen. The energy required to produce this hydrogen is dictated by the counter-reaction, the release of oxygen, which imposes a minimum theoretical cell voltage of 1.23 V. This energy can be reduced by adding a reagent that promotes a more energetically favorable reaction at the anode than oxygen release. The advantage of this approach is not only to lower the cell voltage but also to produce oxidation compounds with higher added value than dioxygen. This approach has been studied for a decade, particularly with the addition of sugars (glucose and xylose) for hydrogen production systems in biorefineries. Seawater-assisted electrolysis, on the other hand, has been little studied, but could prevent electrode and membrane degradation. Ammonia-assisted electrolysis offers a solution to mitigate the interaction of chloride ions at the anode surface, which preferentially interact with ammonia. The use of ammonia would also reduce the energy required for hydrogen production while protecting the electrodes from chloride ion corrosion, thus improving system stability. However, for the system to be efficient, the ammonia oxidation must be selectively directed towards nitrogen production.

The aim of this thesis is to develop various electrocatalysts for ammonia oxidation in a seawater electrolysis system. These materials will be synthesized by the recruited candidate using methods adhering to the principles of green chemistry and will be based on elements considered non-critical by the European Union. The candidate will be required to characterize these materials using physicochemical methods and understand the different mechanisms of ammonia electro-oxidation at the interface of these materials in the presence of water or seawater, using in-situ or operando electrochemical analysis methods.

Planned recruitment date: 1 september 2026

Contact (email address) : thibault.rafaideen@univ-lille.fr

Additional Notes/Comments:





Ecole Doctorale - 104

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

The position for which you are applying is likely to be located in a "restricted area" within the meaning of article R. 413-5-1 of the penal code. If this is the case, your appointment and/or assignment can only take place after access authorization has been issued by the head of the institution, in accordance with the provisions of article 20-4 of decree n°84-431 of June 6, 1984.