

Institut de Chimie de Clermont-Ferrand

ICCF - UMR 6296



Thèse : Matériaux photocatalytiques à effet plasmoniques pour la conversion du CO₂

Directeur.rice de thèse : Pierre Bonnet et Angélique Bousquet

Lieu : Institut de Chimie de Clermont-Ferrand, Equipe Matériaux Inorganiques

Le CO₂ est un gaz à effet de serre bien commun. Sa concentration moyenne dans l'atmosphère a augmenté fortement, passant de 172 à 330 ppm avant l'ère pré-industrielle à près de 419.47 ppm en février 2023 d'après NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), participant ainsi au réchauffement climatique mondial. Par ailleurs, la dépendance de la France à l'importation de carburant fossile d'autres pays pourrait être réduite grâce à une production de carburants synthétiques « verts » à partir de CO₂. Dans le cadre d'un projet collaboratif commun (PEPR SPLEEN), l'ICPEES (Strasbourg), l'IFPEN (Solaize) et l'ICCF (Clermont-Ferrand) travaillent ensemble pour renforcer, grâce à l'ingénierie de plasmons, l'activité de matériaux photocatalytiques capables de convertir le CO₂ en molécules d'intérêt telles que CO et CH₄. Pour être efficace, la conversion du CO₂ doit être envisagée là où sa concentration est la plus importante et en phase gazeuse. Pour une industrialisation, un rendement énergétique de 10% doit être atteint, ce qui est encore loin d'être actuellement le cas. Pour augmenter drastiquement les efficacités actuelles, de nouveaux concepts sont explorés comme celui de combiner des photocatalyseurs avec des nanoparticules métalliques présentant des effets plasmoniques. L'équipe de l'ICCF cherche plus particulièrement à orienter la conversion du CO₂ vers la molécule CO qui est une molécule clefs pour la synthèse de nombreux produits de l'industrie chimique : méthanol, acide acétique, aldéhydes... Elle peut aussi être convertie en « syngas » (= gaz de synthèse) par le procédé Fisher-Tropsch.

L'objectif de cette thèse sera donc d'étudier la nanostructuration de photocatalyseurs et leurs imprégnations par des nanoparticules métalliques présentant un effet plasmonique. Des associations de type oxy(-fluorures) de Bismuth / Bismuth métallique, orientant vers le CO et déjà étudiés au laboratoire, seront tout d'abord étudiés. Ensuite, d'autres systèmes constitués d'autres éléments métalliques tels les composés à bases d'étain/étain métalliques sont envisagés. Pour

 Chimie 5 - 24, avenue Blaise Pascal, TSA 60026 CS 60026, 63178 AUBIERE Cedex – France

 : (33) 04 73 40 53 72 -  : (33) 04 73 40 79.33

 : angelique.bousquet@uca.fr et pierre.m.bonnet@uca.fr  <https://iccf.uca.fr>

Institut de Chimie de Clermont-Ferrand

ICCF - UMR 6296



cela, différentes voies de synthèse et de mise en forme (méthode hydrothermale, électrospinning...) seront testées afin de nanostructurer à façon les photocatalyseurs. Parallèlement, les nanoparticules métalliques seront obtenues par des méthodes physiques de pulvérisation dans un liquide ionique, d'ablation laser ou par synthèses chimiques. Une attention particulière sera portée au contrôle de leur taille et de leur forme ainsi qu'à leur dispersion sur le photocatalyseur. Le ou la doctorante aura en charge les différentes voies de synthèse, ainsi que les caractérisations associées afin d'étudier le photocatalyseur et les nanoparticules seuls, puis les mélanges obtenus. La nature des matériaux formés sera étudiée entre autres par DRX, les spectroscopies IR et Raman, XPS, etc. ; la nanostructuration et l'organisation des matériaux sera étudiée en particulier par imageries électroniques MEB et MET. Les propriétés optiques seront analysées par spectroscopie UV-visible, tandis que les performances de photo-conversion du CO₂ seront évaluées à l'IFPEN, tant en termes de rendement que de sélectivité. La modélisation des mécanismes photocatalytiques pourra être réalisée en collaboration.

Le/la candidat.e à cette thèse devra avoir une formation en sciences de matériaux ou en chimie des matériaux (master ou diplôme d'ingénieur). Il/Elle devra être autonome et curieux.se afin d'aborder les différents aspects de ce projet (grande variété de voies de synthèse, des caractérisations de matériaux et de l'évaluation des propriétés) et de travailler en interaction avec les différentes personnes et équipes impliquées dans cette étude. On attend une personne sachant synthétiser, valoriser et communiquer ses résultats, les confronter à la bibliographie scientifique et être force de propositions.

Pour postuler, veuillez fournir une lettre de motivation, un CV, un relevé de vos notes de M2, ainsi qu'une lettre de recommandation de votre tuteur de stage de M2.

Financement sur projet national PEPR

Contact :

Pierre Bonnet, pierre.m.bonnet@uca.fr, 04.73.40.76.48.

Angélique Bousquet, angelique.bousquet@uca.fr, 04.73.40.53.72.

 Chimie 5 - 24, avenue Blaise Pascal, TSA 60026 CS 60026, 63178 AUBIERE Cedex – France

 : (33) 04 73 40 53 72 -  : (33) 04 73 40 79.33

 : angelique.bousquet@uca.fr et pierre.m.bonnet@uca.fr  <https://iccf.uca.fr>