



université PARIS-SACLAY

## «NOUVEAUX PROCÉDÉS DE RÉDUCTION DU CO<sub>2</sub> EN CONSOMMABLES CHIMIQUES» PAR SOLÈNE SAVOUREY

**Présentée par : Solène Savourey Discipline : chimie Laboratoire : Nanosciences et Innovation pour les Matériaux, la Biomédecine et l'Energie**

### **Résumé :**

L'utilisation des ressources fossiles a permis l'industrialisation de notre société, cependant, après 200 ans de consommation effrénée, notre dépendance nous oblige à faire face à plusieurs défis. 1) Capturer et stocker/valoriser le CO<sub>2</sub> pour limiter le relargage massif de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère 2) Trouver une nouvelle source de carbone pour la synthèse de produits chimiques afin de réduire la pression mise sur les réserves de ressources fossiles 3) Développer des nouveaux moyens de stockage de l'énergie pour pouvoir se reposer sur les énergies renouvelables intermittentes. Le CO<sub>2</sub> étant une source de carbone abondante et peu chère il peut être utilisé comme brique moléculaire pour la synthèse de produits chimiques et être ainsi valorisé. De plus il peut également être utilisé notamment via le couple CO<sub>2</sub>/MeOH pour le stockage de l'énergie.

Cependant peu de procédés utilisant le CO<sub>2</sub> sont actuellement déployés à l'échelle industrielle car la barrière cinétique associée à la réduction du CO<sub>2</sub> entraîne de faibles rendements faradiques et les produits accessibles directement à partir de celui-ci sont peu nombreux.

En s'inspirant de la Nature nous avons voulu, au cours de cette thèse, développer des réactions à partir de molécules facilement et directement accessibles à partir du CO<sub>2</sub> afin de s'affranchir des limitations liés à ce dernier. Nous avons donc développé plusieurs réactions catalytiques à partir de l'acide formique et du monoxyde de carbone qui sont les principaux dérivés du CO<sub>2</sub>. Nous avons notamment étudié la réduction du CO<sub>2</sub> en méthanol en utilisant l'acide formique comme réducteur et nous avons également appliqué cette réactivité pour la méthylation des amines. Enfin nous avons également utilisé le CO comme relais pour la synthèse de liaison C–C à partir du CO<sub>2</sub>. Cette stratégie a été prouvée pour la synthèse d'alkylamines avec de longues chaînes alkyl à partir de CO et d'un réducteur.

### **Abstract :**

Fossil resources have been extensively used for the past 200 years allowing a fast paced industrialization in our society. However we are facing today several challenges to preserve our way of life 1) CO<sub>2</sub> should be captured and stored/used to avoid large quantity of CO<sub>2</sub> to be released in the atmosphere 2) Bypass the use of fossil resource by using another source of carbon for the synthesis of chemicals 3) Develop efficient energy storage technologies to rely more on renewable intermittent energy sources. As CO<sub>2</sub> is a cheap widely available resource, this waste could be used as well as a source of carbon for the synthesis of value added chemicals but also as a way to store energy in the tandem CO<sub>2</sub>/MeOH. However as it is an inert gas few processes using CO<sub>2</sub> have been industrialized so far.

Inspired by Nature's way to use CO<sub>2</sub> we decided to design new reactions from carbon monoxide and formic acid, two derivatives easily available from CO<sub>2</sub> that could enable us to overcome the limitation we face with CO<sub>2</sub>. We therefore studied the transformation of CO<sub>2</sub> to methanol using formic acid as an intermediate and a reductant and we subsequently used this reaction to perform the methylation of aromatic amines using formic acid. Finally we developed a new reaction of amines homologation with carbon monoxide allowing the formation of several C–C bonds.

## INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

**Jean-Luc RENAUD**, Professeur des Universités, à l'Université de Caen/Laboratoire de Chimie Moléculaire et Thio-organique (LCMT) - UMR 6507 - Caen - Rapporteur

**Matthieu SOLLOGOUB**, Professeur des Universités, à l'Université Pierre et Marie Curie /Institut Parisien de Chimie Moléculaire - Paris - Rapporteur

**Hervé DESVAUX**, Chercheur, au CEA/IRAMIS/Nanosciences et Innovation pour les Matériaux, la Biomédecine et l'Energie (NIMBE) - UMR 3685 - Gif/Yvette - Directeur de

thèse

**Thibault CANTAT**, Chercheur, au CEA/IRAMIS/Nanosciences et Innovation pour les Matériaux, la Biomédecine et l'Energie (NIMBE) - UMR 3685 - Gif/Yvette - Co-Directeur de thèse

**Sylvie CHARDON-NOBLAT**, Directeur de Recherche CNRS, à l'Université Joseph Fourier de Grenoble/Département de Chimie Moléculaire - UMR 5250 Grenoble - Examineur

**Emmanuelle SCHULZ**, Directeur de Recherche CNRS, à l'Université Paris Sud 11 /Institut de Chimie Moléculaire et des Matériaux d'Orsay (ICMMO) - UMR 8182 - Orsay - Examineur

**Contact :** DREDVal Service FED : [theses@uvsq.fr](mailto:theses@uvsq.fr)