Sujet de thèse au CEA de Grenoble

Nouveaux matériaux catalytiques bio-inspirés de réductions de l'oxygène : applications dans le domaine du stockage de l'énergie

Présentation du sujet :

La réduction à quatre électrons de l'oxygène moléculaire en eau revêt un enjeu crucial pour la conversion de l'énergie chimique en énergie électrique. Elle intervient à la cathode des piles à combustible ou des batteries lithium-air. Ces deux techniques de stockages électrochimiques sont à l'heure actuelle celles qui présentent la plus grande énergie spécifique massique et sont susceptibles dans le futur de prendre le relai des carburants fossiles pour les applications de type véhicule. Un des problèmes est que les catalyseurs qui offrent les meilleures performances pour cette réaction de réduction de l'oxygène sont à base de platine, dont la rareté et la cherté sont autant de limitations. Dans la nature, par contre, cette réaction est catalysée par la cytochrome c oxydase qui associe quatre centres métalliques rédox dont une paire Fe - Cu au site d'interaction, les deux autres centres fonctionnant comme réservoir d'électrons. Elle est aussi catalysée par des enzymes à cuivre dont le site actif associe trois ions Cu. Cette facilité des enzymes à catalyser la réaction a motivé une approche biomimétique de la recherche de catalyseurs de substitution au platine à base de métaux disponibles, peu chers et non polluants. Pour assurer les transferts d'électrons entre la cathode et le catalyseur et le stabiliser, celui-ci sera immobilisé sur un substrat carboné de type graphène. Les graphènes seront synthétisés par voie chimique, puis modifiés par des traitements thermiques appropriés pour en augmenter la conductivité ou les doper (par des atomes d'azote ou autres).

La thèse se déroulera selon le plan estimatif suivant :

Dans un premier temps des complexes possédant la structure métallique visée seront synthétisés puis caractérisés par un ensemble de techniques spectroscopiques (RPE, Mössbauer, etc…), magnétiques ou électrochimiques disponibles dans les deux laboratoires.

Dans un second temps, ces complexes « de base » seront modifiés de manière à les rendre immobilisables sur du graphène. Les structures mixtes ainsi obtenues seront caractérisées par les mêmes techniques que les catalyseurs, auxquelles s'ajouteront des techniques microscopiques ou d'analyse élémentaire de surface type XPS. Enfin l'activité catalytique de ces ensembles sera évaluée dans différentes conditions (milieu acide, basique etc…).

En plus d'essayer d'apporter des réponses aux grands défis énergétiques de nos sociétés, ce sujet est très formateur car à la frontière entre plusieurs disciplines comme la chimie, la biologie et la physique. Bien que le sujet relève de la recherche fondamentale, une des forces du Commissariat à l'Energie Atomique est de disposer d'importants laboratoires de recherches technologiques. Ainsi dans le cas où les matériaux synthétisés montreraient des propriétés intéressantes, la réalisation de démonstrateurs est aisément envisageable. De plus, le cadre grenoblois est particulièrement stimulant car c'est un site reconnu internationalement dans le domaine des nanosciences, nanotechnologies et des énergies renouvelables (pôle d'excellence Minalogic, Minatec, etc …).

Formation de Master souhaitée :

Chimie inorganique, chimie physique. Nous recherchons avant tout un étudiant qui a une réelle motivation pour travailler sur des sujets pluridisciplinaires porteurs dans le domaine des énergies renouvelables.

Lieu :

Cette thèse basée à Grenoble, associera deux laboratoires : le laboratoire PMB (DSV), spécialisé dans la synthèse de complexes moléculaires biomimétiques et le SCIB (DSM), spécialisé dans l'élaboration et la chimie du graphène. Ces deux laboratoires sont habitués à travailler de concert et sont situés dans les mêmes locaux, ce qui favorisera les échanges et permettra de mener les différentes tâches de manière parallèle et non pas consécutive.

Bourse de thèse :

Le financement de la thèse a été obtenu dans le cadre du programme IRTELIS du CEA (http://www-dsv.cea.fr/dsv/phd-program/le-concours-irtelis) dont la date de limite de dépôt des candidatures est le 21 mars 2014.

Personne à contacter :

Merci de joindre un CV (comportant les notes principales, les mentions éventuelles et le classement de chaque année) ainsi qu'une lettre de motivation.

Jean-Marc Latour
Lab iRTSV/LCBM/pmb
UMR 5249 CEA – CNRS – UJF
17, rue des martyrs
38054 Grenoble cedex 9
Tél : 04 38 78 44 07
Fax: 04 38 78 54 65
Mail : jean-marc.latour@cea.fr
Site Web : http://www-dsv.cea.fr/irtsv/lcbm/pmb

Lionel Dubois
CEA-Grenoble
INAC/SCIB/RI2C
UMR_E 3 CEA – UJF
17, rue des martyrs
38054 Grenoble cedex 9
Tél : 04 38 78 92 57
Fax: 04 38 78 50 90
Mail : lionel.dubois@cea.fr