

Cellule Energie – les projets 2016

PLASMER - BAHRI Imen - GeePs

L'objectif de ce projet est de proposer une plateforme de modélisation, de simulation avancée et de supervision d'un microgrid DC faible puissance dimensionné à l'échelle d'un bâtiment fondé sur une énergie renouvelable hybride connecté à des organes de stockage. Le but sera de proposer des nouvelles architectures du microgrid plus économiques et fiables tout en optimisant le fonctionnement global afin d'avoir un système énergétiquement autonome et efficace ainsi qu'une disponibilité maximale de l'énergie électrique. Des nouvelles lois de commandes robustes vis-à-vis des éléments incertains du réseau, optimales pour la gestion de flux d'énergie et tolérantes aux défauts (en cas de court-circuit, de déconnexion brutale de la charge, etc...) seront proposées et évaluées. Cette plateforme sera utilisée par la suite pour construire un démonstrateur expérimental du microgrid qui permettra une validation progressive des architectures et des lois de commande proposées.

CASBA - BERTHELOT Romain - Institut de chimie moléculaire et des matériaux - Institut Charles Gerhardt Montpellier

Dans le contexte actuel de la recherche sur des systèmes de stockage alternatifs au Li-ion, ce projet a pour but de proposer la preuve de concept d'une batterie rechargeable calcium-soufre (Ca-S). Plusieurs challenges sont à relever : (1) la définition d'un électrolyte compatible avec le calcium et l'électrode de soufre électrophile, et (2) l'optimisation de la mise en forme de l'électrode de calcium. Le design de l'électrolyte s'appuiera sur l'hexaméthylsilazane de calcium, dans des solutions éthérées ou incorporé à des liquides ioniques pour augmenter la viscosité. La formulation de l'anode de calcium empruntera des processus de cryobroyage. L'assemblage de batteries Ca-S permettra d'étudier les mécanismes électrochimiques, notamment par des techniques de caractérisation operando, pour comprendre les pertes de performances et proposer des stratégies d'amélioration.

PHOTOMIX - DERVAUX Julien - Laboratoire Matière et Systèmes Complexes

Grâce à leur capacité à croître en utilisant le dioxyde de carbone et la lumière comme seule source d'énergie, les micro-organismes photosynthétiques représentent une source naturelle de biomasse, pouvant ensuite être convertie en biocarburants. En complément des hydrocarbures, les microalgues produisent également une large palette de composés chimiques pour les domaines médicaux, pharmaceutiques, cosmétiques et alimentaires. Parmi les défis à relever concernant la culture d'algues en photobioréacteurs, la séparation des micro-organismes du milieu de culture, mais également le brassage, sont des procédés coûteux et énergivores pour le moment effectué mécaniquement. L'objectif de ce projet consiste à utiliser la capacité naturelle des micro-organismes à nager pour brasser les cultures mais également pour pré-concentrer les microalgues dans le but d'en faciliter la récolte. Afin de générer et contrôler des écoulements macroscopiques dans des suspensions actives de micro-organismes photosynthétiques, l'idée originale de ce projet consiste à piloter ces écoulements grâce à des champs lumineux permettant de biaiser la migration cellulaire (phototaxie) chez un micro-organisme photosynthétique modèle : *Chlamydomonas reinhardtii*.

PROLi - FLEUTOT Benoit - Laboratoire réactivité et chimie des solides

Ce projet vise à protéger, stabiliser et fonctionnaliser la surface du lithium métallique afin de faire de ce matériau une électrode négative incontournable en limitant, voire inhibant ses inconvénients (formation de dendrites à forts

courants, de couche de passivation) et permettre le développement de nouveaux types de batteries comme les batteries lithium-soufre (Li-S) ou lithium-air (Li-air). Dans ce cadre, le but de ce travail est de mettre au point une ou plusieurs couches de protection innovantes, que ce soit par voie physique avec la préparation d'un système multicouche aux propriétés diverses, au travers de l'utilisation de la technique de dépôt par ablation laser (PLD) présente au sein du laboratoire ou par voie chimique afin d'explorer les solutions de type système hybride inorganique/organique. L'un des points importants sera également l'analyse fine des propriétés de conduction ionique des diverses solutions envisagées ainsi que leurs stabilités chimiques et électrochimiques en lien avec les environnements spécifiques des batteries à base de lithium métallique (ex : Li-air, Li-S).

NOMad - LAIK Barbara - Institut de Chimie et des Matériaux Paris-Est

Ce projet exploratoire vise à effectuer la fluoration d'oxydes lamellaires de type V₂O₅ et MoO₃ dans le double objectif : i) d'obtenir de nouveaux composés oxyfluorés de vanadium et de molybdène et ii) d'en réaliser la nanostructuration. Les oxydes V₂O₅ et MoO₃ sont des matériaux d'électrodes bien connus de batteries au lithium, leur nanostructuration et leur fluoration sont des éléments importants pour envisager d'en améliorer les performances (potentiel, capacité, cyclabilité, ...). L'originalité du projet est d'utiliser la fluoration comme vecteur de nanostructuration grâce à un traitement contrôlé de fluoration/défluoration, ce qui n'a jamais été rapporté dans la littérature, et pour accéder à des phases oxyfluorées lamellaires inédites. Les caractéristiques électrochimiques (capacités, tensions, durées de vie) des matériaux oxyfluorés et nanostructurés seront analysées et corrélées à une approche structurale (DRX, spectroscopie Raman) afin de démontrer l'originalité des réponses de ces structures en regard des celles des oxydes de référence massifs.

PLEO - MARECHAL Manuel – Structures et propriétés d'architectures moléculaires

Concevoir des électrolytes auto-assemblés et hiérarchisés (nano→macro) pour la production et le stockage d'énergie est un sujet prometteur pour relever les défis de la transition énergétique. Afin de dépasser les performances des liquides ioniques et des électrolytes polymères, le projet propose une approche pluridisciplinaire ((électro)chimie+physique) novatrice basée sur des Cristaux Liquides Ioniques Thermotropes (CLITs) conducteurs cationiques (H⁺, Li⁺, Na⁺). Sa triple originalité réside dans l'obtention i) de phases mésomorphes quasi-1D & 2D (conception raisonnée), ii) de monodomains de CLITs (par orientation sous champ électrique) et iii) de films minces réticulés (par photolithographie). Ce projet exploratoire combine les avantages de mésophases (mise en œuvre sans solvant) auto-assemblées où la nano-/micro-ségrégation de phases des domaines ioniques (contrôle de la dimensionnalité du transport) sera conservée à longue portée. Deux partenaires complémentaires assureront le succès de PLEO : l'UMR5223-IMP pour le design et la synthèse des CLITs et l'UMR5819-SPrAM dans la maîtrise des relations structures/propriétés de transport multi-échelles.

ActHyMet - MAYNADIER Anne - Franche-Comté Electronique Mécanique Thermique et Optique- Sciences et Technologies

L'utilisation du stockage d'hydrogène sous forme solide comme support énergétique dans les applications mobiles (par transformation de phase réversible dans un hydrure métallique) est aujourd'hui freinée par des temps de chargement (absorption d'hydrogène) trop lents et un rapport masse embarquée / énergie stockée trop élevé. Pour favoriser l'utilisation de ce vecteur énergétique pour les véhicules mus par pile à combustible, les hydrures utilisés doivent être améliorés pour travailler à basse température et à moyenne et haute pression (100 bar). La communauté manque encore d'outils de compréhension permettant de lier les phénomènes microstructuraux de changement de phase, d'endommagement à l'échelle du matériau et les caractéristiques fonctionnelles du stockage (facilité d'activation, capacité maximale, cinétiques de réaction...). Le projet ActHyMet propose la construction d'un banc d'hydrogénation équipé des caméras thermiques et optiques (Infrarouge et visible) afin de mieux appréhender les phénomènes mis en jeu lors de l'activation d'un hydrure et son comportement pendant les premiers cycles d'exposition au dihydrogène.

FOLDEDPV- MUNOZ ROJAS David – Laboratoire des Matériaux et du Génie Physique

We propose a novel solar cell architecture capable of improving the cost/efficiency ratio of photovoltaic energy. Alternatively to most of the current research efforts which tackle the development of new and better materials, this invention focuses on the design and implementation of a new cell nanoarchitecture in which i) light absorption and, ii) charge transport and collection, are decoupled in orthogonal directions within the cell, thus allowing the independent optimization of these two key processes. To allow this, the active materials and collecting electrodes are interdigitated at the nanoscale while illumination is done through the side, perpendicular to the plane in which the active materials are interdigitated. This is the main innovative point since all previous solar cell designs are based on illumination across the plane of the cell while here it is done through the side, thus allowing different paths for light absorption and charge collection.

ISEO - NGUEVEU Sandra Ulrich - Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes

Au cours de la dernière décennie, les enjeux des problématiques d'allocation de ressources et les applications de la théorie de l'ordonnancement ont évolué vers une gestion plus responsable des ressources disponibles. Or l'intégration des caractéristiques physiques des sources d'énergie dans des problèmes d'ordonnancement d'activités conduit à des problèmes d'optimisation combinatoire difficiles pour lesquels il n'existe pas à ce jour de méthode efficace de résolution. L'ambition du projet ISEO est de développer des méthodes avancées pour résoudre pour la première fois de manière intégrée la problématique d'ordonnancement d'activités et celle de sélection de sources d'énergie réversibles et non-réversibles. Les applications prévues sont l'optimisation de tâches de calcul dans un réseau de serveurs alimenté par photovoltaïque et batterie du LAAS et l'optimisation d'un système autonome de pompage et dessalement d'eau conçu par le LAPLACE.

CPV-SCEL - PAROLA Stéphanie - Institut d'Electronique et des Systèmes

Ce projet s'inscrit dans le cadre de la production d'électricité photovoltaïque sous fortes concentrations solaires à partir de cellules dites « multi-jonctions ». Afin d'améliorer les rendements sous forte concentration (> 1000 soleils), la gestion de la résistance série des cellules multi-jonctions s'avère nécessaire pour limiter les pertes par effet Joule. Dans le cadre de ce projet, nous proposons d'évaluer les performances de nouveaux concepts de contacts électriques sur ces cellules. En particulier, le concept de contacts enterrés avec émetteurs sélectifs doit permettre de réduire fortement la résistance série. Ce concept a déjà fait ses preuves sur des cellules en silicium mais n'a pas encore été utilisé sur des cellules multi-jonctions à base de matériaux III-V. Le projet vise à évaluer le potentiel de ce type de contacts par la fabrication et la caractérisation sous forte concentration (jusqu'à 1000 soleils) de véhicules de test. Cette étude s'appuiera également sur le développement d'un outil de modélisation électrique.

TIBRE - PORTEHAULT David - Chimie de la Matière Condensée de Paris

TIBRE vise une méthode innovante de fabrication de matériaux pour la conversion thermoélectrique de l'énergie au-delà de 1000 °C, afin de récupérer les pertes de chaleur et générer de l'électricité en métallurgie et dans l'aérospatial. Le but est de synthétiser par une voie industriellement viable de nouveaux matériaux prometteurs à base de bore. L'approche inédite, aux frontières de la chimie des nanomatériaux et de la physique des conditions extrêmes de température et de pression, repose sur 3 innovations : (1) des nanoparticules de bore très réactives comme précurseurs ; (2) le traitement de ces particules en conditions extrêmes (1000-2000 °C et 5-20 GPa) pour synthétiser des phases cristallines du bore en gros volumes et mesurer pour la première fois leurs propriétés thermoélectriques ; (3) l'incorporation dans ces phases de nano-inclusions augmentant la conductivité électrique et la figure de mérite. En explorant une approche de synthèse jamais abordée pour la conversion d'énergie et en s'éloignant des pistes conventionnelles, TIBRE offre l'opportunité de travaux originaux et d'un réel impact sociétal sur la conversion d'énergie.

ASSONSOLAR - RUIZ CARRETERO Amparo - Institut Charles Sadron

Securing the world's population energy supply in a renewable way is a big challenge of our generation. Solar energy is a great alternative to solve fossil fuel exhaustion and climate change. Organic solar cells are attractive due to their light weight, flexibility and scalability, but several issues need to be solved to make this technology competitive, as for example, achieving the optimal active layer morphology and orientation. Well-defined percolating domains of organic semiconductors (donor, D and acceptor, A), molecules are needed for exciton splitting and charge transport. Furthermore, D and A molecules must be oriented face-on with respect to the electrodes to reach optimal charges collection. Here we propose supramolecular strategies to: i) Achieve percolating domains incorporating hydrogen bonds into the molecular structure of D molecules and ii) Study of graphene oxide (GO) as a hole transporting layer to template the face-on growth of the domains formed by the H-bonded D molecules. Synthesis and structural characterization will be combined in this project thanks to the complementarity of two young researchers.

TELC3D - THIMONT Yohann – Centre interuniversitaire de recherche et d'ingénierie des matériaux

Le projet de recherche jeune chercheur qui est proposé se positionne dans une thématique scientifique et technologique pour l'énergie. Ce dernier se basera sur la fabrication de jambes thermoélectriques par de nouvelles techniques. Nous étudierons la faisabilité en jouant sur les différents paramètres de la technique utilisée. Cette technique est une rupture avec les voies explorées actuellement. Le projet sera soutenu par deux laboratoires ayant leurs spécialités propres et distinctes. Le premier sera le laboratoire CIRIMAT UMR 5085 spécialisé dans la mise en forme et la structuration de matériau tandis que le second sera le laboratoire CRISMAT UMR 6508 spécialisé dans la synthèse et la caractérisation de matériaux thermoélectriques.

ElectroMOF - TISSOT Antoine - Institut Lavoisier de Versailles

The main objective of the ElectroMOF project is to design new porous conductive Metal-Organic Frameworks (MOFs) based on 2D conductive sheets and to use them as host framework to insert electrocatalytic species (coordination complexes or inorganic nanoparticles) within their pores. The unprecedented combination of conductivity and porosity at the nanoscale should allow us to obtain electrocatalysts for H₂ production with improved properties compared to the existing ones.

ReSoELISA - TZEDAKIS Theodore – Laboratoire de génie chimique

Le projet traite de l'intensification des réacteurs électrochimiques pour la conversion (réversible) de l'énergie électrique en énergie chimique. Cette intensification est basée sur le couplage de deux effets physiques : l'intégration, dans le collecteur du courant, d'éléments piézoélectriques (PZT) engendrant des vibrations acoustiques et la microstructuration de ce collecteur. L'application concernée est le stockage de l'énergie sous forme chimique dans des suspensions aqueuses semi-solides circulantes. Le projet est structuré en trois parties : i) la caractérisation des formulations et la recherche des lois physiques les décrivant, ii) la construction d'un réacteur intégrant un PZT et ayant une forte surface spécifique et une géométrie adaptée à une distribution uniforme des temps de séjour, iii) la modélisation du système et la simulation prédictive visant à son optimisation. Ce projet fait par ailleurs, partie d'un projet plus large visant la construction d'un prototype de plusieurs éléments d'une puissance nominale de 0,5kW.

Nanosmo - VOIRY Damien - Institut Européen des Membranes

Les phénomènes osmotiques présents dans des systèmes biologiques pourraient être adaptés et utilisés comme source d'énergie durable et neutre en émission de CO₂. De récents travaux ont montré que l'utilisation de nanopores chargés formés par des nanotubes 1D permettait de générer un courant osmotique et de récupérer une puissance équivalente à plusieurs kilowatts par mètre carré. Alternativement les nanofeuillets 2D, grâce à leur épaisseur atomique et leur taux de charges modifiables, ont un fort potentiel pour créer de nouveaux types de membranes osmotiques. Ces membranes d'épaisseurs atomiques permettraient notamment d'augmenter la puissance osmotique de plusieurs ordres de grandeur pour atteindre le gigawatt par mètre carré, tout en simplifiant les procédés de fabrication. Ce projet exploratoire vise à fabriquer des membranes osmotiques à base de feuilletés exfoliés 2D et à étudier les propriétés de telles membranes pour la récupération d'énergie osmotique.

CAGLISSE - WARTEL Maxime - Groupe de recherches sur l'énergétique des milieux ionisés

Le projet est né de la complémentarité des compétences de trois jeunes enseignant-chercheurs recrutés en 2013, 2011 et 2010. Le premier travaille sur la spectroscopie des plasmas, le second sur l'effet des arcs glissants et le dernier sur la combustion et dynamique des flammes. L'idée originale de ce projet est de positionner deux électrodes divergentes en amont d'une flamme. En fonction du débit de gaz utilisé pour la flamme et l'application d'une tension entre les deux électrodes, un plasma de type GLIDARC peut être créé. Le plasma ainsi créé produit de nombreuses espèces réactives, qui dans certaines conditions, pourraient influencer la stabilité de la combustion et contrôler les émissions polluantes. En parallèle de l'analyse des gaz de combustion, un diagnostic in-situ de spectroscopie optique d'émission permettra d'effectuer une caractérisation chimique de la combustion assistée par plasma. Cela permettra de caractériser ce mode de combustion contrôlée par plasma, afin de déterminer entre autres la densité électronique d'espèces excitées et des températures (électronique, gaz,...). Ce projet permet de tester la faisabilité du procédé sur un dispositif expérimental unique et exploratoire en associant nos compétences propres.

BALIPA - ALLOIN Fannie – Laboratoire d'électrochimie et de physico-chimie des matériaux et des interfaces

Le projet BALIPA consiste à élaborer des batteries à recharge photo-assistée. Ceci est effectué grâce à des électrodes optiquement transparentes fonctionnalisées par des unités photosensibles. Ces unités photosensibles permettront sous stimulus photochimique d'oxyder des matériaux actifs de cathode de batterie lithium à des potentiels significativement inférieurs à ceux requis en l'absence de lumière.

NOCTURNE - ZINOVYEVA Veronika - Institut de Physique Nucléaire d'Orsay

Les cellules thermogalvaniques représentent une voie intéressante pour la conversion de la chaleur résiduelle en électricité. Cependant, des électrolytes aqueux ou organiques volatils sont utilisés dans les dispositifs conventionnels et leur emploi se limite souvent aux températures inférieures à 100 °C. Dans ce contexte, les liquides ioniques, ayant une pression de vapeur négligeable et une bonne stabilité thermique, pourraient les remplacer. L'objectif principal du projet NOCTURNE est donc la recherche d'un système convenable (couple redox – liquide ionique) du point de vue de la performance et de la rentabilité des dispositifs. Plusieurs aspects influençant l'efficacité des cellules thermogalvaniques seront étudiés, y compris les propriétés physicochimiques du milieu, la thermodynamique et la cinétique de la réaction redox mise en jeu et le transport de matière en solution.

ORPHEE – TORRE Jean philippe – Laboratoire des fluids complexes et leurs réservoirs

Le projet ORPHEE propose d'étudier le potentiel de clathrates organiques de gaz comme matériaux à changement de phase avec comme perspective une application dans des systèmes de stockage thermique de l'énergie: ce concept original n'a fait l'objet à ce jour d'aucune publication/brevet. L'objectif est de pouvoir utiliser un matériau unique qui pourrait absorber ou dégager une quantité importante d'énergie sur une large gamme de température, en ajustant simplement le type de gaz formant le clathrate et sa pression. Ces clathrates seront formés à partir d'une structure de base déjà connue comme étant capable d'encapsuler des gaz facilement utilisables dans les applications visées (le CO₂, l'azote ou des mélanges de gaz tel que l'air), mais modifiée chimiquement afin de contrôler à la fois les propriétés d'inclusion et de stabilité de ces structures. Ce projet associe les compétences complémentaires de quatre laboratoires (LFCR, IPREM, LaTEP, et LCC), en combinant des approches à la fois expérimentales (synthèse de monocristaux, techniques de caractérisation) et numériques (études théoriques de chimie quantique, modélisation thermodynamique).