

DÉLIBÉRATION n° CA-25-11-2022-11 DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

Séance du 25 novembre 2022



Examen d'une demande de financement CPER FEDER
PLATABAT (Plateforme pour batteries Zn/Air à haute densité
d'énergie : de la conception des matériaux d'électrode
à la sécurité et au recyclage des systèmes)

Le Conseil d'administration

- Vu le Code de l'éducation ;
- Vu les Statuts de l'université de Poitiers ;
- Vu la délibération n° CR 20221110-3 de la Commission de la Recherche en date du 10 novembre 2022 portant avis favorable à l'unanimité à l'opération et au plan de financement du projet « Plateforme pour batteries Zn/Air à haute densité d'énergie : de la conception des matériaux d'électrode à la sécurité et au recyclage des systèmes (PLATABAT) » ;
- Vu le document adressé au Conseil d'administration ;
- Vu la proposition présentée en Conseil d'administration ;

Après en avoir délibéré,

ADOpte

Article 1^{er} : Dispositif

L'opération et le plan de financement FEDER React-EU, pour le programme *PLATABAT (Plateforme pour batteries Zn/Air à haute densité d'énergie : de la conception des matériaux d'électrode à la sécurité et au recyclage des systèmes)* avant soumission au Comité régional de Programmation, sont approuvés, conformément aux pièces-jointes.

Article 2 : Décompte des voix

La présente délibération est adoptée à l'unanimité.

Fait à Poitiers, le 25 novembre 2022
La Présidente de l'université de Poitiers,
Présidente du Conseil d'administration,

Virginie LAVAL

Transmis à Madame la Rectrice de la région académique Nouvelle-Aquitaine, Rectrice de l'Académie de Bordeaux, Chancelière des Universités, le 04/12/2022

Entrée en vigueur le jour de sa publication au *Recueil des actes administratifs* de l'université de Poitiers.

Voies et délais de recours

Si vous estimez que cet acte est irrégulier, vous pouvez former :

- soit un recours administratif, qui peut prendre la forme d'un recours gracieux, devant l'auteur de l'acte ou celle d'un recours hiérarchique devant l'autorité hiérarchique compétente. Ce recours administratif doit être présenté dans les deux mois à compter de la notification du présent acte si vous souhaitez pouvoir former un recours contentieux contre une décision de rejet de votre recours gracieux. Celui-ci est réputé rejeté si vous n'avez pas reçu de réponse dans les deux mois suivant sa réception par l'administration. Vous disposez alors de deux mois pour former un recours contentieux. Si une décision expresse vous est notifiée dans les quatre mois suivant la réception de votre recours gracieux par l'administration, vous disposez alors d'un délai de deux mois, à compter de la notification de cette décision expresse, pour former un recours contentieux.
- soit un recours contentieux devant le tribunal administratif territorialement compétent, dans le délai de deux mois à compter de la notification ou de la publication du présent acte.

Depuis le 1^{er} décembre 2018, vous pouvez également déposer votre recours juridictionnel sur l'application internet Télérecours citoyens, en suivant les instructions disponibles à l'adresse suivante : www.telerecours.fr
Dans ce cas, vous n'avez pas à produire de copies de votre recours et vous êtes assurés d'un enregistrement immédiat, sans délai d'acheminement.

Vu le code de l'éducation,

Vu les statuts de l'université de Poitiers,

Vu les propositions du Président,

DATE DE LA CR	10/11/2022
---------------	------------

DELIBERATION CR PLENIER N°	THEMATIQUE	OBJET	MESURE PROPOSEE A LA DELIBERATION	DEBUT D'APPLICATION DE LA MESURE	FIN DE LA MESURE	PRESENTS OU REPRESENTES	DELIBERATION CR	OBSERVATION
20221110-1	Unités de Recherche	Liste des Unités de Recherche 2022-2026	Approbation de la liste des Unités de Recherche pour la période 2022-2026 modifiée : changement de tutelle de l'UR 13564 - Centre de Recherche en Gestion (CEREGE) avec le retrait de l'Université de La Rochelle			28	Favorable à l'unanimité	Avis avant transmission au CA
20221110-2	Unités de Recherche	Liste des Unités de Recherche 2022-2026	Approbation de la liste des Unités de Recherche pour la période 2022-2026 modifiée : changement de nom de l'UR 13396 - Equipe de Recherche en Droit Privé (ERDP) pour Institut Jean Carbone			28	Favorable à l'unanimité	Avis avant transmission au CA
20221110-3	FEDER React-EU	Demande de financement FEDER React-EU	Approbation de l'opération et du plan de financement du projet "Plateforme pour batteries Zn/Air à haute densité d'énergie : de la conception des matériaux d'électrode à la sécurité et au recyclage des systèmes (PLATABAT)"			28	Favorable à l'unanimité	Avis avant transmission au CA

Fait à Poitiers, le 10 novembre 2022
Le président de séance



Yves GERVAIS



Réunion de la Commission Recherche
Séance du 10 novembre 2022

Dossier FEDER React-EU pour approbation de l'opération et du plan de financement
avant soumission au Comité régional de Programmation

Plateforme pour batteries Zn/Air à haute densité d'énergie : de la conception des matériaux d'électrode à la sécurité et au recyclage des systèmes (PLATABAT)

Porteur : Aurélien HABRIOUX

Période prévisionnelle d'exécution : Du 01/01/2022 au 30/09/2023

Description de l'opération :

L'amélioration des performances électriques des systèmes Zn/air passe par la réalisation d'une électrode positive capable de catalyser efficacement à la fois les réactions de charge et de décharge. Aucune électrode satisfaisante à la fois en termes de performance et de stabilité n'a été reportée à ce jour. A l'IC2MP, nous travaillons à la réalisation d'une telle électrode. Des travaux prometteurs ont été réalisés au cours des dernières années permettant l'obtention de phases actives particulièrement efficaces constituées de métaux de transition non nobles (Ni, Fe et Mn). Ces matériaux sont, conformément aux directives européennes, exempts d'éléments critiques stratégiques. Des critères de réversibilité (différence entre le potentiel d'électrode du point de fonctionnement en charge et celui du point de fonctionnement en décharge) inférieurs à 0,75 V ont pu être obtenus. De façon à obtenir une efficacité énergétique supérieure à 70%, un critère de réversibilité inférieur à 0,7 V est ciblé. Une optimisation rationnelle de la composition/structure des catalyseurs grâce à la modélisation de la réactivité aux interfaces est nécessaire. Une fois les meilleures solutions identifiées, les matériaux devront être synthétisés et caractérisés en profondeur. **Développer des matériaux avancés et stables satisfaisant au critère d'activité sera le premier objectif de ce projet. La partie « préparation de matériaux d'électrodes » de la plateforme nécessite des moyens de calcul supplémentaires pour la modélisation et des équipements additionnels pour la préparation de matériaux (hotte nano ; bombe hydrothermale, générateur d'eau ultrapure, ...). La plateforme devra également être complétée par plusieurs dispositifs nécessaires à la caractérisation avancée des matériaux (mesure par sorption de Krypton ; études sous atmosphère oxydante ou réductrice ; mesure de l'accessibilité des différents éléments par adsorption de molécules sondes ; ...).**

Les mécanismes réactionnels mis en jeu à la surface de catalyseurs employés à l'électrode positive restent mal compris. Une identification des intermédiaires réactionnels impliqués lors des processus réactionnels s'avère nécessaire. Un effort de recherche soutenu doit donc être engagé dans le but de mieux appréhender les phénomènes accompagnant le transfert de charge à l'interface électrode/électrolyte. La production de connaissance nouvelle sur la structure de la double couche électrochimique pendant l'acte réactionnel permettra d'identifier les phénomènes limitants et d'améliorer la composition des catalyseurs et de l'électrolyte. **Ce sera le second objectif de ce projet qui requiert des moyens supplémentaires de tests *in situ* au plus proche des conditions réelles d'utilisation (microscope électrochimique ; microscope infrarouge avec résolution temporelle).**

Dans ces systèmes, une réaction parasite entre l'électrode négative en zinc et l'électrolyte entraîne la production d'hydrogène et la corrosion de l'électrode. Ce processus limite la quantité de zinc réellement utilisée lors de la décharge de l'accumulateur et donc les performances électriques de ce dernier. Par ailleurs, ce phénomène de corrosion implique une distribution non uniforme de la densité de courant lors de la charge de l'accumulateur entraînant un changement de morphologie de l'électrode au fil des cycles charge/décharge et la croissance de dendrites. Ces dendrites peuvent croître jusqu'à établir un contact électrique avec l'électrode positive, menant à l'apparition d'un court-circuit au sein du système et rendant l'accumulateur inopérant. Afin d'augmenter la durée de vie des accumulateurs, il est donc nécessaire de modifier la chimie de surface de l'électrode négative (réalisation d'alliage Zn-Ni ou Zn-Bi) et/ou de modifier la composition de l'électrolyte (silicates...) dans le but d'inhiber la réaction de dégagement d'hydrogène. **Ce sera le troisième objectif de ce projet qui requiert de déployer un banc de test couplé à une analyse de gaz pour vérifier les faibles quantités d'hydrogène susceptibles d'être produites par la réaction parasite.**

L'implémentation de la grille énergétique avec la technologie Zn/air impliquera son déploiement à grande échelle et engendrera donc la consommation de ressources (métaux employés à l'électrode positive, zinc) pour la fabrication des cellules. Afin de ne pas créer de tension sur les chaînes d'approvisionnement en raison de problématiques écologique, éthique ou géopolitique, il est nécessaire de penser en amont à la mise en place de procédés chimiques permettant la récupération des matières premières en vue de leur recyclage. Cette démarche s'inscrit dans un objectif de développement durable. Les procédés envisagés doivent de plus être facilement industrialisables. Ils seront constitués d'un ou plusieurs processus tels que la lixiviation, la précipitation successive, l'extraction liquide-liquide et l'électrodéposition. **Ce sera le quatrième objectif de ce projet. Pour satisfaire à cet objectif, un analyseur de gaz faible concentration est nécessaire pour quantifier le rejet éventuel de composés organiques volatils lors des étapes de recyclage.**

Les performances dépendent à la fois lors de l'élaboration des matériaux (morphologie, composition, état de surface), et par l'évolution des interfaces lors du fonctionnement du système. Il faut surmonter les verrous technologiques induits par un tel manque de connaissance des processus physico-chimiques régissant l'accumulation et le transfert de charges électriques au sein de l'interface électrode/électrolyte. Une définition microscopique expérimentale de ces distributions de charges électriques est importante car elle permettrait à la fois de mieux comprendre les interactions aux interfaces solide/liquide, mais également d'en connaître l'homogénéité sur de grandes surfaces, telles que sur les électrodes de batteries ou encore les zones de triple phases (solide/liquide/gaz) des piles à combustible. Le développement d'une métrologie de mesure de la distribution des charges électriques, non-intrusive sensible et résolue constitue l'objectif de cette action. Cette métrologie non-intrusive devrait permettre d'atteindre une résolution de l'ordre du micromètre et d'une sensibilité de 10⁻¹ C.m⁻³ adaptée aux interfaces liquide/solide incluant des liquides conducteurs (électrolytes) et correspondant aux amplitudes et distributions spatiales théoriquement calculées et communément admises dans la double couche électrique (DCE) présente à toute interface liquide/solide. L'objectif est de comparer deux systèmes métrologiques (pulse électro-acoustique méthode (PEA)/pulse wave propagation (PWP)) pour différents interfaces liquide/solide représentatifs des batteries métal/air. **Ce sera le cinquième objectif de ce projet. Pour satisfaire à cet objectif, un ensemble de matériels électroniques et de calculs sont nécessaires pour effectuer les mesures ainsi qu'un appareil d'usage de précision pour préparer les cellules et réacteurs électrochimiques.**

La sécurité est une problématique située au cœur du développement des batteries. Même si les systèmes métal-air emploient des électrolytes aqueux réduisant les problématiques d'inflammabilité, le risque associé à l'apparition de court-circuits suite à la croissance de dendrites lors des cycles charge/décharge doit être évalué. **Ce sera le sixième objectif de ce projet. Deux nouveaux dispositifs expérimentaux de caractérisation des propriétés d'inflammabilité et de combustibilité des piles et accumulateurs seront pour cela développés : l'un pour les batteries portables ; l'autre pour les batteries de plus grosse taille.**

Justification du lien avec la crise :

Le projet s'inscrit dans une stratégie d'excellence environnementale et de transition énergétique et aborde des thématiques portant sur le stockage et l'autoconsommation des énergies renouvelables, la diversification du mix énergétique, la mobilité propre, la chimie durable et la gestion de ressources naturelles, **conformément à la feuille de route Néo Terra** adoptée en Séance Plénière par le Conseil Régional de Nouvelle Aquitaine en date du 9 juillet 2019. Ce projet s'inscrit également dans le cadre des activités du **Réseau régional de recherche Transition Énergétique sur la Région Nouvelle-Aquitaine (TESNA)** dont la phase d'amorçage est en cours de finalisation en vue de sa consolidation. Pour respecter les accords de Paris sur le climat, l'Union Européenne au travers du Green Deal et la France avec le plan de relance ont fixé l'objectif ambitieux de la neutralité carbone d'ici 2050, notamment en favorisant l'utilisation d'électricité renouvelable produite à partir du vent et du soleil comme sources primaires d'énergie. Cet objectif rejoint également la stratégie régionale visant à atteindre une part d'énergie renouvelable de 45% dans la grille énergétique à l'horizon 2030 et une autonomie énergétique décarbonée en 2050. Cependant, en raison de l'intermittence de production d'énergie électrique inhérente à ces technologies et des surplus d'électricité qu'elles peuvent générer sur certaines périodes, la nécessité d'un stockage tampon de cette énergie électrique pour une utilisation ultérieure s'impose.

Une des solutions envisagées est le stockage de ces énergies dans des batteries. Ces générateurs électrochimiques sont adaptés à la fois à des applications embarquées et stationnaires.

Les batteries actuelles (en particulier les technologies Li-ion) procurent une forte densité massique de puissance permettant une forte accélération. Néanmoins, ces dernières ne permettent pas l'obtention d'une autonomie élevée en raison de leur faible densité d'énergie massique (de l'ordre de 200 Wh kg⁻¹ pour les technologies actuelles). Par ailleurs, au niveau mondial, en 2021, seuls 4% des véhicules vendus possédaient une motorisation électrique. Il est estimé que ce chiffre augmentera à 30% à l'horizon 2030. L'augmentation la plus importante aura lieu sur le continent européen puisque le chiffre précédent atteindra plus de 50%. L'augmentation de l'attrait des véhicules électriques entraîne l'apparition de nouveaux risques dans la chaîne d'approvisionnement en particulier pour l'Europe (risque géopolitique, risque de manque d'éléments tels que Li et Co pour la réalisation des matériaux d'électrode). Ces limitations à l'expansion des technologies Li-ion invitent à trouver des technologies alternatives pour de nombreuses applications.

La prochaine révolution dans le domaine des batteries pourrait provenir des technologies métal air et en particulier de la technologie Zn/air. Le zinc est un métal particulièrement intéressant en raison de son abondance et de l'absence de contraintes éthiques ou géopolitiques liées à son exploitation et à son utilisation. Les systèmes Zn/air permettent d'envisager des densités d'énergie pratique de l'ordre de 300 à 500 Wh kg⁻¹, permettant de cibler l'alimentation de dispositifs nécessitant une forte autonomie. Par ailleurs, un coût de stockage de l'ordre de 50 €/kWh peut être atteint contre 150 €/kWh avec le Li-ion, technologie pour laquelle les progrès de la chimie et de l'ingénierie des systèmes conduiront uniquement à des améliorations incrémentales tant en termes de coût que de densité d'énergie. Enfin, au sein des systèmes Zn/air, l'utilisation d'un électrolyte aqueux permet de minimiser l'empreinte environnementale de l'application.

Néanmoins, les batteries Zn/air électriquement rechargeables sont des systèmes électrochimiques à maturité technologique faible. Le soutien à la recherche dans la mise en place de ces nouvelles technologies au sein de la grille énergétique est donc essentiel pour accélérer leur émergence industrielle et pour favoriser la transition énergétique du territoire régional. Des efforts doivent notamment être consacrés tant sur le développement des matériaux d'électrodes que sur celui des systèmes et ce, afin d'augmenter l'efficacité énergétique (plus de 70%), la cyclabilité (plus de 3000 cycles), la densité d'énergie spécifique et de diminuer autant que possible l'empreinte environnementale et le coût. Par ailleurs, il est nécessaire d'anticiper à la fois les modes de production et de consommation de ces technologies. Leur exploitation industrielle requiert donc la mise en place d'une économie circulaire de façon à minimiser l'apport des ressources premières nécessaires à leur fabrication et à limiter la quantité de déchets produite. Ce dernier objectif constitue le socle même du

développement durable et fait partie intégrante de la loi sur « la transition énergétique pour la croissance verte ». Afin de s'inscrire dans ce cadre l'émergence d'une activité de recyclage des systèmes et des matériaux d'électrode est nécessaire. Ce dernier aspect constitue un objectif important du projet proposé.

Effet de levier de l'aide :

La plateforme pour batterie métal-air : un outil de recherche et formation pour attirer les acteurs industriels du secteur. Les systèmes Zn/air sont en Nouvelle-Aquitaine développés très majoritairement sur le parc universitaire poitevin où une plateforme métal air est en train de se mettre en place. La subvention sollicitée permettra d'accélérer et de compléter considérablement le développement cette plateforme et ainsi très rapidement favoriser la valorisation des produits de la recherche. Cet outil sera un atout majeur pour l'accélération du transfert d'innovation vers l'industrie en lien avec les centres et clusters régionaux de valorisation et transfert technologiques. Des industriels du tissu économique néo-aquitain sont ciblés, en particulier la SAFT-Bordeaux et Alternative Energies – La Rochelle. Le changement d'échelle dans le développement de la plateforme crédibilisera auprès de ces acteurs la capacité du pôle poitevin à proposer des solutions proches de l'application. Elle devrait également permettre l'émergence de nouvelles activités économiques sur le territoire régional et donc de nouveaux besoins en termes de compétences techniques. Pour cette raison, **une formation sur les dispositifs métal-air a été proposée dans le cadre du projet BATTENA porté par la région Nouvelle-Aquitaine et écrit en réponse à l'AMI « compétences et métiers d'avenir ».**

Coût total : 2 481 000 euros HT

Montant de l'aide européenne sollicitée : 2 481 000 euros, soit 100% du coût du projet

Autre financement public sollicité sur l'opération : /

Financements privés : /

Autofinancement : /

Axe / objectif thématique / objectif spécifique mobilisé : FEDER React-EU