

Annexe : Fiche de projet Chaire de professeur junior CPJ

Établissement/organisme porteur :

Nom du chef d'établissement/d'organisme : Bénédicte Fauvarque-Cosson

Site concerné : Paris

Région académique : Ile de France

Établissements/organismes partenaires envisagés : -

Nom du projet¹ :

Matériaux pour le stockage de l'énergie et les batteries

Éventuellement acronyme : **BEST** (Batteries and Energy Storage Technologies)

Classement du projet dans liste des CPJ de l'établissement² :

Mots-clés : *stockage énergie – batteries – fuelcell - électrochimie*

Durée visée : 4 ans

Le recrutement est proposé en contrat de chaire de professeur junior pour une durée de 4 ans, ayant vocation à titularisation dans le corps des Professeurs d'université

Thématique scientifique (parmi la liste des thématiques ERC) :

Matériaux pour l'énergie et Electrochimie

Stratégie d'établissement : *décrire en quoi le recrutement est en lien avec la stratégie de l'établissement (2000 signes espace compris)*

Lieu de rencontre entre les mondes académique et professionnel, le Conservatoire national des arts et métiers est un grand établissement d'enseignement supérieur et de recherche. Ses activités visent à soutenir le développement de compétences et de savoirs dans des domaines techniques et industriels de pointe, en prise avec les enjeux contemporains. Les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre, objet de l'Accord de Paris, déclinés dans le package Européen, nécessitent d'augmenter significativement la part de l'électricité de source renouvelable dans le mix énergétique mondial. Comme source, les énergies photovoltaïque et éolienne étant intermittentes par nature, leur part croissante dans le mix augmente mécaniquement la variabilité (sur plusieurs échelles de temps, dont l'intraday) de la demande nette, ainsi le stockage devient un élément prépondérant. De plus, la part croissante de l'énergie électrique dans le transport individuel et le transport routier de marchandises nécessite le développement de technologie en rupture comme les batteries à composants tout solide (polymère ou inorganique) ou de type Zn/air ou Li/Air. Cet ensemble de batteries sont dites de 4^{ième} génération. Parallèlement, l'avènement des technologies de fuel cells pour

¹ En français

² Arbitré ultérieurement

l'utilisation de l'hydrogène nécessitera une optimisation forte afin d'augmenter leur durabilité et leur coût d'utilisation (suppression ou diminution des catalyseurs platinoïdes).

Pour garantir à la France et à l'Europe une avance stratégique dans ces nouvelles technologies et technologies émergentes et ainsi favoriser la réindustrialisation de nos territoires, le Cnam se doit d'être un acteur majeur de ces domaines comme il le fut par le passé. Dans ce contexte, le Cnam développe avec les acteurs industriels des domaines concernés (SAFT, Stellantis, ACC, Arkema, VECTO) des actions de recherche, de formation et de culture scientifique et technique pour accompagner les mutations du secteur. La CPJ vise à renforcer ces activités et à développer des recherches originales, déjà soutenues par Arkema, Stellantis, Dim MaTerre, PEPR Batteries, ACC, ainsi qu'à fournir une formation adaptée aux besoins de l'industrie de l'énergie décarbonée.

La CPJ met à profit les singularités du Cnam liées à l'histoire de l'établissement et à son positionnement actuel. Elle s'intègre pleinement à la politique scientifique du laboratoire d'accueil et rencontre les intérêts d'autres laboratoires et départements qui développent des recherches en sciences de gestion, management de l'innovation, droit international, prospective, ainsi que l'approche patrimoniale portée par le Musée des Arts et Métiers et les bibliothèques. À partir du Cnam, il s'agira aussi de participer à la structuration de la recherche académique sur ces sujets en France.

Stratégie du laboratoire d'accueil : *décrire en quoi le recrutement est en lien avec la stratégie du laboratoire d'accueil (1000 signes espace compris)*

Le laboratoire Procédés et Ingénierie en Mécanique et Matériaux (PIMM, CNRS/Arts & Métiers Sciences et Technologies), est visible pour son expertise incontestée en ingénierie des matériaux, en transformation des matériaux et en compréhension des interactions de l'échelle nano à l'échelle macro des matériaux au cours de toute leur durée de vie. Afin de répondre aux besoins sociétaux avérés par l'urgence climatique et aux orientations Françaises et Européennes, le PIMM développe depuis plusieurs années des activités dans le domaine du stockage de l'énergie et souhaite aujourd'hui en faire un axe majeur de ses travaux de recherche déjà initiés dans les équipes polymères et composites. La CPJ permettra de pérenniser cet axe qui a émergé au cours de la dernière décennie et de continuer son développement (thèses, projets de recherche collaboratifs dans le PEPR Batteries, Ecole de la Batterie, PEPR Photovoltaïque). La CPJ accroîtra la portée et la reconnaissance des travaux déjà en œuvre en favorisant une approche interdisciplinaire via des compétences croisées entre matériaux et électrochimie. Elle renforcera aussi les collaborations développées par le laboratoire en interne et en externe via l'implication et le travail en coordination avec les enseignants-chercheurs du Cnam, du Laboratoire de Chimie de la Matière Consensée de Paris de Sorbonne-Université et les acteurs industriels.

RNSR du laboratoire d'accueil :

Stratégie en termes d'attractivité internationale : *décrire en quoi le recrutement est en lien avec la stratégie internationale de l'établissement (accueil d'étudiants étrangers, partenariats*

avec des établissements étrangers, projet de diplôme commun, participation à un projet européen...) (1000 signes espace compris)

Grand établissement public engagé pour développer une recherche d'excellence et proposer des formations répondant aux grands enjeux actuels, le Cnam cherche à élargir ses coopérations au niveau européen avec des établissements partageant des valeurs et principes visant à atteindre une coopération durable. Parce que les matériaux pour le stockage de l'énergie et l'électrochimie se situent au cœur des enjeux de société et de transition actuels et que ces secteurs sont développés dans un cadre européen et un contexte concurrentiel, la production d'analyses académiques et les collaborations avec des groupes de recherche développant des travaux complétant voire concurrençant une production académique largement produite en Asie et aux États-Unis est essentielle. Un rapprochement avec les centres de recherche tels que le Fraunhofer sera déterminant pour garantir à l'Europe une réussite tant dans le domaine de la batterie que celui de l'hydrogène.

Résumé du projet scientifique : (1000 signes espace compris)

Le projet scientifique a pour but le développement de batteries à base d'électrolytes solides et de polymères qui ont le potentiel de révolutionner les batteries en offrant une plus grande sécurité, une densité énergétique plus élevée et une durée de vie plus longue. Les électrolytes solides ont contribué à concevoir des matériaux pour les batteries Li de nouvelle génération telles que les électrolytes polymères en gel, les électrolytes composites, les électrolytes hybrides. Le développement de ces matériaux est lié à l'optimisation de techniques de transformation. L'extrusion répond à ces besoins et les équipes du PIMM possèdent les compétences de cette technologie. Toutefois, les connaissances fines des matériaux actifs et de leur comportement électrochimique dans des films polymères multicouches restent très partiels. La CPJ apportera le savoir nécessaire aux développements du procédé, à l'adaptation des matériaux, par la compréhension de tous les phénomènes électrochimiques ayant lieu dans ces systèmes complexes multi-échelles. Cela permettra de produire des assemblages de cellules, configuration essentielle pour tester les performances de ces batteries et les analyser.

Résumé du projet d'enseignement : (1000 signes espace compris)

Le projet d'enseignement sera décliné de la façon suivante :

Cours H.T.T. : Paris et régions : Introduction le diplôme d'ingénieur matériaux des fondamentaux de l'électrochimie, des batteries et des matériaux pour le stockage de l'énergie (déjà initié)

Formation en alternance : Création d'une spécialité Matériaux pour les batteries et électrochimie

Formation inter-entreprises via le Cnam Entreprises et la création de modules spécifiques en lien avec les batteries et les applications industrielles.

Participation active aux formations via le projet Ecole de la Batterie

Synthèse financière : décrire les besoins financiers et leur répartition pour mener à bien le projet scientifique (doctorant, post-doctorant, IT, équipement, etc.)

Utilisation du package ANR	€
-----------------------------------	---

Doctorant	
Post-doctorant	140 k€
Ingénieur	
Equipement	10 k€
Fonctionnement (missions, conférences...)	50 k€
Co-financement du package	€
Préciser la nature des co-financements envisagés	2 thèses Ecole de la Batterie
Co-financement de la rémunération de la CPJ	€
Total financé sur CPJ (donc package ANR)	€

Diffusion scientifique : préciser les résultats attendus en termes de diffusion scientifique (publications, communications...)

Le PJ, la.e post-doctorant.e recruté.e grâce à la chaire communiqueront les résultats de leurs travaux dans les séminaires, journées d'étude et colloques internationaux et prépareront des publications, en français et en anglais, dans des revues académiques reconnues du domaine. Les travaux seront systématiques pré-publiés sur HAL (cf. politique du CNRS) et sur un site internet spécialement dédié à la chaire en lien avec les services communications des délégations du PIMM. Les revues en Open Access seront favorisées.

Science ouverte : le projet s'inscrit-il dans une démarche de science ouverte ? Si, oui décrire sa mise en œuvre.

Les travaux seront systématiques pré-publiés sur HAL (cf. politique du CNRS) et sur un site internet spécialement dédié à la chaire en lien avec les services communications des délégations du PIMM. Les revues en Open Access seront favorisées.

Science et société : le projet envisage-t-il une communication auprès du grand public ? Si oui : préciser de quelle manière et à quelle échéance.

Dans le cadre des collaborations construites avec les différents services plus particulièrement chargés des missions de culture scientifique au Cnam (musée, bibliothèque), des opérations de communication auprès du grand public seront mises en œuvre comme des cycles de conférences, et les expositions du Musée du Cnam sur la thématique Energie

Indicateurs : préciser les indicateurs de suivi du déploiement du projet et la méthodologie de leur suivi.

Au sein de l'établissement, le déploiement du projet scientifique et d'enseignement sera suivi à différents niveaux :

- au sein du laboratoire d'accueil, le PJ présentera régulièrement l'avancée des travaux et sera en relation avec le directeur du laboratoire
- le PJ présentera également un rapport devant le Conseil scientifique de l'établissement au bout de deux années d'exercice
- la mise en place d'un enseignement directement articulé à la CPJ sera faite en lien avec l'EPN4 (Mécanique et Matériaux) ; les retours des auditeurs seront pris en compte pour faire évoluer l'enseignement par la suite.

Le suivi au sein de l'établissement s'appuiera notamment sur une évaluation en cohérence avec les pratiques et critères de qualité de la recherche en SMI. Plusieurs indicateurs seront mobilisés :

- évaluation de l'inscription du PJ dans la communauté académique et de sa contribution à la structuration de la recherche académique sur le domaine de la chaire à travers l'organisation ou la co-organisation d'une manifestation scientifique et/ou la coordination d'un ouvrage collectif ou d'un numéro thématique d'une revue de référence ;
- évaluation des recherches personnelles via la prise en compte des publications, conforme aux pratiques en SMI : par exemple 3 articles dans des revues / 1 article dans une revue internationale ; ou selon un autre calcul 1 chapitre de livre collectif / 1 article dans revue internationale ; à quoi pourra s'ajouter la réalisation d'une HDR (ou la publication d'un ouvrage en nom propre) ;
- évaluation de l'implication du PJ dans sa mission de diffusion de la recherche (participation à des événements grand public, participation à l'organisation d'un événement grand public).