

*Les chaires de professeur junior constituent une nouvelle voie de recrutement sur projet de recherche et d'enseignement permettant, au terme du **contrat de pré-titularisation**, et après **évaluation** de la valeur scientifique et de l'aptitude professionnelle de la lauréate ou du lauréat de la chaire par une commission, d'**accéder directement et sans concours** (sous réserve d'évaluation favorable) à un **emploi titulaire dans le corps des professeurs des universités** ([Décret n°2021-1710 du 17 décembre 2021](#)).*

Nom du projet : Batterie Thermique basse Température Eco-Responsable (BETTER)

Section(s) CNU : 60 - 62

Thématique scientifique : Energie

Mots-clés : Fluidique et transferts en milieux poreux - Stockage de chaleur – Fluide proche critique – Analyse du cycle de vie - Filière de valorisation du CO2

Durée de la chaire/du contrat de pré-titularisation : 5 ans

Corps dans lequel l'intéressé.e a vocation à être titularisé.e : Professeur des universités (PR)

Affectation recherche : Département Sciences de l'ingénierie et du numérique - I2M (UMR 5295)

Affectation pédagogique : Collège Sciences et Technologies – UF Sciences de l'Ingénieur

Contexte du projet

Fondamentalement pluridisciplinaire, l'Université de Bordeaux accueille plus de 55 000 étudiants et emploie 6 000 personnels. Elle est dotée d'un budget global de 560 M€.

Lauréate des grands programmes nationaux d'investissement en faveur de l'ESRI, l'Université connaît une trajectoire et une dynamique d'évolution résolument tournées vers un modèle d'université innovante.

Déterminée à poursuivre sa trajectoire de développement initiée ces dix dernières années, l'objectif de l'Université de Bordeaux est de faire de sa position d'université internationale à forte activité de recherche, un levier au service des grands défis scientifiques et sociétaux du 21^{ème} siècle, une source d'inspiration pour une formation supérieure renouvelée, et un atout pour nourrir l'innovation de rupture.

La chaire proposée s'inscrit pleinement dans la stratégie de recherche de l'Université de Bordeaux (UB), notamment structurée autour de 7 Grands Programmes de Recherche (GPR) labélisés en 2021 et établis sur une durée de huit ans. Ces GPR s'inscrivent dans le cadre du renouvellement de la politique de développement de la recherche d'excellence incarnée ces 10 dernières années par les LabEx. Ils visent à doter l'UB de priorités scientifiques contribuant à sa visibilité et son attractivité et sont en cohérence avec la projection de l'établissement sur une stratégie à l'horizon 2030.

La Chaire de Professeur Junior BETTER s'inscrit dans une dynamique ambitieuse au sein de notre université, en parfaite adéquation avec les Réseaux de Recherche Impulsion (RRI, notamment BEST), les Grands Programmes de Recherche (GPR, comme le GPR PPM) et la politique scientifique partagée avec les organismes de recherche partenaires. Ce projet incarne une vision prospective, alignée sur la stratégie de l'établissement et les grandes transformations du plan Horizon 2030.

Sur le plan scientifique, la Chaire BETTER vise à promouvoir une recherche d'excellence axée sur les transitions énergétiques, faisant appel à des approches interdisciplinaires. Elle se positionne comme un catalyseur pour des projets de recherche audacieux, afin de répondre aux défis sociétaux et technologiques contemporains contribuant à répondre aux enjeux de la triple crise anthropologique contemporaine (réchauffement climatique, perte de biodiversité, pollution). En favorisant les synergies entre les différentes disciplines sur lesquelles il s'appuie, ce projet de chaire entre I2M, ICMCB et ISM permettra de favoriser la fertilisation croisée des idées, essentielle pour innover et repousser les frontières de la connaissance. Un des objectifs majeurs visés est de développer une méthode de stockage d'énergie innovante et, concomitamment, de promouvoir une filière vertueuse de valorisation

du CO₂.

L'intégration de la Chaire BETTER dans le RRI BEST centré sur l'industrie du futur (dont le leitmotiv est « mieux fabriquer pour mieux vivre ») en relation avec le GPR Post Petroleum Materials (PPM) permet de renforcer les collaborations avec les organismes de recherche partenaires, créant ainsi un écosystème scientifique dynamique et intégré. Cette collaboration est cruciale pour développer des projets de recherche ambitieux, capables de répondre aux enjeux majeurs de notre époque, tels que la transition écologique, la transformation numérique et les innovations sociales.

Cette Chaire s'inscrit par ailleurs pleinement dans la conduite des grandes transformations du plan Horizon 2030. En mettant l'accent sur l'innovation pédagogique, elle vise à repenser les méthodes d'enseignement et d'apprentissage, en intégrant les dernières avancées technologiques et pédagogiques. Cette démarche est essentielle pour former les chercheurs et les professionnels de demain, capables de relever les défis complexes et interdépendants de notre société et pour améliorer l'attractivité des formations initiales et continues.

La Chaire de Professeur Junior BETTER représente donc une initiative stratégique, alignée sur les ambitions scientifiques, pédagogiques et sociétales de l'université de Bordeaux. Elle incarne une vision prospective et intégrée de la recherche dans le domaine de l'énergie, essentielle pour répondre aux défis de demain et consolider notre positionnement comme acteur clé de l'innovation et de la connaissance dans ce domaine.

Dans cette optique, et en cohérence avec la stratégie d'attractivité et d'internationalisation de l'établissement, il est attendu des candidates ou candidats qu'elles ou ils justifient d'une ou plusieurs expériences post-doctorales, dont au moins une à l'étranger. Ces expériences devront être valorisées par plusieurs publications, témoignant notamment de leur capacité à développer de manière autonome des thématiques de recherche originales.

Job profile

Dans un contexte d'optimisation énergétique aux enjeux socio-environnementaux cruciaux, le projet vise à développer des techniques innovantes de stockage d'énergie dans des fluides proches de la criticité liquide-gaz (CO₂), en rupture avec des techniques existantes, ainsi que dans des matériaux à changement de phase. L'objectif est de créer des batteries thermiques compactes, efficaces et éco-responsables, permettant d'envisager notamment la valorisation du CO₂. Le(la) candidat(e) recruté(e) assurera des enseignements en mécanique, énergétique et innovation durable, stockage et transport de l'énergie, sobriété énergétique et production d'énergie renouvelable. Il(elle) contribuera aussi à l'amélioration des formations initiales et à la formation continue sur le stockage de chaleur.

English version :

Within a context of energy optimization which represents crucial socio-environmental issues, the project aims at developing innovative energy storage techniques in fluids close to liquid-gas criticality (CO₂), following drastic alternative techniques, and also using phase-change materials. The aim is to create compact, efficient and eco-responsible thermal batteries, which would make possible a valuable use of CO₂, in particular. The successful candidate will teach courses in mechanics, energy and sustainable innovation, energy storage and transport, energy efficiency and renewable energy production. He/she will also contribute to the improvement of academic training and continuing training courses on heat storage.

Rémunération / financement du projet :

- **Rémunération** de la lauréate ou lauréat de la chaire par référence à l'INM (Indice Nouveau Majoré) 735 soit un salaire brut annuel de 42 700 €.
- **Soutien financier** incluant des crédits de fonctionnement, d'équipement et de personnels à hauteur de 423 000€ au total, sur la durée du projet : l'objectif est de donner à la personne recrutée l'ensemble des moyens nécessaires à la poursuite et au développement d'activités de recherche de pointe. Ce financement inclut une enveloppe de 224 000€ mobilisable pour des collaborateurs contractuels incluant une combinaison de doctorants/post-doctorants/assistants de recherche, à définir avec le titulaire de la chaire et en lien avec le laboratoire. Il est complété par un apport multisupport venant du laboratoire à hauteur de

199 000€ qui sera affecté à des équipements, des frais de fonctionnement et au financement d'un postdoctorat de deux ans.

Les dépenses prévisionnelles (hors salaire de la chaire) sont réparties comme suit :

Dépenses		Recettes	
PERSONNELS	524 000 €	Financement MESRI de la CPJ	299 000 €
dont Chaire de professeur junior	299 000 €	Financement ANR (package)	200 000 €
dont collaborateurs contractuels (doctorants,...)	224 000 €	Cofinancier Région	52 000 €
dont Autres, à préciser	0 €	Cofinancier IDEX BEST	26 000 €
FONCTIONNEMENT / EQUIPEMENT	199 000 €	Cofinancier Région + CNES (Bdx INP)	100 000 €
dont Achats Fonctionnement	80 000 €	Ressources propres	45 000 €
dont Missions et frais de déplacements	19 000 €		
dont Equipement	100 000 €		
TOTAL	722 000 €		722 000 €

Projet scientifique

Stratégie du laboratoire d'accueil :

I2M travaille depuis de nombreuses années, seul et au travers de collaborations, académiques et industrielles, sur le stockage de l'énergie et son transport. L'expertise acquise concerne (i) le stockage multi-physique de l'énergie (fluides en conditions thermodynamiques particulières, matériaux à changement de phase), (ii) les bâtiments économes en énergie, (iii) la durabilité et l'optimisation de systèmes de production économes et (iv) la caractérisation des milieux hétérogènes. Ces thématiques sont supportées par la région Nouvelle Aquitaine, le RRI BEST, un projet 80PRIME CNRS en partenariat avec l'ICMCB, le GPR PPM (avec ISM). L'I2M ambitionne de recruter, avec ses partenaires (ISM, ICMCB) une dizaine de non-permanents pour développer des batteries thermiques basse température innovantes, en utilisant l'analyse du cycle de vie pour minimiser l'impact environnemental et tenir compte des enjeux socio-économiques. Cette CPJ permettra d'amplifier la dynamique enclenchée.

Stratégie en termes d'attractivité internationale :

Ce projet se positionne sur un thème de recherche de pointe, en rupture, sur le stockage de chaleur, à l'aide d'approches innovantes qui devraient faire du campus bordelais le leader sur le sujet (stockage dans le CO2 proche du point critique, matériaux à changement de phase). Des collaborations existent déjà avec le Mexique, l'Australie, la Nouvelle Zélande ; I2M est un acteur majeur de la société Internationale InterPore. Ce projet prévoit le lancement d'un nanosatellite. Un projet ERC sera déposé par le(la) lauréat(e) de la CPJ dans la continuité de sa chaire.

La personne recrutée renforcera l'offre de formation de l'UB en développant des enseignements en langue anglaise sur la sobriété des systèmes énergétiques complexes. Cela s'inscrit pleinement dans les attentes des grands programmes pédagogiques de l'UB (ACT, InnovationS, ENLIGHT) et le thème « Energie et Circularité ». Ces enseignements permettront de "certifier" les compétences d'ingénieurs mécaniciens (et chimistes) sur ces thématiques.

Résumé du projet scientifique :

Aujourd'hui l'énergie perdue dans les différents réseaux est du même ordre que dans les années 70 (30% au moins). Certains pays récupèrent cette énergie pour la stocker dans des réservoirs d'eau chaude sanitaire. C'est insuffisant. La France a peu développé les réseaux de chaleur (récupérer, stocker et transférer). Stocker de grandes quantités de chaleur nécessite de nouveaux systèmes

optimisés et impose des défis scientifiques majeurs en termes d'efficacité énergétique et de bilan environnemental de ces systèmes multi-physiques.

Ce projet portera sur la maîtrise et le développement de techniques multi-échelles innovantes de stockage d'énergie calorifique dans des fluides proches de la criticité liquide-gaz (CO₂) et dans des matériaux à changement de phase, et sur l'ingénierie optimale des transferts en leur sein. L'objectif est d'aboutir à des batteries thermiques ultra compactes, très efficaces et éco-responsables, tenant compte de l'analyse de leur cycle de vie aux diverses échelles.

Diffusion scientifique :

- Publication des résultats scientifiques sur ces thèmes très innovants dans des revues internationales de très grande renommée, comme Journal of Fluid Mechanics, Physical Review Fluids, Energy and Environmental Science, Joule et Nature Sustainability..
- Présentation des résultats scientifiques dans des conférences internationales phares du domaine comme Sustainability in Energy and Building and Life Cycle Management (LCM) et ICED, Conférence Internationale de la société savante Design Society.
- Réponses à des appels à proposition de projets de recherche et d'innovation au niveau Européen, national et régional, et, à terme, montage de thèses CIFRE avec des industriels.
- Organisation de conférences internationales et/ou de sessions dans des conférences internationales en lien avec le thème. Organisation de workshops à l'échelle européenne.
- Participation à des manifestations grand public (voir Science et société).

Science ouverte :

Ce projet s'inscrit dans une démarche de science ouverte selon la feuille de route du CNRS et politique de l'Université de Bordeaux, à travers les dépôts institutionnels ou archives ouvertes HAL et OSKAR.

Science et société :

Les activités de cette chaire seront diffusées au grand public dans le cadre d'actions spécifiques, organisées par I2M (en partenariat avec ICMCB et ISM), avec les services de communication de l'Université de Bordeaux. Ces actions pourront par exemple être réalisées avec Cap Science, pour sensibiliser le grand public aux enjeux et aux solutions réalistes possibles.

L'université de Bordeaux, dans le cadre de sa politique en matière de transitions, porte un dispositif de Living Labs dont l'animation passe par la construction de communautés partageant un fort intérêt pour les enjeux environnementaux et sociétaux, constituées d'acteurs de la recherche, de services opérationnels, de partenaires et collectivités, d'étudiants engagés et de citoyens.

Au sein du Living lab Energie « Accompagner la transition énergétique de nos campus », sont mises en place des actions très opérationnelles mais également des soutiens à des projets plus amonts visant à concevoir et tester des solutions durables sur nos campus avec pour objectif final un transfert vers la société. Au-delà des initiatives autour de la sobriété énergétique que le Living lab soutient, contribuer à l'effort en matière de stockage d'énergie, actuellement un des enjeux majeurs pour l'avenir, en parallèle avec les réseaux de distribution/production de chaleur intelligents, reste un objectif important de l'établissement.

Le projet de CPJ présenté ici entre bien dans cette dynamique en cours de construction avec le soutien notamment du grand-programme ACT, sur un enjeu fondamental en matière d'énergie durable et décarbonée.

Projet d'enseignement

Le(la) candidat(e) recruté(e) assurera des enseignements au sein de la filière Mécanique et Ingénierie de l'Unité de Formation des Sciences de l'Ingénieur (UF SDI), et plus particulièrement :

- dans les parcours « Génie Énergétique » et « Mécanique » de la licence « Sciences Pour l'Ingénierie », en mécanique générale, mécanique des fluides et transferts thermiques ;
- dans les parcours « Génie Énergétique » et « Génie Mécanique » du master « Mécanique » de l'UF SDI. Ces enseignements relèveront de l'énergétique et innovation durable, du stockage et transport de l'énergie, de la sobriété énergétique et de la production d'énergie renouvelable et également de l'instrumentation et mesure dans le tronc commun du master de Mécanique.

Il(elle) devra aussi contribuer à l'amélioration continue de l'offre de formation des masters Mécanique et du parcours orienté « Structure » de la filière IMSAT, au développement de nouvelles pratiques pédagogiques au sein de ces formations en articulation avec le monde socio-économique et les enjeux sociétaux, et à la formation tout au long de la vie sur le stockage de chaleur.

Le service annuel sera de 64hTD, sans possibilité d'effectuer des heures complémentaires.

Indicateurs de suivi du déploiement du projet :

- Production scientifique, valorisation.
- Collaborations initiées dans le cadre de la chaire.
- Montage de projets.
- Nombre d'étudiants encadrés.
- Suivi du déroulé de la charge d'enseignement et des obligations de service.

La production scientifique visée est d'au moins 2 publications internationales par an dans des revues internationales de grande renommée.

La valorisation des travaux sera confiée à Aquitaine Science Transfert.

La chaire permettra de poursuivre des collaborations scientifiques de l'UMR I2M avec les UMR ICMCB et ISM (en particulier le groupe sur l'analyse du cycle de vie CyVi) comme partenaires, en lien avec le service des relations industrielles de l'université de Bordeaux. Un effort particulier sera fait pour monter des projets CIFRE avec des industriels. A terme, un projet ERC sera préparé.

Les projets montés dans le cadre de cette chaire seront portés par l'Université de Bordeaux.

La personne recrutée sera accompagnée sur la période de pré-titularisation afin qu'elle soutienne son Habilitation à Diriger des Recherches (HDR), si elle n'en est pas déjà titulaire.

Contacts :

Recherche : Jean-Luc BATTAGLIA, jean-luc.battaglia@u-bordeaux.fr
Pédagogique : Denis TEISSANDIER, denis.teissandier@u-bordeaux.fr

Conditions à remplir pour se porter candidate ou candidat :

- ➔ Etre titulaire du **doctorat** ou de diplômes universitaires, titres et qualifications dont l'équivalence avec le doctorat devra être reconnue par le conseil académique de l'établissement.

Aucune condition d'âge, ni de nationalité n'est imposée.

Ce poste est accessible aux personnes en situation de handicap qui pourront, le cas échéant, bénéficier d'un aménagement d'épreuves rendu nécessaire par la nature du handicap

Modalités de dépôt de candidature :

Les candidates et candidats doivent enregistrer leur candidature et joindre obligatoirement les documents constitutifs de leur dossier au format .pdf sur le site du ministère chargé de l'enseignement supérieur et de la recherche, via l'application [Odyssée](#).

- ➔ Vous devez préalablement créer votre compte Odyssée en cliquant sur « Créer un compte »
- ➔ Complétez toutes les rubriques demandées pour la création du compte, « Mes informations personnelles » ainsi que « Mon adresse postale personnelle ». Parmi les informations demandées, figure votre numéro de candidat GALAXIE : sont concernés par cette option, uniquement les candidats qui disposaient préalablement d'un compte GALAXIE
- ➔ Une fois les informations complétées, vous recevrez un message à l'adresse mail que vous avez renseignée. Cliquer sur le lien figurant dans le mail
- ➔ Vous accédez à la page de connexion, pour vous permettre de définir un mot de passe. Vous devez alors cliquer sur « mot de passe oublié »

- Apparaît alors la fenêtre de « réinitialisation de mot de passe ». Vous devez saisir l'adresse email que vous avez renseignée dans Mes informations personnelles au moment de la création du compte
- Vous recevrez alors un nouveau message à l'adresse mail que vous avez renseignée. Cliquer sur le lien figurant dans le mail
- Vous arrivez enfin sur la page de définition d'un mot de passe. Vous pouvez choisir votre mot de passe et le confirmer
- Une fois connectés, sélectionnez l'onglet « Procédures » puis la rubrique « Recrutement EC »
 - Cliquez sur « offres de poste » ou « Accéder aux offres de poste »
 - Sélectionnez l'offre, puis une fois le détail de l'offre affichée, cliquer sur « postuler à l'offre de poste »

Les candidates et candidats établissent un dossier composé :

- d'un formulaire de candidature saisi en ligne (Odyssée/Recrutement EC)
- d'une version numérique des documents suivants :
 - une pièce d'identité avec photographie ;
 - une pièce attestant de la possession d'un doctorat, tel que prévu à l'article L.612-7 du code de l'éducation, ou d'un diplôme dont l'équivalence sera reconnue selon la procédure fixée au 1° de l'article 5 du décret du 17 décembre 2021 susvisé ;
 - rapport de soutenance du diplôme produit ;
 - présentation analytique des travaux, ouvrages articles et réalisations réalisée sur la maquette de la « fiche de candidature CPJ » (à télécharger directement sur la [page CPJ du portail Galaxie](#)) **à déposer en document 1 dans les « titres et travaux »** ;
 - principaux titres et travaux indiqués dans la présentation analytique.

Les documents administratifs ainsi que le rapport de soutenance rédigés en tout ou partie en langue étrangère sont accompagnés d'une traduction en langue française dont le candidat atteste la conformité sur l'honneur. A défaut, le dossier est déclaré irrecevable.

La traduction de la présentation analytique ainsi que des travaux, ouvrages, articles et réalisations est facultative.

ATTENTION : Vous ne pouvez valider la candidature que si tous les documents sont déposés dans votre dossier de candidature. Si un document manque, il n'y aura pas de coche verte en face de la rubrique dans le sommaire.

L'ensemble de ces documents doit être déposé en version numérique, au plus tard à la date indiquée dans l'avis de recrutement.

Vous pouvez modifier votre candidature jusqu'à la date limite indiquée sur l'offre de poste (attention à ne pas dépasser 16 h, heure de Paris).

Tout dossier incomplet à la date limite susmentionnée est déclaré irrecevable.

Modalités de sélection des candidatures :

Seules seront convoquées en audition les personnes préalablement sélectionnées sur dossier par la commission de sélection, dont la composition sera rendue publique avant le début de ses travaux.

Les auditions pourront se dérouler en présentiel ou à distance, selon la décision de la commission de sélection.

Les auditions pour ce projet ne comprendront pas de mise en situation professionnelle.

Toutes les personnes candidates accéderont au suivi de leur candidature et aux résultats en utilisant le numéro de candidat et le mot de passe personnel Odyssée.

Tout candidat ou toute candidate retenu.e sur un ou plusieurs emplois à l'issue de la procédure devra s'engager sur l'application dédiée à occuper l'emploi.