

Projet : FOLIAGE (FOrecasting of LI-ion battery AGEing)

Description du sujet

Les batteries lithium-ion (LiB) sont aujourd'hui des technologies de stockage d'énergie privilégiées, mais elles rencontrent des défis liés au vieillissement et au diagnostic énergétique. Ce projet de collaboration entre la France et le Canada vise à améliorer les outils de diagnostic et de prédiction du vieillissement des batteries pour optimiser leur performance et leur durée de vie. Il implique une thèse en cotutelle et le développement de méthodes de mesure et de modèles mathématiques pour prédire le comportement des modules de batteries. Les équipes de l'Université de Sherbrooke (UdeS) et de l'Université Grenoble Alpes (UGA) travailleront ensemble pour relever le défi du passage de l'échelle de la cellule au pack de batteries.

La méthodologie inclut une première phase de revue bibliographique qui conduira au choix des techniques de mesures les plus appropriées (électrochimiques, physiques), d'une approche de modélisation (empirique, circuits équivalents, apprentissage automatique, etc.), à la sélection d'une application (mobile, stationnaire) et de la chimie de cellules Li-ion et enfin à l'identification des mécanismes de vieillissement appropriés. Une deuxième phase expérimentale permettra de collecter les données de vieillissement sur des cellules puis des modules et de développer un modèle d'assemblage de cellules pour caractériser l'état de santé (SOH) de celles-ci. Dans une dernière phase, le modèle final sera utilisé pour évaluer différents scénarios de vieillissement et répondre aux besoins de diagnostic dans les applications pratiques.

La thèse sera réalisée en cotutelle pour une durée de 18 mois en France puis 18 mois au Canada. En France, deux laboratoires sont impliqués le LEPMI et le GIPSAlab.

Responsabilités spécifiques au projet
Effectuer la revue de littérature sur le sujet
Se familiariser avec les techniques de vieillissement des cellules, leur diagnostic et les modèles existants pour le représenter
Mesurer les paramètres de design et estimer les principales propriétés de transport et de réaction électrochimique
Établir un plan d'expérience, mettre au point le montage et faire les essais
Construire, calibrer et utiliser le modèle pour l'étude de différents scénarios de vieillissement

Date de début souhaitée : Avant 31 décembre 2025

Nature du financement

Financement public

Précisions sur le financement : à discuter avec la personne candidate

Présentation des établissements et des laboratoires d'accueil

En France, le Laboratoire d'Électrochimie et de Physicochimie des Matériaux et des Interfaces (LEPMI) rassemble des compétences dans la plupart des domaines de l'électrochimie, notamment dans la production et le stockage électrochimique de l'énergie, en y associant le Génie des Procédés. Le LEPMI a développé une expertise, d'une part, sur la caractérisation et le diagnostic des batteries à l'aide de techniques expérimentales couplées (physiques, électrochimiques) et d'autre part, sur la modélisation des LiB, du matériau au système. Le LEPMI possède également une plateforme de caractérisation et de cyclage de cellules des LiB. D'autre part, le GIPSA-lab est un laboratoire de recherche mixte du CNRS, de Grenoble INP-UGA et de l'Université de Grenoble Alpes. Il mène des recherches théoriques et appliquées sur l'automatique, le traitement des signaux et des images, la parole, la cognition et la robotique. Les recherches à GIPSA-lab

sont pluridisciplinaires, se confrontant à des mesures, des données, des observations provenant des différents systèmes, avec l'objectif de concevoir des méthodologies et des algorithmes de traitement et d'extraction de l'information, de décisions, d'actions et de communications viables. Par ailleurs, le LEPMI et le GIPSA-lab disposent tous deux d'outils de modélisation et de calcul tel que Comsol, Matlab, etc.

Au Canada, l'Université de Sherbrooke (UdeS) se distingue des autres universités canadiennes en matière de développement durable (certification STARS platine) et par la qualité de ses programmes de formation. La Faculté de génie de l'UdeS se caractérise par son dynamisme et par ses liens avec l'industrie. Pour favoriser sa croissance à long terme, elle mise sur plusieurs initiatives interdisciplinaires et domaines en émergence. L'UdeS donne accès à plusieurs plateformes de recherche et d'analyse des matériaux qui disposent d'un parc d'équipements de caractérisation et de bancs d'essais à la fine pointe. De plus, le Centre des Technologies Avancées (CTA-BRP-UdeS) comporte plusieurs laboratoires dédiés à l'électrification des véhicules. La personne étudiante bénéficiera d'un accès à une infrastructure de calcul moderne incluant :

- Des serveurs pour la mise au point des modèles;
- Des superordinateurs disponibles à travers le réseau de l'Alliance de recherche numérique du Canada.

À travers laquelle plusieurs licences de logiciels commerciaux tel que Ansys ou Comsol, sont également disponibles pour le calcul scientifique.

La personne choisie travaillera dans 2 équipes multidisciplinaires et multiculturelles.

Coté canadien, le groupe concerné est formé autour du Professeur Désilets d'un technicien de recherche, d'un professionnel de recherche, de 2 postdoctorants et de 9 doctorants. Nos groupes de recherche sont engagés dans la mise en place de mesures respectant les principes EDI (voir <https://www.usherbrooke.ca/edi/>).

Coté LEPMI, le doctorant sera intégré dans le groupe travaillant sur les batteries, constitué d'une quinzaine de thésards et de post-doctorants.

Site web :

<https://www.usherbrooke.ca>

Profil du candidat

Formation préalable : génie (électrochimique, chimique, procédés, mécanique, énergétique ou autres disciplines pertinentes du génie), physique, chimie industrielle.

Compétences requises : connaissances de base en transfert thermique et de masse, en électrochimie et en simulation numérique, familière/familier avec l'analyse statistique de données expérimentales et avec l'utilisation de langages de programmation comme Matlab ou Python.

Dans ce projet, la personne étudiante sera formée dans le domaine du diagnostic énergétique et de la durée de vie des batteries lithium-ion et dans le domaine de la modélisation numérique. Elle participera au développement d'outils d'ingénierie dans un domaine en pleine croissance. À terme, ces outils auront un fort impact stratégique et économique l'industrie et la société.

Éléments à fournir pour la candidature

Curriculum vitae, Relevés de notes universitaires

Pour plus d'information, contacter Pr. Pierre-Xavier Thivel, pierre-xavier.thivel@grenoble-inp.fr, Pr. Yann Bultel, yann.bultel@grenoble-inp.fr, <https://lepmi.grenoble-inp.fr/>, Dr. Antoneta Bratcu antoneta.bratcu@grenoble-inp.fr

et Pr Martin Désilets (martin.desilets@usherbrooke.ca), <https://www.usherbrooke.ca/genie-chimique-biotech/departement/professeurs/martin-desilets>