

---

## Sujet de Master n°1 LEPMI – IBIS 2

**Titre :** Etude du vieillissement et modélisation du comportement électrochimique de cellules Lithium-ion sous sollicitation de charge rapide pulsée en condition automobile

**Environnement de recherche :** Le LEPMI, laboratoire de recherche en Electrochimie, Matériaux, Interfaces et Génie Electrochimique, propose un stage de Master sous les directions de Yann Bultel, (enseignant-chercheur Grenoble-INP) et de Pierre-Xavier Thivel (enseignant-chercheur Grenoble-INP). Le projet vise à étudier et à modéliser les mécanismes de dégradation subis par une batterie lors de charge rapide constitué de pulses de tension.

**Défis :** Dans le cadre de la transition énergétique et du développement de la mobilité électrique, les batteries font parties aujourd'hui du panel de solutions. A titre d'exemple, la décision de l'UE de convertir le parc de véhicules thermiques actuel vers un parc de véhicules électriques pour 2035, donne une idée du développement attendu des batteries et notamment des batteries Lithium-ion. Les batteries sont également envisagées dans le cadre d'application stationnaire comme stockage des énergies renouvelables par nature intermittentes. De nombreux verrous scientifiques sont encore au rendez-vous en vue d'améliorer leur fiabilité et leur durée de vie et donc de diminuer leur impact environnemental. Par ailleurs, en vue du développement du véhicule électrique, la charge rapide reste un sujet plus que d'actualité. La promesse d'une charge rapide (de l'ordre de 10 à 20 minutes) constitue pour chaque constructeur un défi et un argument de vente indéniable. Cependant, une charge rapide peut entraîner des dommages irréversibles tels que des dégradations électro-mécaniques et chimiques ou un dépôt de lithium durant les processus de charge/décharge, qui réduisent l'autonomie et la durée de vie de la batterie. Dans le cadre du projet IBIS porté par Stellantis, SAFT, E2CAD et Sherpa Engineering avec l'appui des laboratoires GeePs, Lepmi et SATIE, nous avons développé un protocole de charge rapide basé sur un contrôle en pulses de tension très efficace. Ce sujet de master s'inscrit dans le cadre de cette collaboration industrielle avec Stellantis pour l'étude des charges rapides afin d'avoir une meilleure compréhension des phénomènes internes à la batterie et de proposer une modélisation fine de ces phénomènes.

**Objectifs :** Dans le cadre de la mobilité électrique, la charge rapide est devenue aujourd'hui une nécessité. Cependant, quel que soit le protocole choisi, les charges rapides entraînent des dégradations et limite la durée de vie des batteries. En effet, lors d'une charge rapide, les déformations mécaniques liées aux phénomènes thermiques (expansion physique), aux phénomènes électrochimiques d'insertion/désinsertion (expansion chimique) et aux dégradations irréversibles de l'électrolyte impactent fortement la durée de vie de la batterie. De

plus, un dépôt de lithium peut se former pouvant impacter le comportement en sécurité de la batterie. L'originalité de ce stage de Master porte sur un nouveau protocole innovant basé sur des pulses de tension. Le master aura donc pour objectifs d'étudier et de simuler les mécanismes de dégradation liés à des protocoles de charge rapide pulsé (notamment le lithium plating).

Les essais permettront d'une part d'étudier les mécanismes de vieillissement mais d'autre part alimenter et de valider le modèle développé. Une fois le modèle validé, les simulations permettront d'affiner le protocole en vue de réduire les conditions conduisant aux dégradations.

### **Plan de travail :**

- État de l'art des mécanismes de vieillissement
- Définition des protocoles et mise en œuvre d'une campagne de mesures de vieillissement
- Modélisation sous Comsol

**Conditions et environnement :** Le laboratoire LEPMI offre un environnement scientifique riche combinant enseignement et recherche. D'un point de vue expérimentale, les activités du LEPMI reposent sur l'utilisation de nombreux outils de caractérisation dont un plateau technique dédié à la caractérisation et au cyclage des batteries. Le laboratoire entretient également des relations suivies et privilégiées avec les grands instruments du site grenoblois : ESRF et ILL pour la caractérisation structurale des matériaux et des surfaces, essentiellement pour les générateurs électrochimiques (batteries, piles à combustible). Enfin, des outils de simulation tels que MATLAB, COMSOL, sont largement utilisés.

Ce stage de Master s'inscrit dans le cadre d'un projet industriel avec un constructeur automobile (Stellantis).

Ce stage de master sera gratifié conformément à la réglementation en vigueur.

### **Profil souhaité et connaissances techniques :**

Les candidats devront avoir une solide formation en électrochimie avec une appétence pour la modélisation. Une connaissance des batteries lithium-ion sera un plus apprécié.

**Compétences :** Rigueur / Fiabilité (respect des engagements) / Capacité d'analyse et de synthèse.

**Mots Clé :** Batteries lithium-ion, Charge rapide, Mécanisme de dégradation, Modélisation

**Contacts :** [yann.bultel@grenoble-inp.fr](mailto:yann.bultel@grenoble-inp.fr), [pierre-xavier.thivel@grenoble-inp.fr](mailto:pierre-xavier.thivel@grenoble-inp.fr)