

## OFFRE DE STAGE

### Description de l'entreprise :

Baalbek Management est une société de conseil spécialisée depuis 10 ans sur le secteur de l'énergie, notamment dans l'innovation, la transition énergétique (Smart Energy, Smart Home/Building, Smart City, stockage d'électricité, ENR), et la Data Science.

Nos typologies d'interventions auprès de nos clients sont :

- Accompagnement Client :

- Etudes d'émergence et d'opportunité
- Appui au pilotage de programmes / PoC / Pilotes
- Product Owning / Management
- PMO

- Stratégie et Innovation :

- Qualification et lancement de nouvelles offres produits et services
- Etudes d'impacts des évolutions réglementaires et technologiques
- Processus et management de l'innovation
- Accompagnement des stratégies d'innovation

- Data Science :

- Algorithmie
- IA / Machine & Deep Learning
- Elaboration de « Business Case » de valorisation des datas

### Description du Laboratoire partenaire :

L'équipe Electrochimie et Liquides Ioniques du laboratoire PHENIX (Sorbonne Université) est spécialisée dans l'étude des dispositifs de stockage électrochimique de l'énergie. Elle fait partie du réseau national pour le stockage de l'énergie (RS2E, <https://www.energie-rs2e.com/fr>). Une des principales expertises de l'équipe concerne la simulation des matériaux et des électrolytes par des techniques multi-échelles, et plus récemment par des approches de machine learning.

### **Description of the project:**

Despite tremendous progress in Li-ion battery performance and reliability in the last decade, degenerative processes and external stresses will always lead in time to the failing of any cell. Integrating sensors directly inside the battery cell to monitor its internal parameters could help us gather useful data in order to evaluate its state at a given time<sup>1</sup>.

Accordingly, figures of merit such as the states of charge, health, power, energy and safety (SoX) indicators are widely used to estimate the condition of a battery<sup>2</sup>. State of Health (SoH) in particular is a critical but challenging indicator to determine as it evaluates the performance of the battery as it ages and deteriorates<sup>3</sup>. Among other methods, machine learning techniques can be applied to evaluate the SoH of a battery from the input of its internal parameters<sup>4</sup>.

This project aims to apply advanced deep learning architectures such as LSTM to develop a model of determination of the SoH of a Li-ion battery. Eventually, data input from internal sensors integrated inside real battery cells will be used to evaluate its performances in terms of precision and calculation time compared with conventional methods.

### **Specific technics or methods:**

This project will involve heavy data manipulation, data cleaning, and building deep neural networks architecture.

The candidate should therefore exhibit a strong background in applied mathematics, numerical methods, artificial intelligence techniques (including machine learning and deep learning) and programming preferably in Python.

Knowledge in electrochemistry and/or batteries engineering or capacity to rapidly acquire it would be appreciated.

### **References:**

1. Nascimento, M. *et al.* Internal strain and temperature discrimination with optical fiber hybrid sensors in Li-ion batteries. *J. Power Sources* **410–411**, 1–9 (2019).
2. Hu, X. *et al.* State estimation for advanced battery management: Key challenges and future trends. *Renew. Sustain. Energy Rev.* **114**, 109334 (2019).
3. Berecibar, M. *et al.* Critical review of state of health estimation methods of Li-ion batteries for real applications. *Renew. Sustain. Energy Rev.* **56**, 572–587 (2016).
4. Vidal, C., Malysz, P., Kollmeyer, P. & Emadi, A. Machine Learning Applied to Electrified Vehicle Battery State of Charge and State of Health Estimation: State-of-the-Art. *IEEE Access* **8**, 52796–52814 (2020).

### **Si vous êtes intéressé.e :**

Et que vous êtes en Master 2 / dernière année de Grande Ecole, passionné.e, prêt.e à travailler dans une petite équipe avec peu de hiérarchie, soudée, avec un fort esprit d'équipe, contactez-nous :

- Tamara LEROS, dirigeante, [tamara.leros@baalbek-management.com](mailto:tamara.leros@baalbek-management.com)
- Mathieu SALANNE, professeur, [mathieu.salanne@sorbonne-universite.fr](mailto:mathieu.salanne@sorbonne-universite.fr)