

DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **13 janvier 2025**

Nom de famille et prénom de l'auteur. e : **Monsieur Quentin MAYEMBA**

Titre de la thèse : Développement d'algorithmes d'intelligence artificielle pour estimer l'état de santé des batteries lithium-ion

Résumé



Le marché des batteries lithium-ion connaît une croissance importante grâce à diverses applications en plein essor, comme l'électronique portable, la mobilité électrique et le stockage stationnaire. Cependant, l'énergie emmagasinable et la puissance disponible de ces batteries diminue avec le temps et/ou avec le nombre de cycles de charge et décharge. En effet les réactions parasites se produisant à l'intérieur de chaque cellule constituant ces systèmes de stockage contribuent au vieillissement des batteries, entraînant une augmentation de leur résistance interne et une perte de leur capacité. Anticiper ces phénomènes de vieillissement nécessite de modéliser la dégradation des performances des batteries. Pour relever cet enjeu, il est nécessaire de développer des modèles robustes de vieillissement de batteries. Dans ce contexte, les modèles de machine learning apparaissent prometteurs. Les présents travaux de recherche se concentrent sur le développement de modèles d'apprentissage automatique pour le vieillissement des batteries lithium-ion à l'échelle de la cellule. Tout d'abord, l'état de l'art concernant le vieillissement des batteries lithium-ion et l'application de l'apprentissage automatique pour sa modélisation sont présentés. Les modèles de machine learning s'appuyant sur des données de vieillissement de batteries, une étude approfondie des différentes bases de données disponibles dans la littérature est proposée. De cette étude, 3 bases de données ont été sélectionnées pour leur qualité et parce qu'elles proposent des applications variées : la première ne comporte que du vieillissement calendaire tandis que les deux autres incluent des profils de cas d'usage différents (véhicules électriques et avions électriques). La base de données calendaire est utilisée pour comparer différents modèles de machine learning. Les résultats montrent que le modèle XGBoost offre les meilleures performances. Par la suite, les travaux se sont portés sur plusieurs approches permettant d'entraîner et de tester les modèles sur n'importe quel type de vieillissement. Ces approches générales ont été appliquées aux trois bases de données. Les performances obtenues ont été comparées à celles de modèles empiriques (l'un commercial, l'autre considéré comme basique). Les modèles développés dans le cadre de nos travaux de recherche se sont révélés, selon les cas, a minima compétitifs et au mieux meilleurs que le modèle commercial. Sur l'ensemble des données de test, il est proposé une approche divisant par 2 la RMSE

en comparaison au modèle commercial. Pour finir, des approches complémentaires sont envisagées, notamment en utilisant les résultats de modèles empiriques comme entrée d'un modèle d'apprentissage automatique. Des perspectives de ces travaux pourraient contribuer à une meilleure optimisation des performances des batteries lithium-ion, avec des applications possibles dans des domaines tels que la gestion prédictive de l'énergie et l'amélioration de la sûreté de fonctionnement des systèmes de stockage d'énergie.

Mots-clés : Batteries, Dégradation, apprentissage automatique, Données, Vieillesse, lithium-ion