

# Fouille de séries temporelles pour l’explicabilité de la dégradation de l’état de charge des batteries Lithium-ions

Massimo Venuti\* Ahmed Samet\* Franco Giustozzi\* Théo Heitzmann\* Tedjani Mesbahi\*

\**ICUBE (UMR CNRS 7357) INSA Strasbourg, France*  
firstname.lastname@insa-trasbourg.fr,

**Résumé.** Dans ce papier, nous abordons le problème d’explicabilité dans la compréhension du vieillissement des batteries Lithium-ions pour la mobilité électrique. Pour cela, nous développons un modèle prédictif reposant sur un réseau de neurones convolutionnels sur des données de l’état de charge de batteries générées dans notre laboratoire. Cette prédiction est expliquée par les valeurs de Shapley. Une fouille de motifs dans des séries temporelles issues de l’explicabilité, par l’approche matrix profile, permet d’identifier les motifs responsables du de la dégradation accélérée.

## 1 Introduction

L’apprentissage profond a contribué à l’essor du domaine de l’intelligence artificielle. Cependant, les réseaux neuronaux profonds (DNN) sont faibles dans l’explication et l’interprétation de leurs processus d’inférence et des résultats finaux. Un exemple réel illustrant le besoin d’IA explicable est l’exemple des applications du transport électrique utilisant les batteries Lithium-ions (Li-ion). Tout au long de leur vie, les batteries Li-ion se dégradent avec l’utilisation (périodes de conduite) et le temps (vieillessement calendaire)(Lee et al., 2022). Plusieurs modèles se fondent sur les DNN avec des précisions suffisantes(Collath et al., 2022). Récemment, (Lee et al., 2022) ont proposé une approche explicable utilisant les valeurs de Shapley(Lundberg et Lee, 2017). L’explicabilité est appliquée à une approche endogène de régression (prédire une variable à partir des constatations passées). Malheureusement, ces approches demeurent néanmoins peu explicables et n’identifient pas les raisons des dégradations accélérées du SoC (Rudin, 2019). En effet, pour comprendre le vieillissement des batteries Li-ion, il faudrait expliquer "pourquoi" notre modèle arrive à la décision plutôt que de répondre au "comment" il trouve ce résultat. Dans les applications automobiles, Le SoC (State of Charge en anglais) ou état de charge est considérée comme l’un des paramètres le plus important pour sa maintenance. En effet, prédire une valeur très précise du SoC permettra d’éviter des incidents tels que la surcharge et la décharge profonde de la batterie. Il s’agit d’un taux ou d’une valeur comprise entre 0 et 1 qui indique directement la quantité d’énergie restant dans une batterie pour alimenter un appareil électrique (Hannan et al., 2021). Le SoC est défini par la relation suivante :  $SoC = \frac{Q_{rest}}{Q_{nom}}$ , où  $Q_{rest}$  est la capacité libérable restante de la batterie à un certain niveau de charge et  $Q_{nom}$  est la capacité nominale de la batterie.