

Vieillessement électrique : analyse des indicateurs physiques et de prédiction de la durée de vie de l'isolation électrique

Nesrine DJEDDOU^{1,2}, Olivier DEBLECKER¹, Bashir BAKHSHIDEHZAD¹, Fabrice MORGANTI², Stéphane DUCHESNE²,

¹ Service de Génie Electrique, Faculté Polytechnique, Université de Mons (UMONS), Mons, B-7000, Belgique.

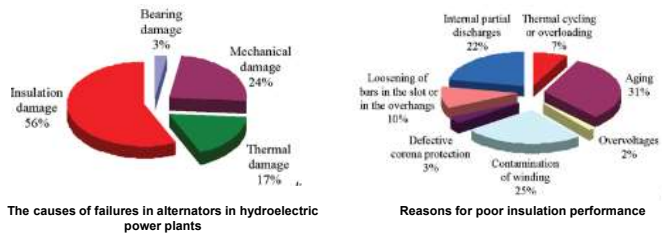
² Univ., UR 4025, Laboratoire Systèmes Électrotechniques et Environnement (LSEE), Béthune, F-62400, France.

nesrine.djeddou@umons.ac.be

RÉSUMÉ

Dans le cadre du projet ANR Labcom MYEL, l'objectif principal est d'estimer la durée de vie d'un des composants de la chaîne de traction, à savoir les bobinages du moteur électrique de traction. La dégradation du bobinage, et plus particulièrement de l'isolant du fil de cuivre, s'explique par la forme des signaux fournis par l'onduleur. Les modèles développés s'appuieront principalement sur une approche hybride de type IA/Physique, permettant de fournir des indications sur la cause de la dégradation. Dans cette étude, nous analysons les modifications des indicateurs avant et après le vieillissement et proposons un modèle d'IA afin de prédire la durée de vie d'un isolant.

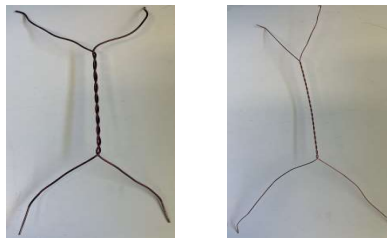
CONTEXTE



La plupart des défaillances des machines électriques sont dues à une défaillance de l'isolation du stator causée par différentes contraintes. Par conséquent, il est essentiel de :

- Identifier le type de défaut,
- Mesurer les indicateurs permettant d'évaluer la durée de vie restante de l'isolant afin de prévenir les défaillances.

DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL



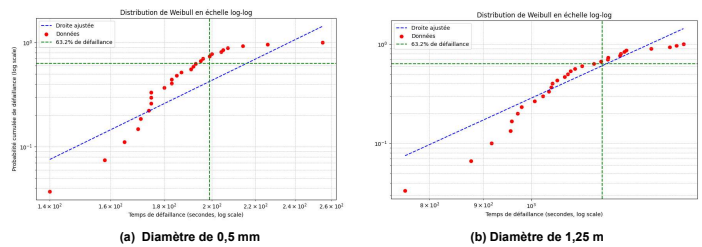
(b) Diamètre de 0,5 mm



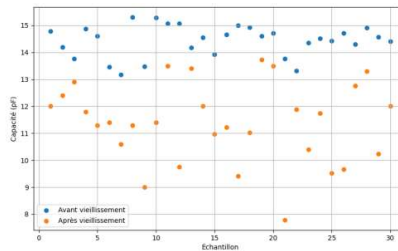
- Deux tensions de vieillissement électrique appliquées : 2,8 fois le PDIV (0,5 mm) et 3,5 fois le PDIV (1,25 mm) avec une fréquence de 1 kHz.

MESURES EXPÉRIMENTALES

Temps jusqu'à la défaillance des paires torsadées testées



Analyse de la variation de la capacité parallèle après vieillissement



$$C_{diél.} = \frac{2\pi\epsilon_0 L}{\ln\left(\frac{r_o}{r_i}\right)}$$

→ Après le claquage, le courant, limité par l'impédance du circuit, charge les capacités $C_{diél.}$ pendant l'avalanche, puis décroît exponentiellement lorsque les condensateurs se déchargent dans le circuit.

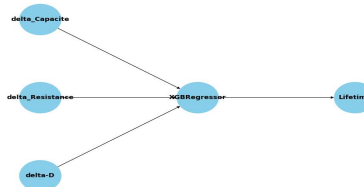
RÉSULTATS

Modèle utilisé:

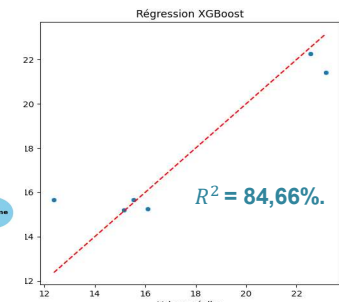
XGBoost est une bibliothèque de Machine Learning basée sur le « boosting », utilisant l'algorithme XGBRegressor pour effectuer des régressions avec des arbres de décision.

$$\hat{y}_i = \phi(x_i) = \sum_{k=1}^K f_k(x_i)$$

- $\hat{y}_i$ est la prédiction pour l'observation i
- $\phi(x_i)$ est la fonction de prédiction combinée
- $f_k(x_i)$ est la fonction de prédiction du k -ème arbre de décision.



30 éprouvettes $\begin{cases} 80\% \text{ training} \\ 20\% \text{ testing} \end{cases}$



CONCLUSION ET PERSPECTIVES

- Le modèle a prédit la durée de vie des paires torsadées en se basant sur les variations de capacité, de résistance et du facteur de dissipation.
- Les travaux futurs porteront sur :
 - 1- L'étude du vieillissement électrique cyclique sur une longue durée afin de prédire la durée de vie restante.
 - 2- L'analyse des contraintes combinées et leur influence sur la durée de vie.
 - 3- La généralisation du modèle de prédiction de durée de vie à un bobinage de moteur de traction.