

QUELS APPORTS DES NOUVEAUX MATÉRIAUX POUR LES SYSTÈMES ÉLECTRIQUES ?

Le génie électrique (GE) est un grand consommateur de matériaux aux caractéristiques diverses : des conducteurs, qui doivent assurer le passage du courant avec le plus de transparence possible ; des diélectriques (isolants), qui garantissent que les chemins des courants ne sortent pas des canaux de conduction qui leurs sont alloués ; des matériaux magnétiques doux, qui, quant à eux, canalisent le ou les flux magnétiques ; et des matériaux magnétiques durs (aimants) qui ont la charge de créer des champs magnétiques au cœur des systèmes. Comment faire travailler ensemble cette diversité pour assurer les bonnes performances d'un composant tout en respectant les contraintes d'environnement de chacun ?

Les Journées Matériaux & Énergie Électrique sont nées de l'idée de trouver des solutions originales : rechercher, hors des frontières du GE, des clefs pour résoudre les nouveaux challenges de notre domaine. Il nous est ainsi apparu comme indispensable de mutualiser des connaissances issues de domaines connexes qui se concentrent sur la formulation des matériaux, polymères organiques, composés inorganiques, métaux de conduction, métaux ferromagnétiques ainsi que sur leur process.

Ces journées ont donc vocation à réunir des acteurs industriels et académiques venant exposer des problématiques et des experts en matériaux et process pouvant amener une vision novatrice. Pour cette première édition du 21 mars 2024, plusieurs laboratoires et industriels régionaux ont répondu à l'appel et sont venus partager leurs besoins et leurs thématiques de recherche.

Réinventer la synthèse des matériaux piézoélectriques



Par M. Rguiti et M. Benachour

Les matériaux piézoélectriques sont capables de transformer l'énergie mécanique en énergie électrique et inversement, et sont ainsi très utilisés dans les systèmes électriques. Ils ont plusieurs domaines d'applications tels que les capteurs, les actionneurs, les transducteurs, les récupérateurs d'énergie ou encore les transformateurs. Ils existent sous trois formes, polymères, céramiques et composites. Les chercheurs du CERAMATHS travaillent sur la synthèse de ces différentes formes, en utilisant trois méthodes différentes d'impression 3D.

La première méthode est celle de l'impression par dépôt de fil fondu, qui utilise des filaments contenant des particules de céramique pour réaliser couche par couche le matériau. Une seconde technique est celle du robocasting, utilisant une pâte chargée avec des particules de céramique, permettant d'imprimer dans une atmosphère contrôlée. Enfin, le laboratoire utilise une méthode appelée stéréolithographie qui se sert d'une résine photosensible chargée avec des particules de céramiques déposées couche par couche via laser. Cette dernière technique permettra de fabriquer des structures piézoélectriques 3D complexes avec des géométries personnalisées et des propriétés piézoélectriques contrôlables. Les équipes du CERAMATHS ont développé leur propre méthode pour obtenir cette résine chargée.

Le mot du Comité



par S. Duchesne, co-responsable de l'axe Matériaux et Composants du Génie électrique

Le Comité Scientifique du pôle MEDEE traite de nombreuses demandes de labellisation sur des thématiques diverses. Ces projets sont le plus souvent d'une très grande qualité, gage de l'excellence scientifique des acteurs de notre région Hauts-de-France dans le domaine du Génie Électrique.

Pourtant, en accord avec la feuille de route scientifique du pôle, il est indispensable de repousser les limites et de travailler, toujours, à l'émergence de nouveaux projets profitant de compétences régionales transdisciplinaires, aussi bien industrielles qu'académiques. C'est le rôle du pôle sur chacun de ses axes scientifiques que de favoriser l'émergence de projets qui structurent des filières à l'échelle régionale.

Développer des revêtements d'avenir pour le génie électrique



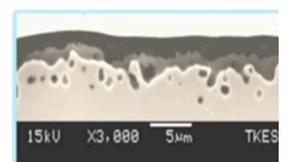
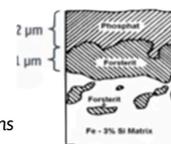
Par G. Ligi

L'évolution du réseau électrique pousse le gouvernement à imposer des normes de plus en plus strictes sur la fabrication des transformateurs. Celles-ci imposent de réduire leurs pertes, leur bruit et à tendre vers plus d'efficacité énergétique.

En raison de leurs excellentes propriétés magnétiques, les matériaux à grains orientés (GO) trouvent leur principale application dans les dispositifs de conversion d'énergie haute puissance que sont les transformateurs. Pour respecter les nouvelles contraintes évoquées ci-dessus, les tôles à grains orientés doivent évoluer, en devenant notamment de plus en plus fines. Cela induit une détérioration de leur structure cristallographique, qui leur confère leurs propriétés magnétiques, mais aussi une contrainte sur le revêtement appliqué lors de leur fabrication.

Ce revêtement en forstérite permet d'isoler les tôles les unes des autres afin d'éviter des interactions magnétiques parasites, mais aussi de les mettre sous tension mécanique pour améliorer leurs performances magnétiques individuelles. L'amincissement des tôles rend l'impact du revêtement sur les propriétés de celles-ci significatif, du fait de la proportion modifiée entre la tôle et le revêtement. Hors, un revêtement épais diminue les propriétés magnétiques de la tôle. De plus, sa dureté use prématurément les outils de découpe. Un équilibre doit donc être trouvé entre tôle et revêtement pour aboutir aux transformateurs les plus performants possibles.

Répartition entre revêtement en forstérite et tôle magnétique à grains orientés



Accélérer la découverte de nouveaux matériaux via l'Intelligence Artificielle



Par S. Saitzek et A. Sayede

L'optimisation des matériaux pour les systèmes électriques est un domaine en constante évolution. Face à l'immensité de l'espace des structures cristallines possibles, les méthodes expérimentales traditionnelles s'avèrent limitées pour identifier les matériaux offrant les meilleures performances pour une application donnée. Pour relever ce défi, l'UCCS a développé une approche novatrice. Celle-ci vise à générer et à caractériser des structures cristallines stables dotées de propriétés spécifiques prédéfinies, ouvrant ainsi la voie à la découverte de matériaux jusqu'alors inconnus.

La méthodologie repose sur une synergie entre apprentissage automatique et calculs quantiques. Cette approche permet non seulement de générer de nouvelles structures répondant aux propriétés ciblées, mais aussi d'évaluer leur stabilité relative. Cet outil offre la capacité de générer et de sélectionner in silico les candidats les plus prometteurs. Cependant, reconnaissant que la faisabilité numérique ne garantit pas la synthétisabilité expérimentale, les chercheurs ont également implémenté des algorithmes d'intelligence artificielle pour prédire la probabilité de synthèse des structures proposées.

Cette approche intégrée représente une avancée significative dans le domaine de la conception rationnelle de matériaux. Elle offre un potentiel considérable pour accélérer la découverte et l'optimisation de nouveaux matériaux pour les applications électriques, tout en réduisant les coûts et le temps associés aux méthodes expérimentales traditionnelles.

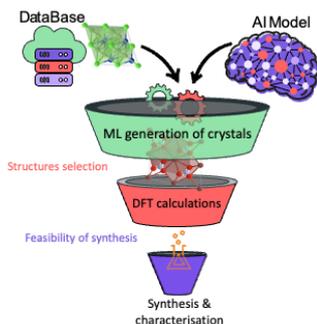


Schéma montrant la nouvelle approche de génération, sélection et synthèse de nouveaux matériaux.

Le prix jeune chercheur

La journée du 21 mars a été l'occasion pour le pôle MEDEE de s'associer de nouveau avec l'APIME - association pour la promotion de l'innovation dans le génie électrique - qui œuvre à l'échelle nationale



à dynamiser la recherche et l'innovation à travers des échanges entre académiques et industriels dans le cadre d'événements scientifiques thématiques (conférences, webinaires, workshops,...).

Cette journée a notamment permis de mettre en avant des jeunes chercheurs au travers d'une session de posters montrant des travaux complémentaires de chacun des participants sur la thématique des matériaux. MEDEE et l'APIME ont conjointement remis un prix de 1000 € au meilleur travail présenté. Un jury composé des intervenants de la journée a désigné leur lauréat. Pour cette édition, il s'agit de M. Youssef Hamdaoui, chercheur au sein d'une équipe réunissant l'IEMN, l'Université de Lille et Ghent University, pour son travail sur le développement de composants verticaux à base de GaN sur silicium qui constituera une future révolution pour l'électronique de puissance.



Vous avez manqué la journée Matériaux & Energie Electrique du 21 mars 2024 ?

Visionnez le replay en scannant le QR code !

Adapter les matériaux aux nouvelles contraintes



Par L. Rucquoy

Les semi-conducteurs à large bande sont très largement utilisés dans l'industrie ferroviaire notamment dans le développement des chaînes de traction, des chaînes auxiliaires et des chaînes pour les systèmes d'autonomie.

Des contraintes importantes existent sur ces chaînes dû à l'environnement sévère et aux contraintes d'intégration sur le train. Celles-ci imposent de respecter des contraintes de température extérieure allant de -40°C à $+50^{\circ}\text{C}$ et d'adapter les dimensions des convertisseurs aux besoins du client.

Par conséquent, Alstom doit choisir les semi-conducteurs à large bandes les mieux adaptés. Parmi eux, ceux à base de Carbure de Silicium (SiC) semblent les plus prometteurs. Néanmoins certains verrous perdurent, tels que leurs prix, la résistance à l'humidité ainsi que la résistance aux températures extrêmes des boîtiers isolants dans lesquels ils sont placés.

Stimuler une expertise collaborative de pointe au niveau régional

L'animation de l'axe Matériaux et Composants du pôle MEDEE requiert d'insuffler et d'entretenir une dynamique continue à la communauté régionale du GE concernée par les matériaux. Cette dynamique passe par le montage de projet collaboratif qui doivent, au-delà de leur portée scientifique, structurer des filières d'excellence en facilitant les collaborations transdisciplinaires régionales.

Le projet Vulcain (Valeur ajoutée de La Fabrication Additive (FabAdd) pour les matériaux du génie électrique), financé par le CPER Energie Electrique 4.0, est né de cet esprit d'ouverture et de collaboration. Il réunit plusieurs équipes de recherche des Hauts-de-France (L2EP, Roberval, LSEE et LTI) qui ont mis en commun leur compétences complémentaires sur les problématiques de la fabrication additive des matériaux du GE et de conception optimisée des systèmes électriques pour réaliser un composant « proof of concept (PoC) » en mobilisant différentes techniques de FabAdd. Ce composant aura pour mission d'évaluer les performances des matériaux au regard des contraintes de fonctionnement afin de mieux appréhender les possibilités offertes par ce nouveau processus de fabrication, mais également d'identifier les verrous à lever pour ouvrir de nouvelles voies en génie électrique, voies sur lesquelles les équipes régionales auront, par leur cohésion, une expertise inestimable.

Le CPER Energie Electrique 4.0 est financé par la Région Hauts-de-France et l'Etat français.

JUIN MEDEE FOCUS

2024 La lettre de veille scientifique du Pôle Medee

Conception : Studio CAD

Réalisation : MEDEE

PLUS D'INFOS : POLE-MEDEE.COM

