



## Groupe de Recherche en Électrotechnique et Électronique de Nancy

### Proposition de thèse pour la période 2016-2019

#### Titre : « Aimants permanents supraconducteurs »

Le GREEN est un laboratoire de Génie Electrique qui possède la particularité de développer et d'étudier des applications mettant en œuvre des matériaux supraconducteurs. C'est un des seuls laboratoires en France qui travaille de façon pérenne depuis plus de 30 ans sur cette thématique. Fort de cette expérience, il a acquis une certaine réputation, tant d'un point de vue national qu'à l'international. Les applications développées par le GREEN sont principalement des moteurs [1], [2] et des accouplements magnétiques [3], [4].

Depuis quelques années, l'intérêt du GREEN se porte également sur les Supraconducteurs à Haute Température critique (SHT) sous forme massive tel que le  $MgB_2$  ou le (RE)BCO, en vue de réaliser des aimants permanents, également appelés cryo-aimants, pouvant être utilisés dans des machines [5]–[9]. Il faut savoir qu'il existe très peu de laboratoires travaillant sur cette thématique et qu'ils se situent essentiellement au Japon. D'ailleurs, le record actuel est établi par les japonais avec une induction piégée de 17 T à 29 K dans une pastille d'environ 2 cm de diamètre [3]. Le GREEN collabore déjà avec plusieurs laboratoires de matériaux, en France, en Allemagne et au Japon, lui permettant ainsi d'avoir accès aux meilleurs supraconducteurs pour réaliser des cryo-aimants.

C'est une thématique rare, pour laquelle les retombées possibles en termes de valorisation pour la DGA sont majeures. Les résultats obtenus sur les performances des supraconducteurs massifs en tant que cryo-aimants, seront également très utiles dans le cadre du développement d'autres applications. Nous pensons que les cryo-aimants sont au cœur d'enjeux technologiques majeurs dans plusieurs domaines comme celui des transports (trains à lévitation), de l'énergie (moteurs à haute efficacité) et du développement durable (éoliennes > 10 MW). L'utilisation des matériaux supraconducteurs en tant qu'aimant permanent représente aussi un atout stratégique et économique indéniable puisqu'il permettrait à plus long terme de s'affranchir de la dépendance vis-à-vis des pays producteurs d'aimants à base de terres-rares.

**Objectifs :** L'objectif du sujet de thèse concerne la réalisation et l'étude d'aimants permanents supraconducteurs. Des massifs supraconducteurs (RE)BCO et  $MgB_2$  seront aimantés par différentes méthodes dont celle pulsée, plus pratique à mise en œuvre : « Pulsed Field Magnetization ». Un champ magnétique supérieur à 5 T à la surface de l'aimant est un premier objectif. Des études approfondies du maintien de ce champ magnétique piégé face à des perturbations extérieures sera ensuite étudié. Des structures hybrides ferromagnétique/supraconducteur pourront également être étudiées.

**Profil recherché :** Ingénieur/Master dans le domaine de l'**Energie Electrique** avec une première expérience en recherche (stage long).

**Compétences souhaitées :** Sur les dispositifs électromagnétiques et leur réalisation pratique.

**Encadrants :** Kévin Berger (contact), ☎ Phone: 03 83 68 41 30, ✉ e-mail: [Kevin.Berger@univ-lorraine.fr](mailto:Kevin.Berger@univ-lorraine.fr)  
Pr. Bruno Douine, ☎ Phone: 03 83 68 41 42, ✉ e-mail: [Bruno.Douine@univ-lorraine.fr](mailto:Bruno.Douine@univ-lorraine.fr)



## Groupe de Recherche en Électrotechnique et Électronique de Nancy

### Proposition de thèse pour la période 2016-2019

#### Références :

- [1] R. Alhasan, T. Lubin, J. Lévêque, **K. Berger**, **B. Douine**, A. Rezzoug, S. Mezani, G. Didier, M. Hinaje, and D. Netter, "Study of a superconducting motor with high specific torque," presented at the MEA 2015 More Electric Aircraft, 2015, p. p. 91.
- [2] E. H. Ailam, D. Netter, J. Leveque, **B. Douine**, P. J. Masson, and A. Rezzoug, "Design and Testing of a Superconducting Rotating Machine," *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, vol. 17, no. 1, pp. 27–33, Mar. 2007.
- [3] B. Dolisy, T. Lubin, S. Mezani, and J. Leveque, "THREE-DIMENSIONAL ANALYTICAL MODEL FOR AN AXIAL-FIELD MAGNETIC COUPLING," *Progress In Electromagnetics Research M*, vol. 35, pp. 173–182, 2014.
- [4] L. Belguerras, S. Mezani, T. Lubin, J. Lévêque, and A. Rezzoug, "High temperature superconducting axial field magnetic coupler: realization and test," *Supercond. Sci. Technol.*, vol. 28, no. 9, p. 095003, 2015.
- [5] B. Gony, **K. Berger**, **B. Douine**, M. R. Koblishka, and J. Leveque, "Improvement of the Magnetization of a Superconducting Bulk using an Iron Core," *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, vol. 25, no. 3, pp. 1–4, Jun. 2015.
- [6] **K. Berger**, B. Gony, **B. Douine**, and J. Leveque, "Magnetization and Demagnetization Studies of a HTS Bulk in an Iron Core," *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, vol. PP, no. 99, pp. 1–1, 2016.
- [7] F. Trillaud, **K. Berger**, **B. Douine**, and J. Lévêque, "Comparison between Modelling and Experimental Results of Magnetic Flux trapped in YBCO Bulks," *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, 2016.
- [8] M. R. Koblishka, A. Wiederhold, M. Muralidhar, K. Inoue, T. Hauet, **B. Douine**, **K. Berger**, M. Murakami, and U. Hartmann, "Development of MgB<sub>2</sub>-Based Bulk Supermagnets," *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 50, no. 11, pp. 1–4, Nov. 2014.
- [9] B. Gony, R. Linares, Q. Lin, **K. Berger**, **B. Douine**, and J. Leveque, "Influence of the inductor shape, and the magnetization processes on a trapped magnetic flux in a superconducting bulk," *Physica C: Superconductivity*, vol. 503, pp. 1–6, Aug. 2014.