Journée APIL 2019

# Modélisation et caractérisation des supraconducteurs HTC



Yazid STATRA (yazid.statra@univ-lorraine.fr)

Encadrants: Bruno DOUINE - Hocine MENANA



# Contexte et objectifs

#### Contexte

- Intégration limitée des supraconducteurs haute température Non linéarités critique (HTC) dans les systèmes de puissance
- Nécessité d'une caractérisation en vue l'intégration dans Dimensions multi-échelles un système
- caractérisation à l'échelle système du indispensable
- Nécessité d'approches de modélisation rapides en 3D

#### Verrous

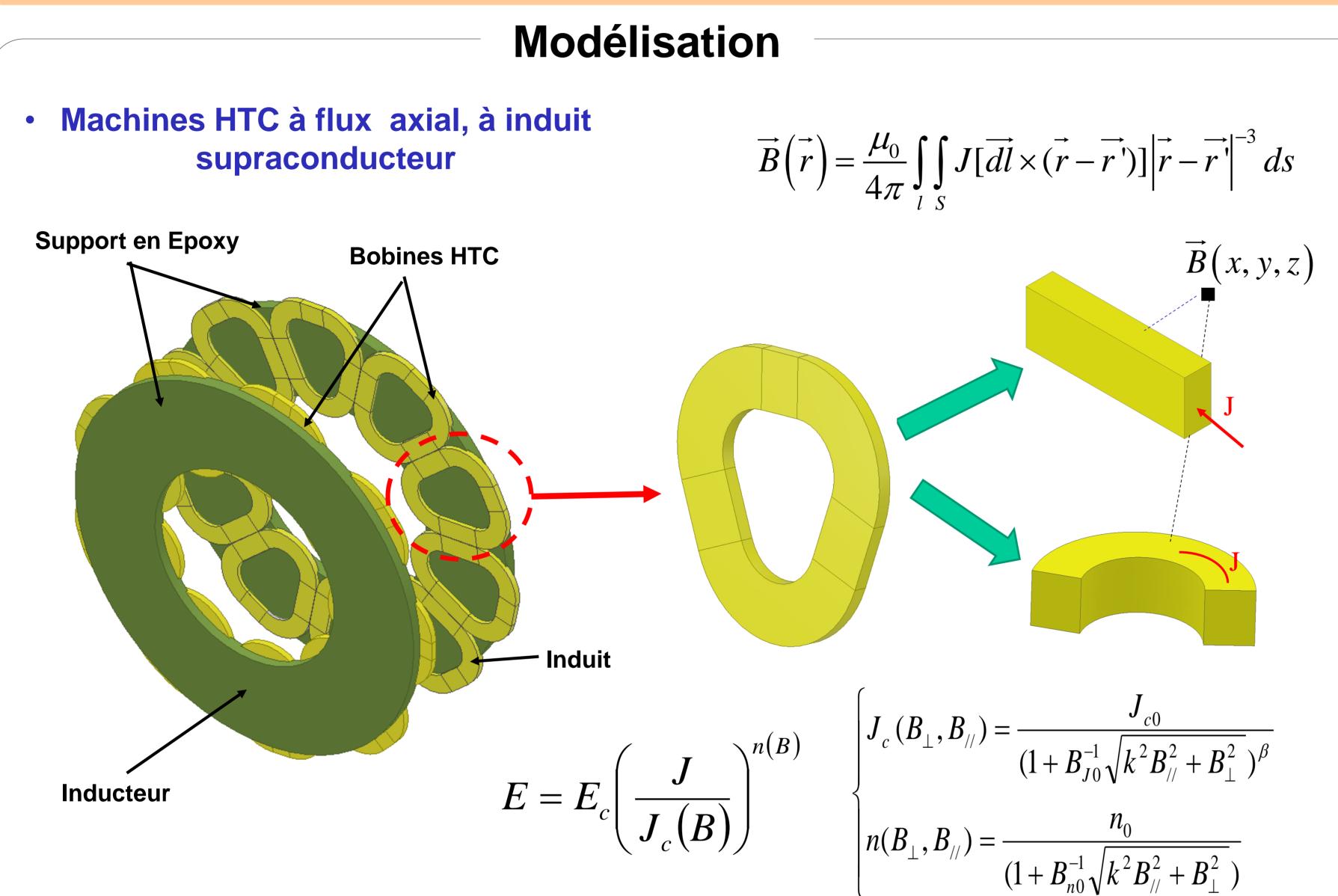
- fortes anisotropies
- Limitation des approches de modélisation classiques
- Complexité de mesure des pertes dans certaines situations

#### **Objectifs**

Intégration des HTC dans les machines électriques à induit supraconducteur:

- Approches de modélisation rapides
- Caractérisation expérimentale en DC et AC polyphasé (de l'élément au système)
- Réalisation d'un prototype en vue d'une validation expérimentale

# Méthodologie



### Caractérisation

Objectif: mesures du courant critique et pertes AC

Ruban HTC



Bobine

> Effet du champ magnétique et de la géométrie



Système : bobine + fer

> Effet de la proximité de matériaux ferromagnétiques



Système : bobine + fer + aimants

Effet de la présence d'une source de champ magnétique extérieure



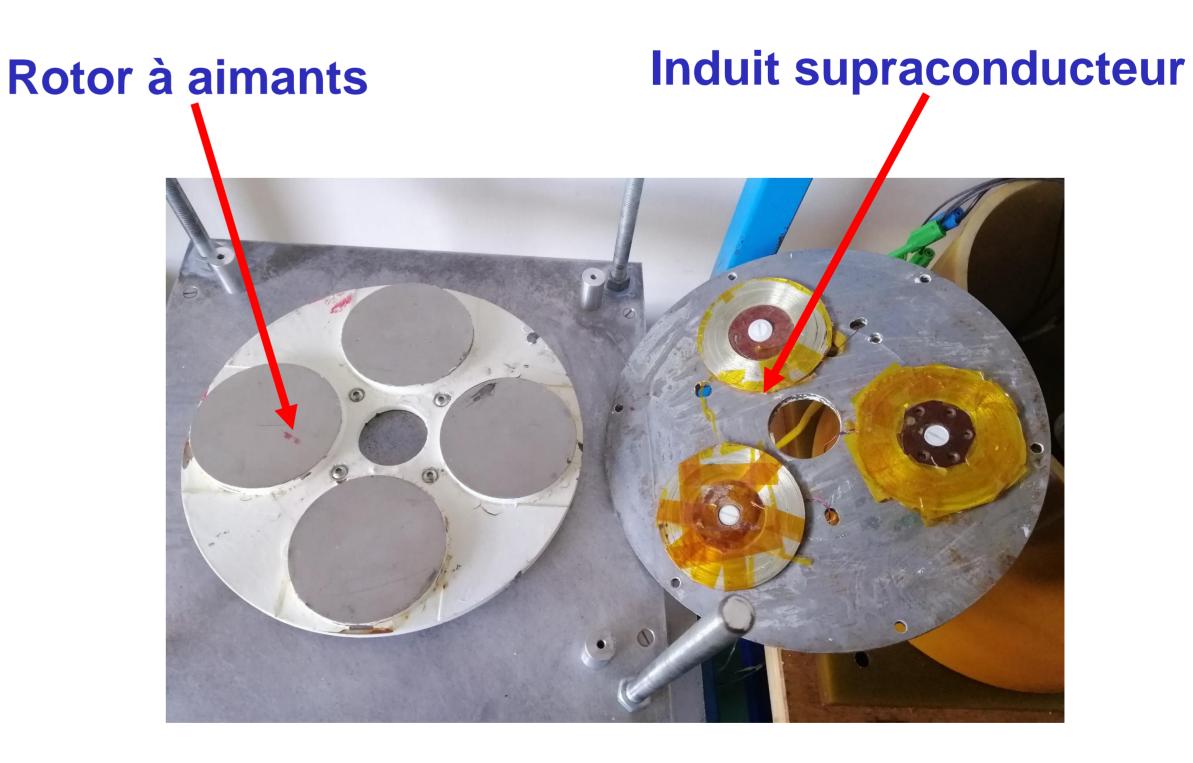
Système : bobines en 3ph + fer + aimants

Complexité de mesure et nécessité de développement d'approches de caractérisation adaptées

## Résultats

#### Validation de l'approche de modélisation **Exemple d'application** 2,5 -Semi-analytical FEM **Paramètre** Valeur 350 mm Rayon extérieur Rayon intérieur 149 mm Nombre de paire de pôles Entrefer 3 mm 300 Current density (A/mm<sup>2</sup>) 30 Semi-analytical Semi-analytical FEM FEM force (kN (kN.m) Torque -20 -30 12 18 24 30 36 42 48 54 60 66 72 18 24 30 36 42 48 54 60 66 72 Load angle, φ (degree) Load angle, φ (degree)

## Réalisation d'un prototype



- Recyclage des bobines HTC
- Caractérisation DC et AC des bobines seules : effectuée
- Caractérisation des bobines en 3ph : effectuée
- Caractérisation des bobines + fer + aimants (1ph + 3ph) : en cours
- Assemblage & Test du prototype : à venir

# Conclusions et perspectives

- Développement d'une approche de modélisation rapide par méthodes d'intégrales de volume donnant des résultats très satisfaisants
- Caractérisation de l'élément au système et mise en évidence de l'influence de l'environnement électromagnétique
- ☑ Assemblage et test du prototype en vue d'une validation expérimentale