

Modélisation du comportement mécanique de câbles supraconducteurs

Spécialité Mécanique des structures

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil

Candidature avant le 19/04/2017

Durée 6 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [MANIL Pierre](#)

+33 1 69 08 74 79

pierre.manil@cea.fr

Résumé

L'objectif de ce stage très orienté « simulation » consiste à reprendre et à exploiter plusieurs briques existantes d'un modèle mécanique multi-échelle de câble supraconducteur, afin de simuler les essais mécaniques réalisés sur des câbles existants et de comparer les résultats aux données expérimentales.

Sujet détaillé

Contexte :

Les besoins futurs de la physique des hautes énergies et de l'imagerie par résonance magnétique nucléaire nécessitent d'accroître le champ magnétique fourni par les aimants supraconducteurs. Le projet d'accélérateur circulaire du futur (FCC), un collisionneur de 100 km de circonférence proposé par le CERN, repose sur un champ magnétique supérieur à 20 Teslas. Les efforts magnétiques s'en trouvent considérablement augmentés dans le câble supraconducteur, poussé très près de ses limites mécaniques. Le franchissement de la frontière des 12 Teslas nécessite la mise en oeuvre de câbles supraconducteurs composites, élaborés sur la base de fils en niobium-étain (Nb3Sn). Mais ce matériau est de nature fragile et sa capacité de transport de courant se dégrade avec sa déformation. La conception d'aimants à haut champs doit donc aujourd'hui tenir compte de plus en plus finement de l'état de sollicitation mécanique du câble en service, ce qui nécessite la mise en oeuvre de nouvelles méthodes de conception. En particulier, le CEA/Irfu travaille avec ses partenaires sur des modèles mécaniques par éléments-finis détaillés, prenant en compte la structure composite du câble et la rhéologie de ses différents constituants, avec pour objectif de simuler les phénomènes en jeu à plusieurs échelles.

L'objectif de ce stage très orienté « simulation » consiste à reprendre et à exploiter plusieurs briques d'un modèle mécanique de câble supraconducteur, afin de simuler les essais mécaniques réalisés sur des câbles existants et de comparer les résultats aux données expérimentales. Les simulations permettront d'affiner les paramètres géométriques des câbles et d'analyser les causes de dégradation en service. Ce travail s'effectuera en lien étroit avec le CERN et avec nos partenaires du MSSMAT (CentraleSupélec). Les moyens mis en oeuvre seront essentiellement des outils numériques (éléments finis, méthode implicite et explicite, plateforme Salomé, codes scriptés). Le travail s'appuiera largement sur des résultats expérimentaux : essais mécaniques conventionnels et spécifiques (à

température ambiante et cryogénique), relevés tomographiques (scan 3D).

Mots clés

Câbles supraconducteurs Rutherford, modélisation mécanique, calculs éléments finis

Compétences

Le candidat, étudiant en master 2 de mécanique orienté simulation, devra avoir des connaissances solides en mécanique (mécanique des milieux continus, thermomécanique) et des bases sérieuses dans le domaine de la simulation numérique par éléments finis (non linéarités, contacts, techniques de maillage, dynamique rapide), idéalement sous Cast3m et/ou ANSYS. Le stagiaire aura à mettre en œuvre des scripts Python.

Logiciels

Cast3m, ANSYS, Salomé, Europlexus, Python

Mechanical modeling of superconducting cables

Summary

The goal of this simulation-oriented trainee is to improve and use several existing numerical procedures of a multiscale mechanical model of superconducting cable, in order to simulate mechanical tests and to offset the model.

Full description

Keywords

Superconducting Riutherford cable, mechanical modeling, finite elements models

Skills

Softwares

Cast3m, ANSYS, Salomé, Europlexus, Python