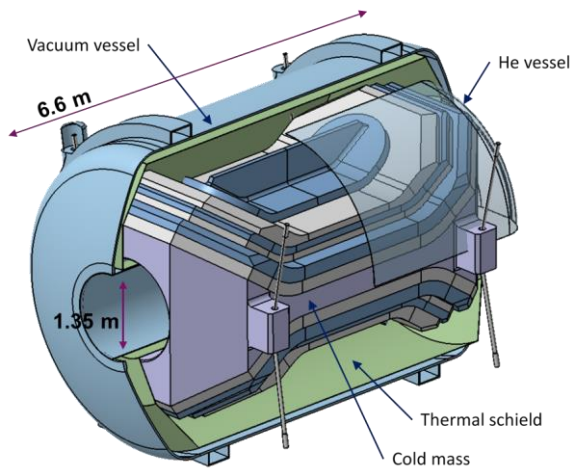


PROPOSITION SUJET DE STAGE (INGENIEUR OU MASTER)

Modélisation multi-physique de la propagation du quench dans le conducteur d'un aimant supraconducteur pour la détection de matière noire

DESCRIPTION ET PROBLEMATIQUE

Le projet MadMax vise à confirmer expérimentalement l'existence d'une particule hypothétique baptisée « axion » et pressentie comme le composant de la matière noire. Dans le cadre de ce projet, le CEA / DACM est en charge de la conception, de la R&D et de la fabrication d'un très grand aimant supraconducteur qui est un élément central du détecteur. Cet aimant de 200 t produira un champ dipolaire de 9 T dans un trou chaud de $\varnothing 1,35$ m sur 6 m de long.



La première brique de cet aimant colossal est le conducteur qui sera bobiné sur plus de 10 km afin de produire le champ magnétique nécessaire au centre du détecteur. Ce conducteur est constitué d'un câble de brins supraconducteurs en NbTi, insérés dans un profilé en cuivre, et refroidis à l'intérieur par de l'hélium superfluide à 1,8 K.



Cependant, une petite perturbation thermique de ce conducteur peut le réchauffer localement et provoquer une transition brutale de son état supraconducteur (dans lequel la résistance électrique est nulle) vers un état normal résistif. Dans ce cas, un phénomène d'emballement appelé « quench » se produit : l'effet joule intense déposé dans le conducteur réchauffe celui-ci rapidement et peut le détériorer gravement s'il n'est pas déchargé assez vite de tout son courant. Afin de garantir le

fonctionnement nominal et la sécurité de l'aimant Madmax, l'étude détaillée du phénomène de quench est indispensable. L'objectif du stage sera donc de le comprendre et de le modéliser.

TRAVAIL PROPOSE

Le stage démarrera par une étude des différentes équations intervenant dans la physique du quench telles que : la thermique du conducteur, la thermo-hydraulique de l'hélium et la diffusion magnétique dans le cuivre. La résolution analytique simplifiée de ces équations permettra d'abord de comprendre la physique mise en jeu. Le stagiaire développera ensuite un modèle de quench multi-physique couplant deux codes différents : THEA pour la thermo-hydraulique du conducteur et de l'hélium, Cast3M pour la diffusion du courant. Enfin, le stagiaire comparera les résultats de ses simulations aux données expérimentales obtenues lors d'essais de quench réalisés sur un aimant prototype développé pour le projet MadMax. Le stagiaire proposera alors ses conclusions et perspectives à la lumière des résultats obtenus.

GROUPE/LABO/ENCADREMENT

Le stage se déroulera au sein du DACM au CEA Saclay. Le DACM regroupe un fort potentiel d'étude et de réalisation des aimants supraconducteurs et des systèmes cryogéniques. Il participe au design, à la fabrication et aux tests de nombreux aimants supraconducteurs pour la physique des particules, l'imagerie médicale ou encore la fusion thermonucléaire. Le stagiaire sera intégré à l'équipe projet Madmax ce qui lui permettra de bénéficier d'une très large expertise technique.

FORMATION ET COMPETENCES REQUISES

Stage de fin d'études (5 à 8 mois) Master ou Ingénieur avec de très bonnes connaissances en thermique, dynamique des fluides et une affinité pour la modélisation numérique et analytique. La connaissance des programmes THEA et Cast3M est un plus mais n'est pas exigée.

CONTACTS

Guillaume Dilasser : guillaume.dilasser@cea.fr

Walid Abdel Maksoud : walid.abdelmaksoud@cea.fr