

Expansion du GESSS

Les activités du Groupe chargé des études relatives à un synchrotron supraconducteur européen (GESSS) connaissent une nouvelle impulsion à la suite de la décision de l'Euratom de patronner un groupe de travail chargé d'étudier l'application des techniques des supraconducteurs à la technologie de la fusion thermonucléaire. Aux membres promoteurs du GESSS (Institut für experimentelle Kernphysik de Karlsruhe, Laboratoire de Rutherford et Centre d'études nucléaires de Saclay) sont venus s'adjoindre les centres de Culham (Royaume-Uni), Fontenay-aux-Roses (France), Frascati (Italie), Garching (RFA) et Petten (Pays-Bas).

L'objectif immédiat du Groupe de travail, avant l'examen des problèmes posés par le réacteur à fusion, est d'élaborer un programme de recherche et de développement pour les aimants supraconducteurs en vue d'une expérience qui sera effectuée lorsque JET (Joint European Tokamak) sera achevé. En effet, le réacteur devrait utiliser un certain type d'aimants supraconducteur, sans quoi l'énergie nécessaire pour alimenter les aimants de type classique risquerait fort d'être supérieure à la puissance du poste d'alimentation.

Le GESSS s'est réuni en décembre au Laboratoire Rutherford pour faire le point et examiner les problèmes d'ordre théorique et expérimental posés par la conception de supraconducteurs destinés à des expériences de fusion thermonucléaire. D'après les normes actuelles, les aimants de ce type, nécessaires pour JET, risquent d'avoir des dimensions énormes car il faudrait construire un anneau toroïdal de 20 m de diamètre comprenant 20 aimants en forme de D ayant chacun 14 m de hauteur et 8 m de largeur. Une telle construction poserait des problèmes en ce qui concerne les contraintes, la protection, la stabilité et l'effet sur le conducteur des champs magnétiques pulsés nécessaires pour chauffer le plasma dans un réacteur du type Tokamak.

Un nouveau type de mécanisme de pertes en courant alternatif intervient

ici car, contrairement à ce qui se passe dans un synchrotron par exemple, la majeure partie du champ magnétique pulsé est non plus perpendiculaire mais parallèle au conducteur. Dans un tel champ longitudinal, les filaments torsadés du matériau mixte supraconducteur habituel risquent dans leur ensemble de présenter une perte en courant alternatif fortement accrue et la perte par hystérésis dans les différents filaments risque également d'être beaucoup plus grande que ce n'est le cas avec les champs transversaux par suite d'effets d'anisotropie dans le matériau supraconducteur. Saclay effectue actuellement une analyse théorique des pertes dues aux champs longitudinaux.

Autres questions abordées par le GESSS

Créé à l'origine pour étudier les applications possibles des aimants supraconducteurs en physique des hautes énergies, le GESSS a étendu ses activités aux alternateurs et câbles d'alimentation supraconducteurs, à la lévitation magnétique et aux applications dans les domaines de la médecine, de la séparation des minéraux et de la fusion thermonucléaire.

A la réunion de décembre, les chercheurs de Karlsruhe ont exposé des projets visant à réaliser pour 1977 un système expérimental pour la séparation de minerais à l'aide d'aimants supraconducteurs et à étudier la possibilité d'emploi d'aimants pour guider les cathéters lors de l'introduction de stimulateurs cardiaques. Karlsruhe pense que l'emploi de détecteurs supraconducteurs pour mesurer la quantité de poussière ferromagnétique présente dans le tissu pulmonaire constitue un moyen efficace de surveiller la pollution atmosphérique. Si l'on fait d'abord respirer au malade une quantité connue de poussière ferromagnétique, il sera peut-être également possible de dépister le cancer et d'autres anomalies pulmonaires.

Un nouveau système « mixte » de lévitation magnétique a été étudié à

Rutherford suivant une idée originale du Laboratoire de Culham. Les expériences de Rutherford ont permis de réaliser la lévitation stable d'un aimant supraconducteur à proximité d'un morceau de fer inerte. Il est apparu que la force de levage est très importante et, à la différence de nombreux autres systèmes MAGLEV, elle ne dépend d'aucun mouvement relatif entre les deux éléments. Pour une application aux transports, ce système pourrait par conséquent assurer une sustentation de la position de repos à la vitesse maximale sans traînée magnétique et avec un important espace libre entre les aimants du véhicule et la piste en fer. Bien que les expériences de Rutherford soient prometteuses et susceptibles d'être à la base d'un système de lévitation réalisable, il reste encore beaucoup à faire sur les plans théorique et expérimental pour l'étude d'autres solutions possibles avant qu'un système de transport au sol à vitesse élevée puisse être conçu avec les meilleures caractéristiques possibles.

Les progrès se poursuivent en vue d'amener la technologie de l'alliage niobium-étain en filaments, qui pourrait être un supraconducteur aux caractéristiques plus élevées, à un niveau permettant de l'utiliser dans la construction d'aimants à champ élevé à la place de l'alliage niobium-titane plus classique. Des résultats récents, obtenus à Rutherford, ont fait apparaître que la densité de courants critiques aux champs élevés dépend de la stœchiométrie du composé. Mais des régions de cuivre pur sont encore nécessaires même dans des filaments de niobium-étain à matrice de bronze. Par le passé, la barrière de diffusion entourant le cuivre a occasionné des difficultés mais la technologie a maintenant progressé au point qu'il est possible de soumettre un matériau mixte à un traitement thermique pendant plusieurs centaines d'heures pour faire réagir le niobium-étain sans contaminer le cuivre. De petites bobines ont fonctionné avec succès à des champs atteignant 12 T et des travaux sont en cours sur un aimant sextu-

Nouvelles des autres Laboratoires

polaire qui doit fonctionner à une densité de courant élevée et produire un champ de 7 T.

L'accommodation continue de poser un problème dans les travaux sur champs élevés. Les supraconducteurs et de nombreux aimants ne fournissent pour l'instant qu'un champ considérablement inférieur à celui de l'échantillon court du même supraconducteur ou bien il faut leur faire subir de nombreuses transitions avant que les pleines performances soient atteintes. Un petit programme sur ordinateur, mis au point à Rutherford, simule ce processus d'accommodation et démontre comment il pourrait être influencé par des facteurs tels que la contraction différentielle, le niveau de contrainte dans l'aimant et la résistance du matériau utilisé pour imprégner les enroulements.

Travaux pour le programme de physique des hautes énergies

Des aimants supraconducteurs sont actuellement mis au point à Karlsruhe, à Rutherford et à Saclay en vue de leur utilisation dans les lignes de faisceau et détecteurs au CERN, tant pour les anneaux de stockage à intersections (ISR) que pour le synchrotron à protons de 400 GeV (SPS). Des rapports faisant le point de la situation ont été présentés à la réunion au Laboratoire Rutherford sur les travaux de mise au point des aimants du CERN effectués actuellement par chacun des laboratoires membres du GESSS. Les paramètres ont maintenant été arrêtés pour CESAR, projet de dipôle entrepris à Saclay pour les lignes de faisceaux du SPS, et des essais doivent commencer au CERN en novembre 1977. Le planning de production des quadrupôles supraconducteurs à gradient élevé pour faisceaux d'hypérons du SPS réalisés à Karlsruhe devrait permettre l'expédition des aimants au CERN au cours du deuxième semestre de cette année.

Le CERN, Rutherford et Saclay collaborent à une étude technique d'un aimant supraconducteur destiné à un détecteur de vertex pour chambre à

bulles à cyclage rapide qui sera utilisé pour des expériences du SPS dans la zone Nord, mais aucune décision n'a encore été prise en ce qui concerne le lieu où cet aimant sera conçu et construit.

Une proposition de mise au point pour les ISR d'un spectromètre pour hadrons à aimant supraconducteur à grande ouverture n'a pas été acceptée par le CERN, mais l'idée continue de susciter beaucoup d'intérêt. L'étude technique se poursuit dans le cadre d'une collaboration entre Rutherford et le Laboratoire Lawrence de Berkeley. Karlsruhe étudie également un dispositif analogue qui serait nécessaire pour la fin de 1978 pour l'installation de collisions de faisceaux électron-positon aux anneaux PETRA de DESY.

Saclay se livre actuellement à une étude de la consommation d'énergie pour les cyclotrons à ions lourds (GANIL), qui doivent être construits à Caen. Avec des bobines de champ principal de type classique il faut 600 kW, alors qu'avec des bobines supraconductrices utilisant 30 l d'hélium liquide par heure il faudrait peut-être 8,5 kW.

Avec cette grande diversité de projets, le GESSS peut entreprendre de nombreux travaux intéressants. Il continue de jouer un rôle très important dans la maîtrise des techniques nécessaires pour mettre en pratique les grandes possibilités de la supraconductivité.

BERKELEY Solénoïde supraconducteur

Un grand solénoïde supraconducteur utilisant une nouvelle technique pour le contrôle des transitions à l'état normal a été exploité avec succès par un groupe du Laboratoire Lawrence de Berkeley, comprenant P.H. Eberhard, M.A. Green et J. Taylor. Le 24 novembre, un module prototype de 1 m de diamètre et 0,5 m de long a été excité à la pleine intensité nominale, soit 700 A. Il a ainsi fourni un champ de crête de 1,1 T. En utilisant un ensemble de quatre modules et une culasse en acier, on obtiendrait un champ uniforme de 1,5 T.

La conception comprend une nouvelle méthode de dissipation de l'énergie stockée lors d'une transition du passage de l'état supraconducteur à l'état normal. On a installé un tube central en aluminium, présentant un fort couplage inductif avec la bobine supraconductrice, qui agit de ce fait comme un secondaire de transformateur à une spire, en court-circuit. Au cours d'une transition, des courants sont induits dans le tube et 70 % de l'énergie stockée se trouvent ainsi dissipés sans danger.

On est parvenu à la pleine intensité nominale à la suite d'une progression systématique des transitions contrôlées avec des intensités de plus en plus élevées; ces transitions étaient induites localement par pulsation d'une petite bobine placée à proximité de la bobine supraconductrice. En étudiant les résultats, on pouvait prédire l'amorçage de la transition suivante, et l'intensité était alors augmentée jusqu'à une valeur non dangereuse; elle a été ainsi progressivement élevée jusqu'à sa valeur nominale.

Cette conception est particulièrement bien adaptée pour des aimants détecteurs entourant des régions d'interaction dans des machines à faisceaux en collision, étant donné que l'on peut utiliser des bobines très minces. Si l'on exclut l'enceinte à vide,