

ÉQUIPEMENT DE LABORATOIRE AIMANT HYBRIDE DE 43 TESLAS

FICHE N° 704

PRÉSERVER
SAUVEGARDER
VALORISER

Période de fabrication : 2000-2024

Fabricant : CNRS-LNCMI Laboratoire national des champs magnétiques intenses ; fabrication interne

Domaines : Physique

Sous-domaines : Electronique

Organisme : CNRS-LNCMI

Ville : Grenoble (Isère)

Modèle : résistif et supraconducteur

Matériaux : Cuivre, Métal, Epoxy

Description

L'aimant hybride conçu et réalisé par le LNCMI se présente sous la forme d'un assemblage tripartite de plusieurs aimants. Les aimants intérieurs sont de forme classique, l'aimant supraconducteur externe se présente comme un assemblage de "galettes" constituées d'une longue goulotte produite en continu et enroulée sur elle-même.

Sa technologie allie des bobines résistives disposées à l'intérieur d'une grosse bobine supraconductrice. Ce type d'aimant est appelé bobine hybride parce qu'il associe un aimant de type résistif à un aimant supraconducteur.

Produire un supraconducteur possédant une base de cuivre permet d'associer un bon conducteur thermique avec un bon matériau supraconducteur, pour des raisons de stabilité de la bobine supraconductrice. Il a fallu développer un supraconducteur qui soit faiblement dissipatif des courants induits, nés des perturbations magnétiques. Il faut tout mettre en œuvre pour éviter de passer de l'état supraconducteur à l'état normal, sinon la propriété intéressante de la supraconductivité, à savoir une résistance électrique nulle est perdue.

Utilisation

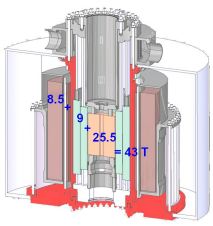
Il n'y a pas eu de projet très spécifique ayant présidé à la conception de cet aimant prototype de 43 teslas, mais une concordance de thématiques scientifiques qui a poussé à construire cet outil. Il permettra par exemple d'étudier les mécanismes de la supraconductivité à haute température critique, qui nécessite de disposer de champs intenses pour aller au-delà de l'état normal. Il existe aussi une autre thématique, pour laquelle le LNCMI a obtenu un prix Nobel : la découverte de l'effet HALL quantique, qui montre que l'association de champs intenses et de très basses températures permet d'atteindre de nouvelles propriétés de la matière. L'effet Hall se manifeste par une résistance transverse au parcours du courant. Il est possible d'observer des paliers, utilisés dans la métrologie par exemple, pour définir des états de résistance.



The 43 T Hybrid Magnet of LNCMI Grenoble
R. Barbier, R. Benhafed, T. Boujet, F. Debray, T. Dupart, C. Grandclément, P. Hanoux, M. Pelloux, Ch. Peroni, R. Pfister, P. Pagnat, L. Ronayette, Ch. Trophime and B. Vincent
CNRS/LNCMI, UPR 3228, CNRS, UGA, UPR, INSA, BP166, 38042 Grenoble Cedex 9, France
Ch. Barriaud, R. Barbier, P. Croffin, Ph. Facelloux, B. Herisson, F.P. Jaster, P. Mandl, F. Moliné, T. Quénec, and C. Pes
CEA-DSM/REU CEA-Saclay, 91191 Orfè-an-Yvette Cedex, France.



Main Objective
43 T in dia. 34 mm warm bore with 24 MW power
(today at LNCMI-G 36 T in dia. 34 mm with 24 MW)

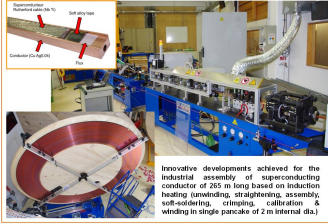


Modularity			
Field (T)	Warm bore diameter (mm)	Electrical power (MW)	Magnets configurations
43	34	24	14 helix + 2 Bitter + 1 superconducting
34	34	12	14 helix + 1 superconducting
27	170	18	6 helix + 2 Bitter + 1 superconducting
17.5	375	12	2 Bitter + 1 superconducting
8.5	800	0.35	Superconducting magnet alone

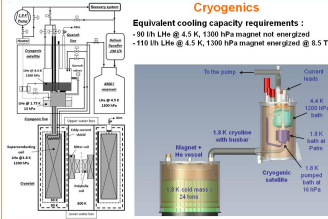
Rutherford Cable On Conduit Conductor (RCOCC)
- Flat NbTi superconducting Rutherford cable of 19 strands (diameter = 1.62 mm) with stainless steel core (thickness 50 µm)
- 6264 filaments per strand (diameter = 14 µm)
- Extruded Cu-Ag₂O₂ stabilizer with a 6 mm diameter hole
- Internal cooling with pressurized superfluid He @ 1.8 K
- Critical current @ 1.8 K, 10.4 T > 18.2 kA



Industrial RCOCC production line developed, built and installed at LNCMI-G



Innovative developments achieved for the industrial assembly of superconducting conductor of 265 m long based on induction heating unwinding, straightening, assembly, self-soldering, crimping, calibration & winding in single pancake of 2 m internal dia.



Baseline ----- Possible upgrade

Relative inserts
- 14 Helix magnet / 12 MW (30 kA, 400V)
Electrically connected in series
0.7 tons @ 300 K
Inductance : 2 mH
25.5 T ----- 26.27 T
- 2 Bitter magnet / 12 MW (30 kA, 400V)
Electrically connected in series
2.6 tons @ 300 K
Inductance : 10 mH
9 T ----- 10 T

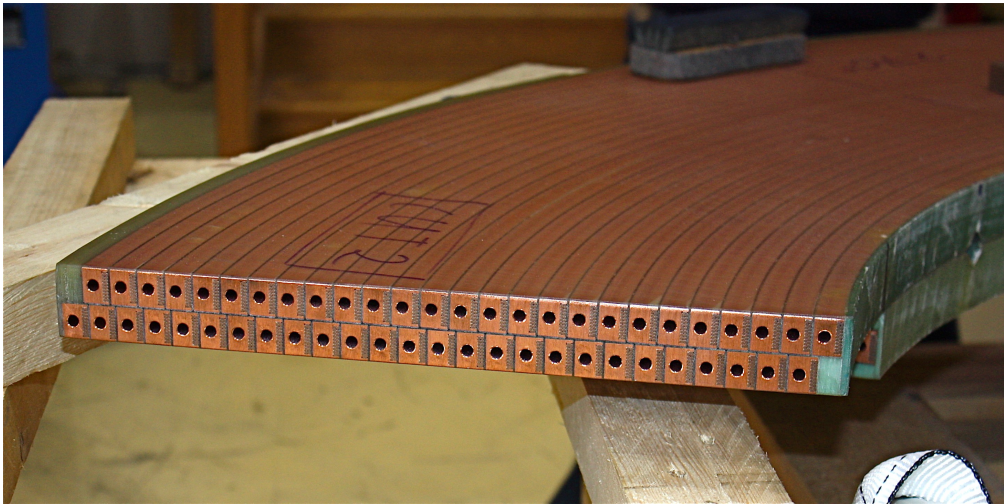
Superconducting output
- Nb-Ti RCOCC magnet @ 1.8 K
8.5 T ----- 9 T

Total: 43 T ----- 45 T



Superconducting magnet
37 double-pancakes of 2x26 layers, electrically connected in series, vacuum impregnated separately before being assembled, obtained from the winding of 37 lengths of 265 m long insulated RCOCC.

Inner / outer diameter 1150 / 1826 mm
Height 1400 mm
Weight 16.3 tons
Nominal / ultimate current (8.5 / 9 T) 7100 / 7500 A
Inductance 3 H
Stored Energy (8.5 / 9 T) 78 / 94 MJ
Operating temperature 1.8 K





Pour nous citer :

Base de la Mission nationale de sauvegarde et de valorisation du patrimoine scientifique et technique contemporain, PATSTEC, Équipement de laboratoire Aimant hybride de 43 teslas (CNRS-LNCMI Laboratoire national des champs magnétiques intenses ; fabrication interne), <https://www.patstec.fr/ressources/objets/detail?id=28456>, consulté le 2026-07-26