

AIMANTS SUPRACONDUCTEURS DU RÉACTEUR DE FUSION ITER

FICHE N° 771

PRÉSERVER
SAUVEGARDER
VALORISER

Période de fabrication : 2025-2049

Fabricant : ASG, Mitsubishi, Toshiba

Domaines : Physique

Sous-domaines : Nucléaire

Organisme : Site International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER) de Cadarache, Vinon-sur-Reservoir

Saint-Paul-lez-Durance

Ville : Saint-Paul-lez-Durance

Modèle : Inconnu

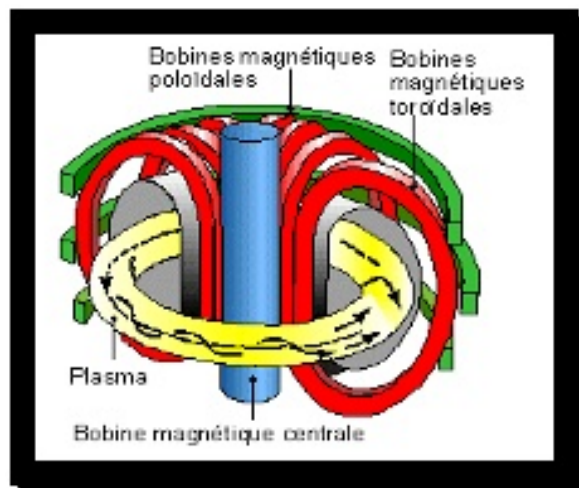
Matériaux :

Description

Depuis que les physiciens étudient les plasmas se pose le défi de contenir ces gaz portés à de très hautes températures. Au cours du siècle passé a émergé l'idée d'utiliser de très puissants aimants pour créer une sorte de « bouteille magnétique » et confiner les plasmas. Dans le tokamak lter, le confinement magnétique sera assuré par une quarantaine d'aimants supraconducteurs dont le poids total atteindra dix mille tonnes. Il y aura dix-huit aimants toroïdaux, en forme de D majuscule, de dix-sept mètres de haut, pesant chacun 310 tonnes, six aimants poloïdaux circulaires (de huit à vingt-quatre mètres de diamètre), un solénoïde central et dix-huit aimants de correction. Le système magnétique d'Iter sera le plus grand et le plus intégré du monde et concentrera une énergie magnétique totale de plus de cinquante milliards de joules. Répartis autour de la chambre à vide, les aimants toroïdaux seront placés verticalement et les aimants poloïdaux horizontalement. Les aimants supraconducteurs d'Iter ont été fabriqués à partir de câbles en alliage de niobium-étain (Nb3Sn) ou de niobium-titane (NbTi). Lorsqu'ils seront refroidis à moins 269 °C (ou 4 degrés Kelvin), température proche du zéro absolu, ces câbles deviendront supraconducteurs, c'est-à-dire qu'ils transporteront le courant électrique sans aucune résistance. Mais ceux-ci ne seront pas des câbles ordinaires, comme ceux que l'on trouve dans le commerce. Afin de garantir leur refroidissement permanent, ils prennent la forme de ce qu'on appelle des « câbles-en-conduit à double canal » : dotés d'un tuyau central permettant le passage de l'hélium liquide, ils ont été assemblés à partir de plusieurs brins d'alliage supraconducteur mesurant environ un millimètre de diamètre, recouverts d'une matrice de cuivre et enserrés dans une gaine d'acier. Ces câbles constituent les éléments de base du système magnétique d'Iter. Détail intéressant : les câbles utilisés à lter ont une longueur de près d'un kilomètre. C'est la longueur maximum rectiligne industriellement réalisable qui permet de minimiser les pertes Joule en fonctionnement en réduisant le nombre de connexions entre brins supraconducteurs. Dans un tokamak, la configuration géométrique de la machine confère aux particules électriquement chargées des trajectoires hélicoïdales qui forment, à condition d'ajuster les valeurs des champs magnétiques produits par les aimants, une surface magnétique se refermant sur elle-même et occupant l'espace de la chambre à vide contenant le plasma. On parvient ainsi à créer un nombre infini de ces surfaces, emboîtées les unes dans les autres, au sein desquelles les particules sont en quelque sorte emprisonnées (en l'absence de collisions et de turbulences magnétiques) et suivent fidèlement les lignes de force, agissant comme des rails invisibles. Le champ dit poloïdal, perpendiculaire à l'axe du tore, est créé principalement par un courant de forte intensité qui circule dans le plasma et participe au confinement du plasma. L'inconvénient est que ce champ magnétique ne se maintient que si l'intensité du courant augmente, ce qui n'est pas tenable sur une longue durée. De plus, les impuretés et les instabilités du plasma augmentent la résistance au courant, lequel finit alors par s'éteindre, de même que le champ magnétique qui lui est associé. C'est pourquoi les « tirs de plasma » sont, dans un tokamak, de durée relativement courte. Ce qui implique aussi — autre inconvénient — qu'un tokamak fonctionne par une série d'arrêts et de redémarrages, et donc une succession de chauffages et de refroidissements, qui finissent par user la machine et notamment les éléments qui font face au plasma.

Utilisation

L'objet est utilisé pour la recherche au site International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER).



Pour nous citer :

Base de la Mission nationale de sauvegarde et de valorisation du patrimoine scientifique et technique contemporain, PATSTEC, Aimants supraconducteurs du réacteur de fusion ITER (ASG, Mitsubishi, Toshiba), <https://www.patstec.fr/ressources/objets/detail?id=24916>, consulté le 2026-07-28