

FOR IMMEDIATE RELEASE

Contact:

Michel Claessens

+33 (0)4. 42.17.66.13

michel.claessens@iter.org

Comments:

1 Février 2013

La robustesse des conducteurs du solénoïde d'ITER confirmée

À l'issue de travaux intensifs pour améliorer les performances des conducteurs du solénoïde central d'ITER, ITER Organization est aujourd'hui parvenu à une solution techniquement fiable et économiquement viable. Ce résultat est le fruit d'une collaboration concertée entre ITER Organization, les agences domestiques ITER japonaise et américaine et la communauté mondiale de la recherche sur la supraconductivité. Cette solution repose sur l'utilisation d'un « pas de torsade court » dans la conception du conducteur. Les brins japonais réalisés avec cette technologie ont confirmé les excellents résultats obtenus lors d'une précédente phase de R&D, permettant même de qualifier deux nouveaux fournisseurs japonais de brins pour la production des conducteurs du solénoïde central.

china

eu

india

japan

korea

russia

usa

Le solénoïde central d'ITER est l'un des aimants supraconducteurs les plus complexes jamais réalisés. Haut de 13,5 mètres pour un diamètre de 4,1 mètres, il se compose d'un empilement de six modules-bobine alimentés indépendamment. L'une des spécificités du solénoïde central est qu'il sera utilisé pour déclencher par induction 30 000 décharges de plasma de 15 MA d'une durée de 400 s.

Pendant toute leur durée de vie, les modules-bobine du solénoïde central devront supporter des cycles électromagnétiques lourds et répétitifs, associés à des courants et champs de forte intensité. Les modules situés au centre de l'empilement seront les plus sollicités. En effet, ils subiront jusqu'à 60 000 cycles dans un champ d'une intensité maximale de 13 T, une valeur très supérieure aux intensités jamais appliquées à un gros aimant supraconducteur de ce type. Autre défi, le solénoïde central d'ITER sera fourni sous forme de contribution en nature impliquant plusieurs partenaires : la réalisation de l'empilement de bobines du solénoïde central a été confiée à l'agence domestique ITER des États-Unis et c'est l'agence domestique japonaise qui est chargée des conducteurs du solénoïde central.

Comme tous les autres aimants d'ITER, le solénoïde central utilise des conducteurs de type « câble en conduit » (*Cable-in-Conduit Conductor*, CICC) constitués d'un câble torsadé inséré dans une gaine en acier inoxydable traversée par une circulation forcée d'hélium supercritique. Le câble du solénoïde central se compose de 576 brins supraconducteurs combinés à 288 brins de cuivre pur, le tout étant assemblé en cinq étapes autour d'un serpentin de réfrigération central. La gaine, de forme carrée autour d'un câble de section circulaire, est réalisée dans un acier austénitique spécial à haute teneur en manganèse, caractérisé par une très faible vitesse de propagation des fissures de fatigue aux températures cryogéniques. Pour obtenir le champ de forte intensité requis, les brins supraconducteurs font appel à un composé spécial de niobium et d'étain (Nb3Sn), un matériau doté de bonnes propriétés de transport

du courant mais qui, une fois façonné, devient cassant et sensible aux contraintes si bien qu'il faut le manipuler avec précaution.

Les premiers échantillons testés dans l'installation SULTAN de Villigen (Suisse) en vue de qualifier les performances des conducteurs du solénoïde central d'ITER se sont fortement dégradés au fil des cycles électromagnétiques et thermiques ; ils n'étaient pas conformes aux critères de performance de la configuration SULTAN, qui ont été définis de manière à permettre le fonctionnement stable du solénoïde central pendant le cycle de vie de la machine ITER.

À la suite de ces résultats imprévus, et avec le soutien de l'agence domestique ITER des États-Unis et d'Oxford Superconducting Technology (États-Unis), ITER Organization a lancé début 2010 un vaste programme de R&D visant à étudier d'autres configurations de conducteur susceptibles de produire des performances plus stables. Ce programme, d'un coût de 1,1 million d'euros, a abouti en mai 2012 avec l'émergence d'une solution satisfaisante : parmi les quatre variantes testées, le conducteur configuré avec un « pas de torsade court » se comportait conformément aux attentes.

Le pas de torsade court apporte aux brins un meilleur soutien mécanique tout en limitant leurs possibilités de flexion, si bien qu'ils ne se dégradent quasiment pas lors des cycles électromagnétiques et thermiques. Les résultats des essais vont jusqu'à mettre en évidence une légère amélioration des performances, probablement due à un relâchement des efforts de compression qui n'est peut-être pas représentatif du fonctionnement réel des bobines.

Les résultats du programme de R&D ont montré que la dégradation observée lors du cyclage n'était pas propre aux CICC en Nb₃Sn et qu'il était possible de trouver une solution technique économiquement viable à ce problème délicat. Mais les constructeurs japonais devaient encore démontrer que la configuration à pas de torsade court pouvait se révéler tout aussi performante sur leurs brins. À cet effet, l'Agence japonaise de l'énergie atomique (JAEA) a préparé plusieurs échantillons pour égaler voire même surpasser les performances des échantillons d'ITER Organization. Le premier de ces échantillons (CSJA3) a été testé en novembre-décembre 2012. Les essais effectués dans l'installation SULTAN ont confirmé les excellents résultats obtenus avec la séquence à pas de torsade court, qui s'était montrée la plus performante. Ils ont aussi permis de qualifier deux nouveaux fournisseurs japonais de brins pour la production des conducteurs du solénoïde central.

L'histoire du développement des conducteurs du solénoïde central montre clairement qu'une collaboration scientifique entre plusieurs pays peut aboutir à des solutions, y compris pour les défis les plus extraordinaires associés à la construction de la machine ITER –, un système qui repousse les limites de la plupart des technologies et exige des solutions innovantes.

CONTEXTE

Conçu pour démontrer la faisabilité scientifique et technologique de l'énergie de fusion, ITER sera la plus grande installation expérimentale de fusion jamais construite. La fusion est à l'origine de l'énergie du Soleil et des étoiles. Quand des noyaux d'atomes légers fusionnent pour former des noyaux plus



lourds, une grande quantité d'énergie est libérée. La recherche sur la fusion vise à maîtriser une source d'énergie à la fois sûre, fiable et respectueuse de l'environnement.

ITER est également une entreprise de coopération scientifique internationale sans équivalent.

La contribution de l'Europe représente à peu près la moitié du coût de construction ; les six autres Membres engagés dans cette entreprise (la Chine, l'Inde, le Japon, la République de Corée, la Fédération de Russie et les États-Unis) contribuent à part égale à l'autre moitié. ITER est en cours de construction à Cadarache, en France, dans le département des Bouches-du-Rhône.

Pour en savoir plus sur ITER, rendez-vous à l'adresse suivante : www.iter.org

La version électronique de ce communiqué de presse est disponible à l'adresse suivante : <http://www.iter.org/org/team/odg/comm/pressreleases>