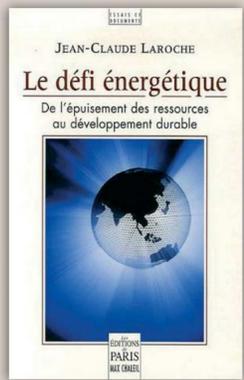


Les robots

Jean Vertut, Editions Hermès-Sciences
 Dans sa série d'ouvrages, «les robots», Jean Vertut livre les résultats de près de trente ans de recherche dans le domaine de la télémanipulation et robotique nucléaire en France. Le premier volume porte sur la modélisation et la commande d'un robot articulé à poste fixe. Le second volume fait un point sur les connaissances acquises et les perspectives d'avenir des robots capables d'appréhender les éléments essentiels de son environnement et d'y réagir. Et le troisième volume est centré sur la téléopération. C'est d'ailleurs dans ce domaine que Jean Vertut a excellé en posant les jalons du développement des technologies mécaniques de la télémanipulation à retour d'effort. Ses fondamentaux ont permis aux équipes du CEA de développer des équipements en téléopération pour des applications industrielles ou pour rendre un peu d'autonomie à ceux qui en sont privés par un handicap.

Le défi énergétique

Jean-Claude Laroche, Les éditions de Paris Max Chaleil
 Synthèse exhaustive des questions énergétiques qui se profilent à l'échelle de la planète, cet ouvrage fait un point sur les différentes technologies du secteur tout en insistant sur les besoins d'une maîtrise de la consommation. L'auteur permet ainsi au public d'embrasser en moins de 150 pages une problématique complexe et insiste sur le rôle crucial de la recherche, pour répondre aux besoins énergétiques de demain.



Nouvelle campagne de recrutement

En février 2008, ITER Organization a lancé une nouvelle campagne de recrutement. Vingt-neuf offres d'emploi ont été publiées sur le site internet d'ITER Organization (www.iter.org) et celui des agences domestiques concernant les métiers d'ingénieurs, de la sûreté, des achats et de la sécurité. Pour répondre à une offre publiée, chaque candidat doit envoyer à l'agence domestique de son pays (Fusion for Energy pour les ressortissants européens) un dossier en anglais, comprenant un curriculum vitae, une lettre de motivation et un formulaire retraçant son parcours professionnel. Après une première analyse des dossiers par les agences domestiques, les candidatures sont transmises à ITER Organization qui sélectionne une liste de cinq candidats qui sont reçus en entretien (par vidéo). A l'issue de cette phase, une liste des candidats sélectionnés est soumise à la direction d'ITER (Senior Management) qui assure la sélection finale.

FUSION FOR ENERGY
 Fusion for Energy, Torres Diagonal Litoral, Edificio B3
 7a planta (7th floor) - 08 019 Barcelona
www.fusionforenergy.europa.eu



Les robots de la fusion

LA MAINTENANCE DES FUTURES INSTALLATIONS DE FUSION, COMME ITER, CONSTITUE UN DÉFI TECHNOLOGIQUE. LES INGÉNIEURS ET CHERCHEURS TRAVAILLENT D'ORES ET DÉJÀ SUR DES SYSTÈMES ROBOTISÉS QUI PERMETTRONT D'ASSURER DES OPÉRATIONS DE MAINTENANCE À DISTANCE.

La fusion des atomes de deutérium et de tritium génère une formidable énergie. Ces réactions nucléaires de fusion obtenues au cœur d'installations de recherche, comme le JET aujourd'hui et ITER demain, s'accompagnent de l'émission de rayonnements énergétiques. Ces installations de recherche, soumises à rude épreuve, nécessitent une maintenance régulière qui consiste à pouvoir remplacer des composants internes. Dans ces conditions, le recours à des systèmes robotisés comme des bras télémanipulateurs s'impose pour intervenir là, où l'intervention humaine n'est pas envisageable.

A toute épreuve

En plus d'être fiables à toute épreuve, les robots de maintenance téléopérés sont conçus pour répondre aux contraintes de la fusion. Outre des interventions dans un environnement nucléaire, il leur faut opérer sans laisser d'impuretés car elles risquent de diminuer les performances du plasma. Les composants à manipuler sont lourds, nombreux et avec des géométries variées. Ils doivent suivre des trajectoires complexes et être assemblés avec une grande précision.

Premiers pas

Des équipes de chercheurs anglais en collaboration avec l'industrie ont développé et adapté en 1986 un système composé d'un double bras télémanipulateur pour l'installation de recherche JET en Angleterre. Une poutre articulée longue d'une douzaine de mètres per-

met de positionner ces bras téléopérés n'importe où à l'intérieur de la machine. A leurs extrémités, ces bras peuvent être équipés avec une large gamme d'outils pour assurer une multiplicité d'opérations comme des tâches de découpe, de soudage et de boulonnage... Plusieurs centaines de composants ont ainsi été changés au sein du tokamak européen en limitant l'accès humain au maximum.

De leur côté, les équipes de l'Institut de recherche sur la fusion magnétique (IRFM) en collaboration avec le Laboratoire d'intégration des systèmes et des technologies (LIST) du CEA ont mis au point un robot d'inspection capable de travailler dans des conditions de vide et de température sévères. Baptisé AIA (Articulated Inspection Arm), il prend la forme d'un long bras articulé de huit mètres capable de se déployer et de se faufiler à l'intérieur de l'enceinte du tokamak où est produit le plasma (enceinte à vide), à partir d'une ouverture de seulement 200 millimètres de diamètre.

Au cours de l'année 2007, il a été soumis avec succès aux premiers déploiements en conditions ambiantes dans l'installation de recherche Tore Supra. Equipé d'un procédé de vision embarqué, il devra bientôt affronter les conditions de température (120 degrés Celsius) et de mise sous vide de Tore Supra pour lesquelles il a été conçu. Et prochainement, il pourra être muni à son extrémité d'une série d'équipements encore plus perfectionnés : système de détection de fuite, moyens de traite-

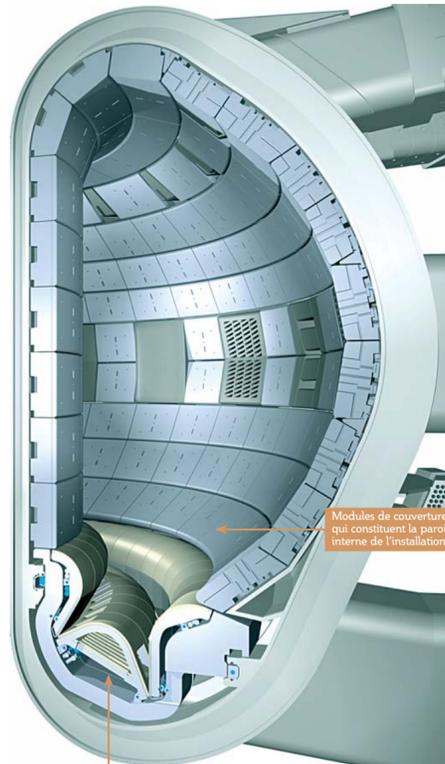
ment de surface par ablation laser ou encore de systèmes d'analyses physico-chimiques et de récupération de poussières. «Les études réalisées sur ce système téléopéré permettent de faire des progrès notables dans la mise au point de robots spécifiques pour la fusion» confirme Jean-Pierre Martins de l'association Euratom-CEA. Les expériences acquises avec le JET et Tore Supra constituent de solides références pour le développement des robots d'ITER.

Des robots au cœur d'ITER

ITER sera le premier tokamak au monde dont la maintenance sera totalement téléopérée. Ses robots ou ses télémanipulateurs assureront une multitude d'interventions. «Il est prévu de pouvoir changer certains éléments à l'intérieur de l'enceinte où seront produits les plasmas, soit pour des raisons de maintenance, soit pour introduire de nouveaux modules nécessaires aux programmes expérimentaux» confirme Alessandro Tesini, responsable de la section «téléopération» au sein d'ITER Organization.

Dans le cas des opérations de maintenance de certains composants, la stratégie consiste à les transporter, grâce à des systèmes téléopérés, vers les ateliers de maintenance où ils pourront être réparés. Les composants internes d'ITER qui seront remplacés sont de trois types :

- les 54 cassettes constituant le divertor (dispositif interne pour la récupération des impuretés du plasma),
 - les 440 éléments (modules de couverture) qui constituent la paroi interne de l'installation,
 - les modules qui assureront les fonctions de systèmes de chauffage, d'outils de diagnostic ou encore des équipements internes nécessaires aux programmes expérimentaux.
- Ces éléments très massifs, de 4,5 tonnes à 45 tonnes pour les plus lourds, impliquent de concevoir des dispositifs robotisés inédits pour assurer leur installation ou leur retrait à l'intérieur de la machine. Aux télémanipulateurs puissants chargés d'installer ou de retirer ce type de composants, s'ajoutent d'autres systèmes qui devront, quant à eux, réaliser des missions d'inspection interne plus fines. En faisant la preuve qu'il est possible d'assurer la maintenance d'un tokamak grâce à des systèmes téléopérés, ITER apportera une réponse essentielle au développement de la fusion comme source potentielle d'énergie.



Système de télémanipulation des cassettes du divertor

Le père des bras télémanipulateurs

Les recherches sur les systèmes robotisés ont pris leur essor à la fin de la seconde guerre mondiale. Dans le cadre de leurs travaux dans le domaine nucléaire, les ingénieurs américains devaient manipuler des matières radioactives. La sensibilité et la dextérité requise lors de la manipulation à distance de ces matières firent un pas de géant grâce aux travaux de Raymond Goertz, au laboratoire nucléaire d'Argonne, qui créa le premier bras télémanipulateur mécanique en 1948. Six ans plus tard, il remplaça la transmission bidirectionnelle mécanique assurée par les poulies et les tringles qui articulent le bras, par des servomoteurs électriques, tout en permettant la transmission de l'information d'effort. Ainsi, l'opérateur peut se trouver à des centaines de mètres d'un bras et disposer d'une grande fiabilité de manipulation. Les bras robotisés actuels sont les descendants de ces télémanipulateurs.

Des robots au service d'ALARA

Largement déployés dans l'industrie, les robots soudent, assemblent, découpent, déplacent des objets, surveillent. Leurs domaines d'actions sont multiples qu'il s'agisse d'interventions sous-marines, spatiales, nucléaires, industrielles ou chirurgicales. Dans le domaine nucléaire, la mise en place de systèmes de téléopération s'accompagne d'un programme de radioprotection. Pour ITER, ce programme vise à définir les dispositions optimales au titre de l'application du principe ALARA (As Low As Reasonable Achievable) pour la protection des travailleurs face aux rayonnements, à des niveaux aussi bas que possible d'un point technique et économique. Ce principe initialement développé dans le domaine nucléaire a pris une part importante dans la gestion des risques en général.

Deuxième promo master fusion

En septembre 2007, l'université Paris VI ouvrait ses portes pour faire place à l'arrivée de la deuxième vague d'étudiants en master des sciences de la fusion. Sur cent candidatures, trente et une ont été sélectionnées sur dossier. Les deux premiers mois de la formation proposaient un enseignement général de physique des plasmas avant d'aborder des cours sur les techniques du confinement inertiel. La promotion 2007/2008 terminera l'année au sein d'un laboratoire de recherche par le biais d'un stage de quatre mois, permettant aux étudiants d'avoir une approche du secteur professionnel. Enfin, la rentrée 2008/2009 proposera deux options supplémentaires en sciences de la fusion par confinement magnétique et en physique et technologie de la fusion.

www.sciences-fusion.fr

Nouvelle mission pour Pascale Amenc-Antoni

Kaname Ikeda, directeur général d'ITER Organization, a nommé Pascale Amenc-Antoni conseillère spéciale en charge des relations avec la France (pays hôte du projet) et l'Europe (partenaire hôte) qui contribue à hauteur de 45% au coût de construction de l'installation de recherche. Sa nouvelle mission vise à améliorer encore l'insertion du projet et de ses collaborateurs dans son environnement, de faciliter les échanges et la diffusion de l'information sur le projet et son impact auprès des responsables et du public. L'organisation internationale témoigne ainsi de l'importance qu'elle attache au développement et à la qualité de ses relations avec l'ensemble des responsables impliqués dans la réalisation du projet à Cadarache.

AGENDA

Du 15 au 19 Juin 2008
 Centre de congrès de Karlsruhe, Allemagne
Conférence internationale sur la science des plasmas

La 35^e conférence internationale sur les sciences du plasma organisée avec l'Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), la plus importante association de professionnels pour le développement technologique, aura lieu à Karlsruhe du 15 au 19 juin. Elle mettra en vedette les développements innovants dans le domaine de la science et de l'ingénierie du plasma en abordant une multitude de sujets : la physique des plasmas, plasma à haute densité d'énergie, fusion par confinement inertiel ou magnétique, diagnostics, puissance pulsée, génération micro-ondes, éclairage, micro et nano applications des plasmas, applications médicales et traitement du plasma. Manfred Thumm, professeur à l'Université de Karlsruhe et directeur de l'Institut de Pulsed Power et de la technologie à micro-ondes du centre de recherche de Karlsruhe, assurera la présidence de cette 35^e édition.

www.icops2008.org

Iter