

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

DSM/DAPNIA/STCM

Rapport n° 10
le 22 mai 2000

M. JACQUEMET

LES ESSAIS A SACLAY DES AIMANTS SUPRACONDUCTEURS
<u>DU STELLARATOR W7X</u>

Association Française du Froid
Aussois, 16-19 mai 2000

Les essais à Saclay des aimants supraconducteurs du stellarator W7X

Marcel JACQUEMET
CEA/Saclay – DAPNIA/STCM
91191 Gif-sur-Yvette Cedex

Résumé

Cette station d'essais de grandes capacités (cryostats de 5,5 m de diamètre et de 5 m de haut – courant de 25 000 ampères) fonctionnant en hélium supercritique, permettra de prononcer la réception des aimants de cette machine de fusion. Sur cette station, en cours de montage au CEA Saclay, les tests sur les aimants supraconducteurs permettront, à température ambiante et/ou cryogénique, de vérifier ou de mesurer :

- Le comportement mécanique et l'absence de fuite du conducteur (type « cable in conduit ») ;
- La bonne configuration du câble dans le conduit ;
- L'isolation électrique ;
- Le comportement de l'aimant au courant nominal et/ou lors d'une transition ;
- Les déformations et contraintes mécaniques sur l'ensemble.

1 Qu'est ce que W7X ?

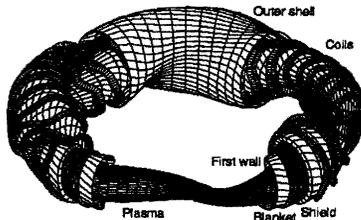
C'est un **stellarator**, machine de recherche de fusion, utilisant le **confinement magnétique**. Ce type de confinement est aussi utilisé dans les tokamaks, comme le JET, Tore Supra et le projet Iter.

Traditionnellement, les stellarators font partie des recherches conduites au Max Planck Institut de Garching, près de Munich. Par exemple, une machine de même principe, appelée W7 AS est en fonctionnement depuis 1988. Un des avantages présentés pour ces outils, par rapport aux Tokamaks, étant une meilleure stabilité du plasma.

W7X est basé sur une configuration Helias (Helical Advanced Stellarator). Un concept similaire est le « Torsatron » dont une illustration est le Large

Helicoidal Device construit à Nagoya au Japon et actuellement en service.

La forme du plasma confiné par les bobines non planes peut être schématisé comme suit :



2 Le projet

D'un point de vue **magnétique**, ce projet est composé de 10 demi modules formés par sept types d'aimants supraconducteurs différents (5 bobines non planes et 2 planes).



Simulation d'un demi module

Quelques chiffres :

- * Diamètre du tore : 11 mètres
- * Diamètre externe de la machine : ~ 15 mètres
- * Champ magnétique sur l'axe : 3 teslas
- * Champ magnétique sur le conducteur : 6,2 teslas

* Poids total masse froide : 350 tonnes

* Refroidissement : Helium supercritique (3,8 K)

* Conducteur : « cable in conduit »

Le projet a été approuvé en Mars 1996 par la Commission Européenne. La première pierre de l'Institut a été posée en Juin 1997 dans la ville de Greifswald, une équipe universitaire de recherche sur la fusion et des services de l'IPP s'installent progressivement dans cette ville située au Nord de l'Allemagne dans le Land de Mecklenbourg Vorpommern .

3 La mission du CEA

Après la construction de ces 70 éléments supraconducteurs et **avant leur installation** sur le site de Greifswald, ils subiront au CEA Saclay un ensemble de tests à température cryogénique, mais aussi à température ambiante. Ces vérifications, sont de différentes natures :

- Isolation électrique par rapport à la masse par mise sous haute tension.
- Etanchéité et tenue en pression du « cable in conduit ».
- Perte de charge des circuits.
- Comportement en cas de transition.
- Marge de fonctionnement.
- Déformations et contraintes mécaniques.

Ce travail mené au CEA Saclay, au sein de la Direction des Sciences de la Matière, s'inscrit dans le cadre, plus large, de l'accord de coopération CEA

– IPP (Max Planck-Institut für Plasmaphysik). Les travaux prévus se dérouleront selon trois phases principales :

3.1 De mi 1998 au mi 2000 :

L'étude et la construction d'une station d'essais qui permettra de réaliser les tests de validation prévus, en respectant le planning de fabrication des aimants.

3.2 A partir de mi 2000 :

La mise en service de cette station, en deux étapes, avec, éventuellement, un essai de la bobine de démonstration déjà construite. Ce test avec cette bobine prototype serait considéré comme un exercice et une répétition en vraie grandeur.

3.3 A partir de fin 2000 :

Pour les essais proprement dits, l'étude du planning doit être extrêmement poussée. En effet, il faut s'assurer qu'il est possible de réaliser le test d'une paire de bobines en 6 semaines.

4 La station d'essais et les tests

Compte tenu de la cadence de construction et d'installation sur le site de Greifswald, cette station d'essais, sera constituée de deux cryostats et de leurs boîtes à vannes associées. Chaque cryostat, d'environ 5,5 mètres de diamètre, est conçu pour pouvoir recevoir et tester deux aimants simultanément.

Actuellement tous les éléments de la station d'essais sont en construction dans l'industrie ou déjà livrés à Saclay.



Alimentation électrique
25 000 A en construction



Cryostat et écrans à Azote
liquide en construction