

8

DOMPTER LA FUSION NUCLÉAIRE

Recréer sur Terre la réaction de fusion nucléaire à l'œuvre dans les étoiles, pour disposer d'une source d'énergie intarissable.

Le CEA ne pouvait pas passer à côté de ce défi ! Depuis la fin des années 1950, il conçoit, construit et exploite des machines expérimentales aux limites de la science et de la technologie.

Septembre 1958, deuxième conférence de Genève de l'ONU : le nucléaire prend un tournant décisif qui marque les premiers pas de la recherche civile sur la fusion nucléaire par confinement magnétique. « Ces recherches consistent à développer des réacteurs, les tokamaks, dans lesquels on crée un plasma pour permettre à des noyaux de deutérium et de tritium de fusionner et ainsi libérer une grande quantité d'énergie. Dans un tokamak, on vise un plasma à 150 millions de °C, avec une densité de particules de 10^{20} par m^3 , et un temps de confinement de l'énergie supérieur à 1 milliseconde »,

rappelle Jérôme Bucalossi, directeur du CEA-IRFM. En 1973, le CEA met en service son premier réacteur, le Tokamak de Fontenay-aux-Roses (TFR), suivi de Petula à Grenoble en 1977. Pendant plusieurs années, TFR sera le plus puissant au monde détenant un record de température avec un plasma de plus de 20 millions de degrés pendant quelques millisecondes.

Record mondial de durée du plasma

Le challenge de la réalisation de la fusion nucléaire est tel, tant au niveau de la physique des plasmas que de la technologie des machines, qu'il mobilise de concert de nombreuses équipes internationales. En 1984, démarre à Culham (Royaume-Uni) le plus grand tokamak jamais construit, Jet (*Joint European Torus*), que dirigera par ailleurs un ingénieur du CEA. En parallèle, le CEA lance la construction à Cadarache d'un réacteur d'une autre technologie, Tore Supra, qui sera le premier tokamak supraconducteur. Opérationnel en 1988, il fonctionne à l'aide d'aimants supraconducteurs (voir p. 89) et de composants activement refroidis à eau pressurisée. Précurseur dans le domaine et conçu pour produire des plasmas de longue durée, Tore Supra obtient

en 2003 le record mondial en maintenant pendant 6 minutes et 30 secondes un plasma à plus de 50 millions de °C.

Accueillir Iter à Cadarache

Fort de cette expertise, la France se positionne pour accueillir l'étape suivante, à savoir le projet international Iter. En 2006, l'accord est signé entre 35 pays (Chine, Corée du Sud, États-Unis, Inde, Japon, Russie, Suisse et ceux de l'Union européenne).

La première pierre du site est posée en 2007 à Cadarache. Enjeu : démontrer la faisabilité de la production d'énergie grâce à la fusion, source d'énergie à l'impact environnemental faible, tel que l'explique Jérôme Bucalossi : « la réaction de fusion entre un atome de deutérium et un atome de tritium produit un atome d'hélium et un neutron. Le deutérium est abondant dans l'eau de mer, mais le tritium, radioactif, doit être produit. L'un des enjeux d'Iter est de tester comment générer ce dernier in-situ, grâce à certains composants à base de lithium ».

Préparer le terrain avec West

La communauté scientifique vise un premier plasma d'Iter à partir de 2025 (l'assemblage des premiers éléments a débuté en 2020). Pour cela, les tâches se répartissent et le CEA se voit confier la qualification de certains composants clés du futur tokamak.

En 2016, Tore Supra est adapté, devenant « West », pour tester le « divertor » d'Iter. Placé sur le plancher de la chambre à vide, il concentre les flux de particules et de chaleur et assure l'extraction de l'hélium. Il devra résister à des températures de l'ordre d'un tiers voire de la moitié de celles à la surface du Soleil. D'où la nécessité de produire et d'étudier les phénomènes à l'œuvre via des expérimentations et des modélisations numériques très complexes. « L'ADN du CEA ! », conclut le physicien. ●

Page de gauche :

Inspection des composants du « divertor » dans le tokamak West du CEA à Cadarache (2020).

