

CHAMBRE À VIDE DU RÉACTEUR DE FUSION ITER

FICHE N° 780

PRÉSERVER
SAUVEGARDER
VALORISER

Période de fabrication : 2025-2049

Fabricant : ITER Organization, Corée du Sud et d'Europe

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

Si l'on s'en tient aux principes, le tokamak est une machine relativement simple : il s'agit pour l'essentiel d'une chambre à vide en forme de tore (ou de pneu, analogie plus terre-à-terre) entourée d'aimants pour but de confiner le plasma et d'empêcher les particules électriquement chargées qui le composent de toucher les parois. Au cœur du tokamak Iter, l'énergie générée par la fusion des noyaux d'hydrogène est emportée principalement par les neutrons produits par la réaction et sera absorbée sous forme de chaleur par les parois de la chambre à vide. Tout comme les centrales électrogènes classiques, un futur réacteur industriel de fusion utilisera cette chaleur pour convertir l'eau du circuit de refroidissement secondaire en vapeur et produire ensuite, grâce à des turbines et à des alternateurs, de l'électricité. Simple en principe mais complexe en pratique, le tokamak Iter sera un petit bijou de technologie. Dans cette fiche, nous allons visiter le cœur du réacteur Iter.

La chambre à vide d'Iter est un composant critique. Fabriquée à partir d'une double paroi en acier inoxydable, cette enceinte abritera les réactions de fusion qui auront lieu pendant le confinement du plasma. Dans un tokamak, la taille de la chambre à vide détermine le volume du plasma de fusion : plus l'enceinte est volumineuse, plus la quantité de plasma contenu sera importante, et plus la machine produira d'énergie. A Iter, les dimensions de cette pièce seront imposantes : large de dix-neuf mètres, haute de onze, la chambre à vide « nue » pèsera 5.200 tonnes (8.500 tonnes une fois complètement équipée) et aura un volume équivalent à celui d'un petit immeuble de quatre étages. Elle fournira aux physiciens un outil expérimental sans précédent puisque le volume de plasma (840 mètres-cubes) sera 10 fois plus grand que celui du plus grand des tokamaks aujourd'hui en activité.

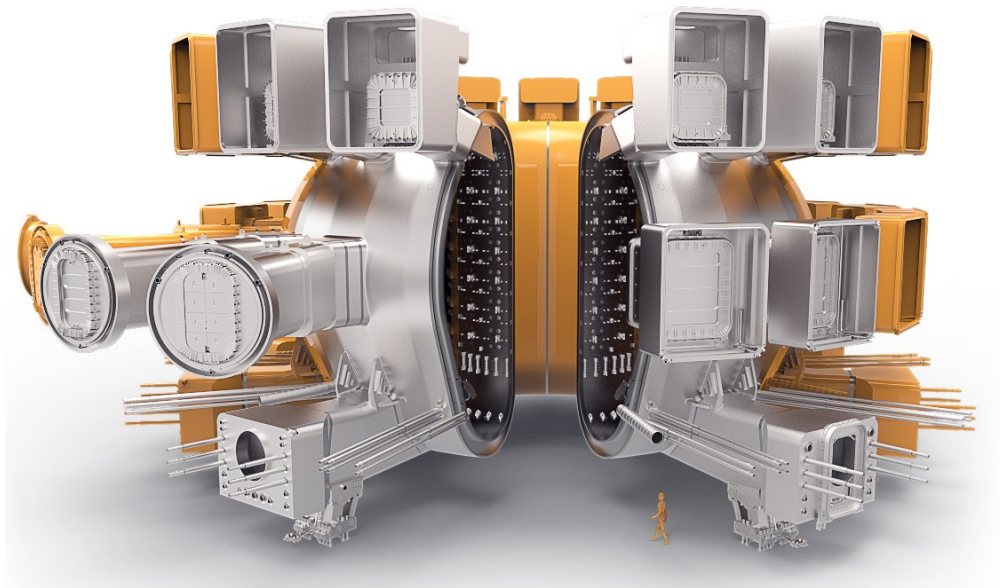
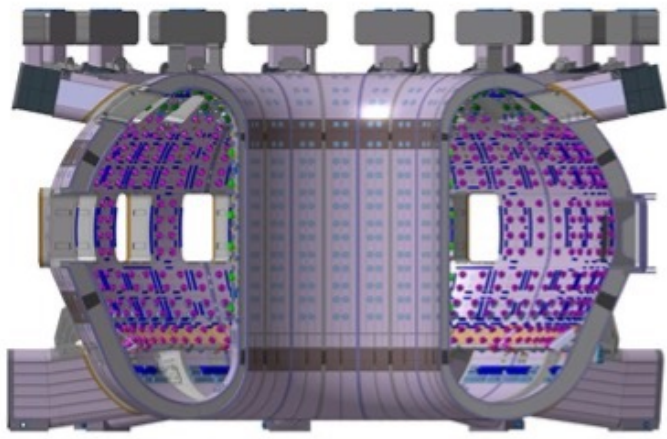
Dans ce volume de géométrie toroïdale, sous l'influence du champ magnétique créé par les aimants, le plasma, les particules se déplaceront suivant des trajectoires fermées en forme de spirale hélicoïdale et n'entreront pas en contact avec les parois. La chambre à vide agira comme une première barrière de protection contre les radiations que produiront les réactions de fusion, et notamment le flux neutronique. Elle servira également un support à certains des composants internes du tokamak, comme les modules de chauffage et le diverteur. Circulant entre les deux parois de la chambre, l'eau de refroidissement évacuera la chaleur générée par les réactions de fusion et récupérée par les briques des murs internes. Enfin, la chambre à vide possédera quarante-quatre « fenêtres », autant d'ouvertures qui permettront aux équipements de mesure, de chauffage et de pompage d'intervenir sur les installations et seront des entrées pour les personnes qui assureront les opérations de maintenance par télémanipulation. Trois des dix-sept fenêtres équidistantes seront réservées à l'injection de particules neutres comme moyen de chauffage ; au niveau inférieur, sept fenêtres donneront accès aux cassettes du diverteur pour permettre le remplacement et la maintenance, tandis que quatre autres seront réservées aux systèmes de pompage sous vide. En fonctionnement, toutes les ouvertures seront obturées par des portes étanches pour permettre la mise sous vide de l'enceinte.

Élément critique du tokamak, la chambre à vide est aussi un défi de fabrication. D'abord par ses dimensions : Iter possédera la plus grande enceinte à vide du monde. De géométrie complexe, elle devra être parfaitement hermétique. De plus, les ouvertures et points d'accrochage doivent être posés de façon très précise, avec une marge d'erreur inférieure au millimètre, une prouesse compte tenu de la taille de la chambre. La chambre est construite en partie en Europe et en partie en Corée du sud.

Figure 1 : La chambre à vide d'Iter est l'enceinte en acier inoxydable, parfaitement hermétique, dans laquelle se produisent les réactions de fusion. L'accès à la chambre à vide pour les opérations de télémanipulation et les interventions sur les installations de diagnostics, de chauffage et de vide se fait à travers de quarante-quatre « pénétrations ».

Utilisation

L'objet est utilisé pour la recherche sur le 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, Chambre à vide du réacteur de fusion Iter (ITER Organization, Corée du Sud et d'Europe), <https://www.patstec.fr/ressources/objets/detail?id=25489>, consulté le 2026-07-28