

RÉACTEUR DE FUSION ITER

FICHE N° 770

PRÉSERVER
SAUVEGARDER
VALORISER

Période de fabrication : 2000-2024

Fabricant : ITER Organization, avec environ 5.000 contractants ; ITER Organization, avec environ 5

Organization, avec environ 5.000 contractants

Domaines : Physique

Sous-domaines : Nucléaire

Organisme : Site International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER) de Cadarache, Vinon-su
Saint-Paul-lez-Durance

Ville : Saint-Paul-lez-Durance

Modèle :

Matériaux :

Description

Depuis la signature d'un accord international en 2006, les sept membres d'ITER (35 pays au total) construisent à Cadarache (Bouches-du-Rhône) ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor), un réacteur qui ambitionne d'imiter les réactions de fusion qui se produisent dans le Soleil et les étoiles (figure 1). Le but : produire de l'énergie en « brûlant » (fusionnant) de l'hydrogène. Le défi : contenir un « plasma », c'est-à-dire un gaz ionisé à haute température et produire des réactions de fusion de noyaux d'hydrogène pendant plusieurs minutes. ITER sera sans doute la machine la plus complexe jamais construite par l'homme. Certains comparent ITER au programme spatial Apollo par sa sophistication technologique et la possibilité de marquer à jamais le cours de l'Histoire et l'avenir de notre civilisation. ITER est une machine de type « tokamak », concept inventé par des physiciens russes dans les années cinquante et qui signifie « chambre toroïdale magnétique » (figure 1).

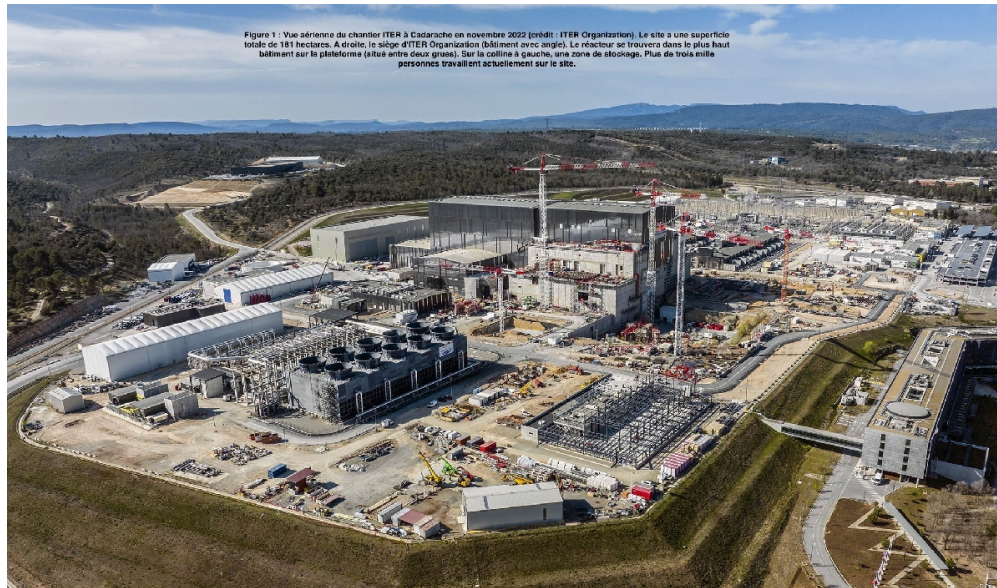
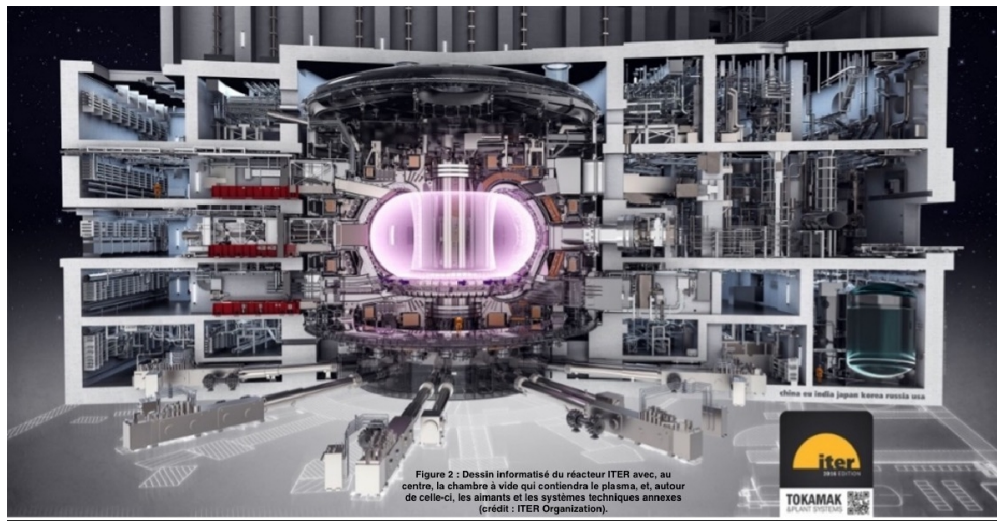
Parmi les dix mille composants du tokamak ITER, certains sont gigantesques. C'est notamment le cas de la chambre à vide (en forme de tore, large de dix-neuf mètres, haute de onze, 5.200 tonnes) et des aimants supraconducteurs, qui sont parmi les plus grands du monde (plus de 300 tonnes chacun). Il y aura aussi, autour de la machine, plusieurs systèmes techniques sophistiqués : usine cryogénique pour produire le froid, systèmes de chauffage du plasma et de refroidissement, instruments scientifiques, transformateurs électriques, « cellules chaudes » pour récupérer les déchets radioactifs, etc.

Le réacteur ITER sera entouré de 25 gros aimants supraconducteurs (c'est-à-dire maintenus à -269 °C pour supprimer toute résistance au courant électrique) afin de créer une « bouteille magnétique » destinée à contenir le plasma en empêchant les contacts des particules du gaz avec les murs internes. Plusieurs techniques de chauffage complémentaires vont porter le plasma d'ITER à 150 millions de degrés Celsius (dix fois la température de l'intérieur du Soleil), température à laquelle les réactions de fusion deviennent possibles compte tenu de la densité opérationnelle. A cette température, les noyaux accélérés auront suffisamment d'énergie pour franchir la barrière que les forces de répulsion électrostatique dressent entre des charges électriques de même signe et fusionneront, libérant des quantités considérables d'énergie. Les premières expériences (« Premier Plasma ») étaient prévues en 2025 mais des problèmes techniques vont repousser le calendrier de plusieurs années. En 2035 en principe, le réacteur passera en « mode nucléaire » et utilisera un mélange 50/50 de deutérium et tritium (les deux isotopes de l'hydrogène). ITER devrait alors produire quelque 500 mégawatts de puissance thermique. Suivront alors quelques années d'expériences pour permettre aux scientifiques et techniciens d'affiner leur compréhension du plasma et la maîtrise de celui-ci.

Figure 1 : Dessin informatisé du réacteur ITER avec, au centre, la chambre à vide qui contiendra le plasma, et, autour de celle-ci, les aimants et les systèmes techniques annexes (crédit : ITER)

Utilisation

La Tokamak (Tore-supra) est utilisé pour la recherche au 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, Réacteur de fusion ITER (ITER Organization, avec environ 5.000 contractants ; ITER Organization, avec environ 5.000 contractants ; ITER Organization, avec environ 5.000 contractants), <https://www.patstec.fr/ressources/objets/detail?id=24915>, consulté le 2026-07-28