



**Chine, Europe, Inde, Japon, Corée, Russie, États-Unis**

ITER, en latin « le chemin », bénéficie du retour d'expérience accumulé depuis soixante ans par des centaines de machines de fusion.

## DÉVELOPPEMENT ET RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT

Tandis que la population mondiale augmente et que se développent les grands pays émergents, la demande d'énergie primaire et d'électricité ne cesse de croître : elle a déjà augmenté de 50% depuis 1973 ; elle sera multipliée par trois d'ici la fin du siècle.

Si nous voulons répondre à nos besoins énergétiques et continuer d'assurer notre croissance sans porter atteinte aux grands équilibres environnementaux, nous devons développer des solutions nouvelles, aussi sûres et peu polluantes que possible, fondées sur des sources durables et universellement disponibles.

L'énergie de fusion, qui reproduit les réactions physiques à l'œuvre dans le Soleil et les étoiles, répond à ces exigences. La communauté scientifique mondiale est aujourd'hui convaincue que la maîtrise de cette énergie est à notre portée.

Pour en apporter la démonstration, la Chine, l'Union européenne, l'Inde, le Japon, la Corée, la Russie et les États-Unis, réunis au sein d'ITER Organization, ont décidé de construire ITER sur le site proposé par l'Europe, à Saint-Paul-lez-Durance, près d'Aix-en-Provence, dans les Bouches-du-Rhône.

Page de couverture : Au cœur du Bâtiment tokamak, l'enceinte de protection qui entoure le tokamak (bioshield) est finalisée. L'assemblage des pièces de la machine débutera en 2020.

## UNE ÉTAPE INDISPENSABLE

ITER, en latin « le chemin », est l'aboutissement de soixante ans de recherche dans le domaine de la physique des plasmas ainsi que du retour d'expérience accumulé par des centaines de « machines de fusion ».

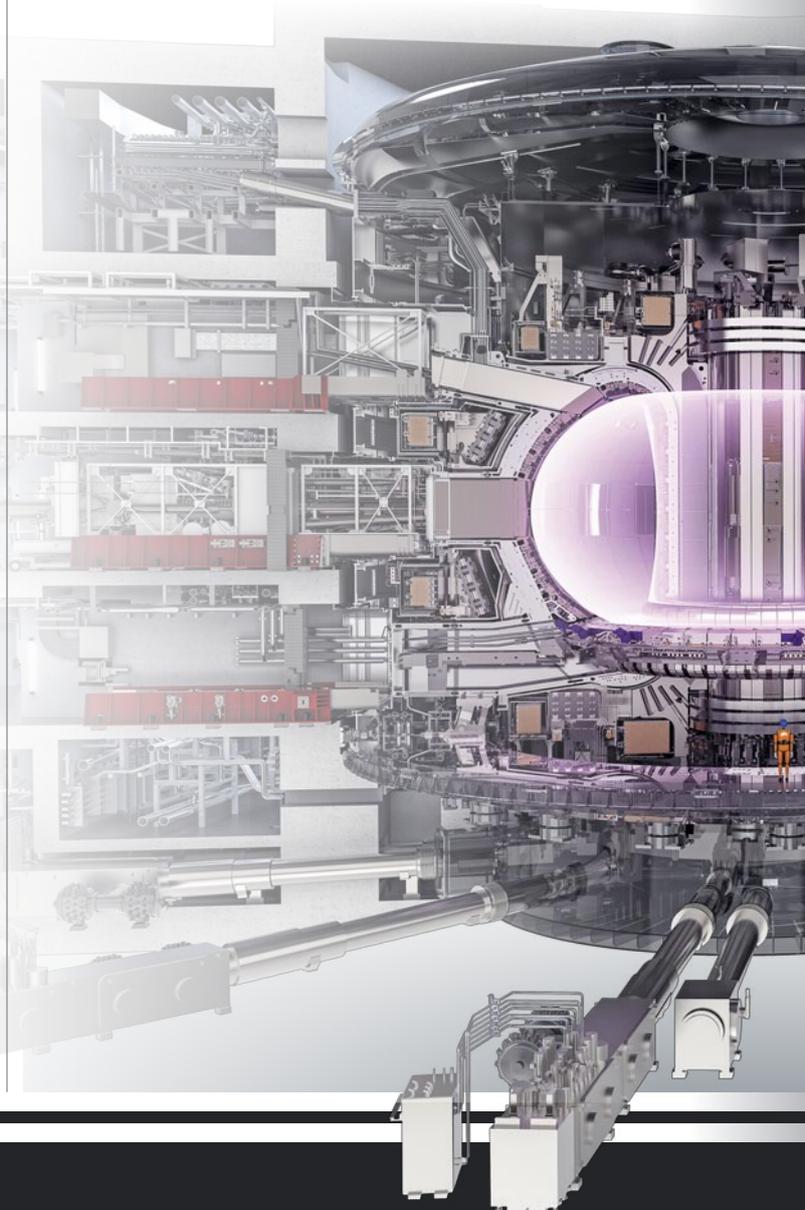
Dans une machine de fusion, un mélange gazeux très ténu, constitué de noyaux atomiques légers, est soumis à des conditions de température qui conduisent ces mêmes noyaux à « fusionner » en libérant de considérables quantités d'énergie.

Dans les années 1990, deux tokamaks<sup>2</sup> expérimentaux, le JET européen et le TFTR américain, ont pour la première fois produit une quantité d'énergie significative (un record de 16 MW) en fusionnant des noyaux légers (deutérium et tritium).

Sur le chemin de la production industrielle d'énergie de fusion, le tokamak ITER constitue une étape indispensable.

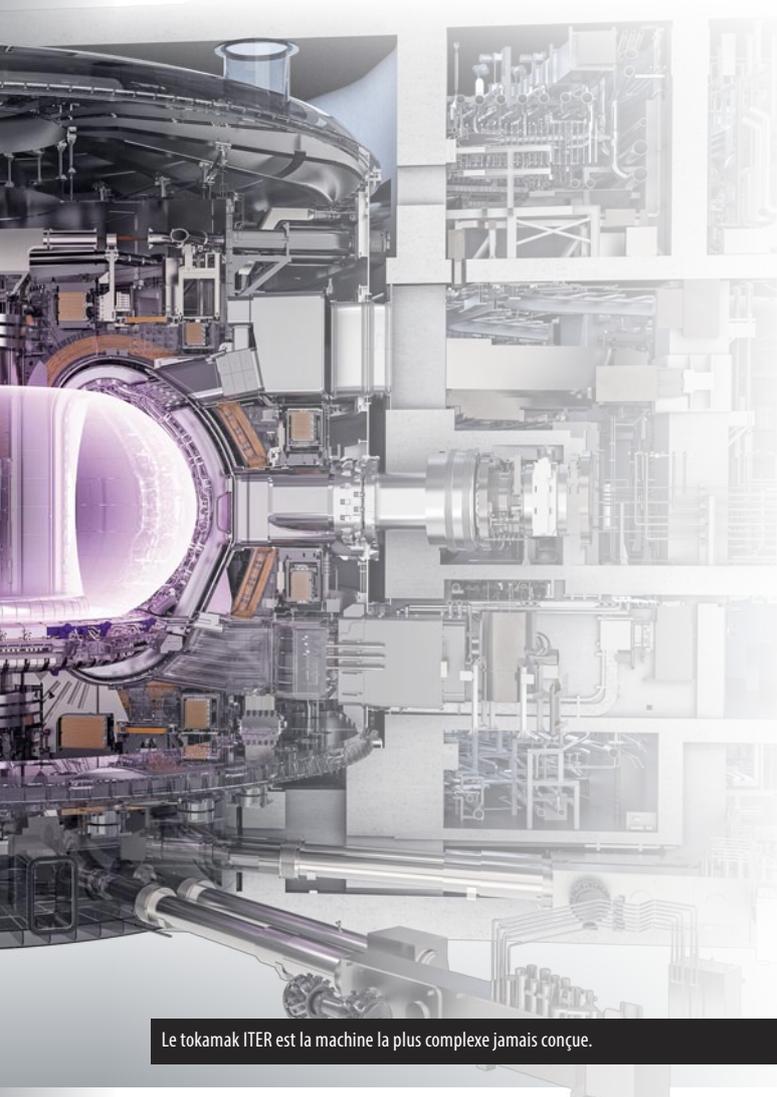
La taille de la machine, les matériaux et les technologies qu'elle met en œuvre doivent démontrer que cette énergie nouvelle peut contribuer de manière significative, dès la deuxième moitié de ce siècle, à la production mondiale d'électricité.

2 – « Tokamak » est un acronyme tiré du russe, qui signifie « chambre toroïdale, bobines magnétiques ». Les tokamaks se sont imposés depuis bientôt cinq décennies comme les machines de fusion les plus prometteuses.





Nichée au cœur des collines de Haute-Provence, à une vingtaine de kilomètres au sud de Manosque, l'installation ITER occupe une plateforme de 42 hectares et comptera à terme 39 bâtiments.



Le tokamak ITER est la machine la plus complexe jamais conçue.

## ITER EN CHANTIERS

Les travaux d'aménagement de la plateforme de 42 hectares, réalisés par l'Agence Iter France (CEA), ont été lancés en 2007 ; la construction des bâtiments de l'installation, confiée à l'Agence domestique européenne pour ITER (Fusion for Energy), a débuté au mois d'août 2010.

Les travaux de génie civil du Complexe tokamak – un bâtiment de 400 000 tonnes sur sept niveaux, reposant sur 493 plots parasismiques – ont commencé au mois de novembre 2014. Quatre années seront encore nécessaires pour finaliser et équiper cet imposant édifice qui constitue le cœur de l'installation ITER.

Dans le Hall d'assemblage, mitoyen du Complexe tokamak, l'installation des deux machines de sous-assemblage particulièrement spectaculaires (800 tonnes, 20 m de haut) est quasiment finalisée. C'est dans ce bâtiment de 6 000 m<sup>2</sup>, équipé d'une double pont roulant d'une capacité de 1 500 tonnes, que seront préassemblés, avant intégration, les éléments de la machine.

Dans le bâtiment de bobinage des aimants annulaires (PF Coils), comme dans l'atelier d'assemblage du cryostat (le « thermos » géant qui isole la machine), l'activité industrielle est intense : fabrication de la bobine n°5 (17 m de diamètre) dans le premier ; finalisation de la base du cryostat et du cylindre inférieur dans le second.

L'usine cryogénique, qui assure notamment la distribution d'hélium liquide aux aimants supraconducteurs, sera la plus puissante du monde. Ses équipements sont en cours d'installation. D'autres travaux, à divers états d'avancement, sont en cours sur les autres bâtiments de la plateforme (chauffage radiofréquence, conversion électrique, systèmes de refroidissement, etc.)

Le nombre de personnes affectées au chantier, de l'ordre de 2 000 aujourd'hui, va progressivement augmenter dans les mois qui viennent pour passer le cap des 3 000.



china eu india japan korea russia usa

ITER Organization Headquarters  
Route de Vinon-sur-Verdon  
CS 90 046  
13067 St. Paul-lez-Durance Cedex  
France

Directeur de la publication  
Laban Coblentz



Sur un total de 6 milliards d'euros de contrats générés en Europe par le programme ITER, la moitié a été attribuée à des entreprises françaises. Ici, la fabrication, par un sous-traitant de l'Agence domestique européenne (CNIM, basée à la Seyne-sur-Mer, dans le Var) d'une des bobines annulaires (17 m de diamètre, 340 tonnes) qui ceinturent le tokamak.

## DES CONTRATS DES EMPLOIS

Depuis qu'ils ont été lancés, les travaux et les services directement liés au chantier ITER ont généré plus de 6 milliards d'euros de contrats, dont plus de la moitié a été attribuée à des entreprises françaises.

L'impact de cette activité sur l'emploi régional et plus encore local, s'est avéré considérable.

Une récente étude de l'Institut national de la statistique et des études économiques (INSEE) a montré que, sur le « *Territoire à 30 minutes autour d'ITER* », l'emploi salarié privé était resté fortement dynamique après 2008, année du déclenchement de la crise, « *alors qu'il subissait un brutal coup d'arrêt partout ailleurs* ». <sup>(1)</sup>

Aux emplois que les entreprises ont pu créer ou préserver pour répondre aux besoins d'ITER s'ajoutent ceux qui dépendent directement d'ITER Organization et de l'Agence européenne pour ITER (Fusion for Energy), et qui représentent chaque année un apport de plus d'une centaine de millions d'euros à l'économie locale.

Au-delà du territoire proche et des contrats liés au chantier de construction, de nombreuses sociétés françaises contribuent au programme ITER et bénéficient de ses retombées : Industeel au Creusot ; CNIM à La Seyne-sur-Mer ; Air Liquide à Grenoble ; REEL et Robatel Industries dans la région lyonnaise, Thalès, Bertin... elles sont nombreuses à avoir emporté des contrats qui se chiffrent en dizaines, voire en centaines de millions d'euros.

(1) <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2663096>  
<https://www.insee.fr/fr/statistiques/2662410>

## LES ATOUTS DE LA FUSION

L'énergie de fusion présente un ensemble d'atouts qui justifie l'investissement humain, scientifique et financier des sept Membres d'ITER.

**Concentrée** – à masse égale, la fusion des atomes légers libère quatre millions de fois plus d'énergie que la combustion du pétrole, et quatre fois plus que les réactions de fission des réacteurs nucléaires électrogènes.

**Durable** – les combustibles de la fusion sont virtuellement inépuisables. Le deutérium peut être extrait sans difficulté de l'eau des lacs et des océans (33,5 g/m<sup>3</sup>) ; le tritium peut être obtenu, dans l'enceinte même d'un réacteur de fusion, par l'interaction des neutrons avec le lithium. Il y a suffisamment de lithium dans la croûte terrestre pour garantir plusieurs milliers d'années d'approvisionnement. En extrayant le lithium de l'eau de mer (0,17g/m<sup>3</sup>), on repousserait cette limite à plusieurs millions d'années.

**Respectueuse de l'environnement** – la fusion ne produit ni gaz à effet de serre, ni déchets radioactifs de haute activité à vie longue.

**Sûre** – la réaction de fusion est intrinsèquement sûre. En cas de perturbation dans le fonctionnement de la machine, l'arrêt de la réaction est instantané et la chaleur résiduelle s'évacue sans difficulté. Un accident de type Fukushima est physiquement impossible dans un réacteur de fusion.

**Non proliférante** – la fusion ne met pas en œuvre de matières fissiles qui pourraient être détournées à des fins terroristes.