



ITER

Une énergie pour notre avenir



iter
china eu india japan korea russia usa



Qu'est-ce que la fusion ?

Le Soleil, comme toute étoile, est une énorme masse d'hydrogène au sein de laquelle se produisent des réactions de fusion.

Au cœur de cette masse, les conditions physiques sont telles qu'elles permettent aux noyaux d'hydrogène de fusionner pour créer un noyau plus lourd en libérant de considérables quantités d'énergie.

C'est cette énergie qui nous parvient sous forme de lumière et de chaleur.

La compréhension de ce phénomène, à la fin des années 1930, a fait naître une ambition: reproduire artificiellement, dans des installations de recherche, puis de production, ce que la Nature accomplit de manière continue et spontanée.

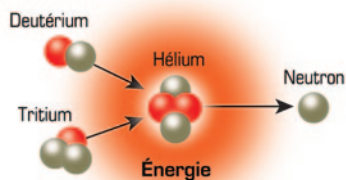
Dans de nombreux pays, depuis une quinzaine d'années, des installations de recherche ont su créer des conditions physiques qui rendent possible la fusion des atomes légers. Des quantités significatives « d'énergie de fusion » ont ainsi été produites à plusieurs reprises dans deux machines : le JET européen et le Tokamak Test Fusion Reactor (TFTR) américain.

Tout en reposant sur un même principe physique, la réaction de fusion que l'on peut réaliser « sur Terre » est différente de celle qui se produit

dans le Soleil. Elle met en œuvre non pas l'hydrogène, mais deux de ses variantes (isotopes), le deutérium et le tritium ; elle substitue à la force gravitationnelle à l'œuvre dans les corps célestes celle de champs magnétiques extrêmement puissants.

ITER, le mot latin qui signifie « le chemin », est l'aboutissement de dizaines d'années de recherche et de progrès constants, accumulés par des centaines de « machines de fusion » de par le monde.

Tout l'enjeu de ce projet international, qui rassemble sept partenaires comptant pour la moitié de la population mondiale, consiste à démontrer la faisabilité scientifique et technique de « l'énergie de fusion ». ITER doit ouvrir la voie aux installations qui, dans les décennies qui viennent, produiront de l'électricité en exploitant l'énergie de fusion.



ITER est une installation de recherche.

Son objectif est de produire dix fois plus d'énergie qu'elle n'en aura reçue pour amorcer la réaction de fusion.

ITER devra également valider des solutions technologiques destinées aux futurs réacteurs de fusion industriels.

Quelle énergie pour demain ?



En brûlant toujours plus de pétrole, de gaz et de charbon, les grands équilibres climatiques de la planète ont été modifiés.

Les combustibles fossiles fournissent aujourd'hui 80 % de l'énergie consommée dans le monde. Tandis que la population mondiale augmente et que se développent les grands pays émergents, la demande d'énergie primaire et d'électricité va continuer de croître : elle a déjà augmenté de 50 % depuis 1973 ; elle sera multipliée par trois d'ici la fin du siècle.

D'ici quelques décennies, un siècle tout au plus, nous aurons épuisé les ressources fossiles sur lesquelles nous avons construit notre civilisation.

Il faut donc, dès aujourd'hui, développer des solutions énergétiques nouvelles, puisant à des sources durables et universellement disponibles, et fondées sur des technologies sûres

et respectueuses de l'environnement autant que possible.

L'énergie de fusion peut répondre à ces exigences mais ne prétend pas, à elle seule, résoudre l'immense défi auquel la civilisation du XXI^e siècle se trouve confrontée.

Dans cette perspective, il est nécessaire de confirmer la faisabilité scientifique et technologique de l'énergie de fusion.

C'est l'enjeu du programme de recherche ITER.

Pour composer le « mix énergétique » de demain, toutes les sources d'énergies non productrices de gaz à effets de serre devront être sollicitées.



Comment ça marche ?

Le cœur de la machine ITER est constitué par une « chambre à vide », de forme annulaire et d'un volume d'environ 800 mètres-cubes.

C'est dans cette enceinte que se produiront les réactions de fusion des noyaux de deutérium et de tritium.

Pour que ces réactions se produisent, le mélange gazeux de deutérium et de tritium doit être progressivement chauffé jusqu'à atteindre une température de l'ordre de la centaine de millions de degrés.

Passant à l'état de « plasma », ce milieu très chaud et très peu dense, acquiert des propriétés

physiques particulières et peut être soumis à l'action de champs magnétiques.

L'action des champs magnétiques permet d'éviter que le plasma entre en contact avec les parois de la chambre à vide, ce qui aurait pour effet de le refroidir de manière quasi instantanée.

Au sein du plasma très chaud, isolé de tout contact physique avec le reste de l'installation, les noyaux de deutérium



En proposant de construire ITER à Cadarache, la Chine, l'Union européenne, l'Inde, le Japon, la Corée, la Russie et les États-Unis entendent en faire la démonstration.





et de tritium vont entrer en collision les uns avec les autres.

Leur vitesse et leur énergie sont alors telles qu'ils vont pouvoir fusionner, donner naissance à un noyau d'hélium plus lourd et à un neutron.

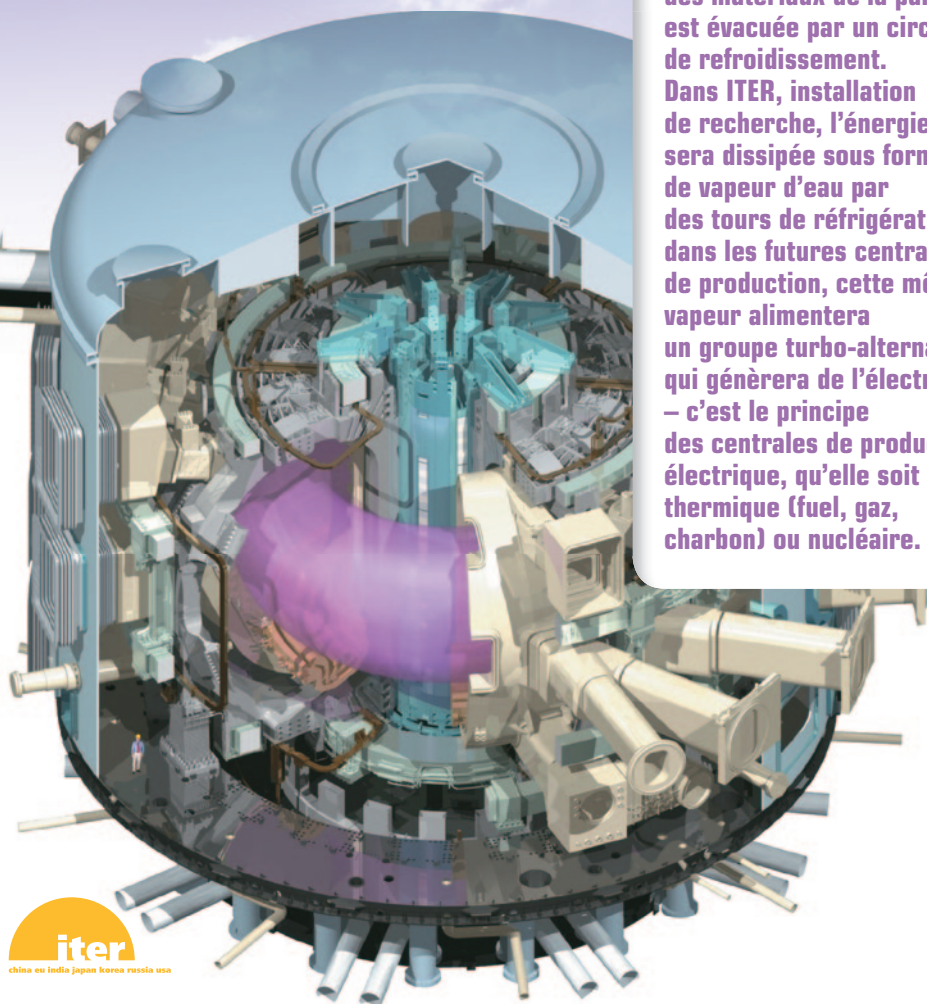
Dans cette réaction, une part infime de la masse originelle des noyaux de deutérium et de tritium ne se retrouve pas dans le noyau d'hélium et dans le neutron produits. Elle s'est transformée en énergie : la réaction de fusion est une des démonstrations de la célèbre équation

$$E=mc^2$$

L'énergie de la réaction de fusion est emportée à part inégale par le noyau d'hélium (20%) et par le neutron (80%) issu de la réaction.

Le premier, soumis à l'action des champs magnétiques, demeure à l'intérieur du plasma et assure l'auto-entretien de la réaction ; le second, parce qu'il est électriquement neutre, s'en échappe et communique son énergie aux parois internes de la chambre à vide.

C'est cette énergie qui, élevant la température des matériaux de la paroi, est évacuée par un circuit de refroidissement. Dans ITER, installation de recherche, l'énergie sera dissipée sous forme de vapeur d'eau par des tours de réfrigération ; dans les futures centrales de production, cette même vapeur alimentera un groupe turbo-alternateur qui générera de l'électricité – c'est le principe des centrales de production électrique, qu'elle soit thermique (fuel, gaz, charbon) ou nucléaire.





Que se passerait-il si... ?

La sûreté d'une installation nucléaire repose sur la prise en compte d'un ensemble de risques, même les plus improbables, dans la conception et la construction des bâtiments et des systèmes.



Les conséquences du séisme et du tsunami qui se sont produits au Japon le 11 mars dernier, suscitent de légitimes interrogations. Qu'a-t-on prévu, pour ITER au cas où un séisme majeur, une inondation exceptionnelle se produiraient au voisinage de l'installation ?

La Provence a gardé le souvenir de deux séismes : celui de Lambesc, en 1909, et celui de Manosque en 1708. D'autres sont survenus dans un passé plus lointain ; des traces géologiques d'un séisme survenu dans la vallée de la Durance il y a 10 à 25 000 ans ont été retrouvées.

L'analyse de l'ensemble de ces événements a permis de définir un séisme hypothétique, de magnitude 7 sur l'échelle de Richter, qui libérerait une énergie beaucoup plus importante que celle du « séisme maximal historiquement vraisemblable ».

C'est sur cette base que les bâtiments nucléaires ainsi que les équipements et systèmes impliqués dans la sûreté de l'installation ITER ont été conçus.

La Haute Provence n'est pas exposée au risque tsunami. Le risque d'inondation externe existe et ses origines possibles ont été prises en compte lors de la conception d'ITER.

Par exemple, une crue centennale de la Durance qui s'ajoute à une rupture du barrage de Serre-Ponçon, situé à 140 kilomètres en amont du site d'ITER, a été prise en compte pour dimensionner les bâtiments techniques.

Les premiers radiers (planchers de béton armé) des bâtiments nucléaires d'ITER se situant à 298 mètres au-dessus du niveau de la mer, ils se trouveraient hors d'atteinte de la crue centennale de la Durance, dont la hauteur maximale ne dépasse pas la cote 265. L'installation dispose donc d'une marge de protection de plus de 30 mètres.

Un épisode exceptionnel, lui aussi de type centennal, au cours duquel le niveau de la nappe phréatique connaîtrait une spectaculaire élévation pouvant atteindre la cote 305, a également été intégré.

Dans l'hypothèse d'un tel événement, la conception des fondations du bâtiment tokamak prévoit un ancrage du premier radier dans un encuvement et assure une étanchéité entre le premier et le deuxième radier à la cote 308.

En cas d'épisode orageux hors du commun, de type « pluie centennale », le réseau de collecte des eaux de pluie du site ITER dispose d'une marge de sécurité de 20%.



La conjonction d'un séisme majeur et de la rupture du barrage de Serre-Ponçon a également été envisagée, et ses conséquences prises en compte dans le dimensionnement de l'installation.

En cas de séisme, l'installation est mise « en état sûr », ce qui signifie que l'éventuelle expérience plasma en cours est automatiquement interrompue et que toute injection de gaz combustible (tritium, deutérium) dans l'enceinte à vide devient impossible.

Les gaz combustibles résiduels, présents dans les circuits d'injection de l'enceinte à vide, sont alors récupérés et dirigés vers des lits de piégeage par l'action de deux pompes redondantes, alimentées par des batteries.

Celles-ci disposent d'une autonomie de quatre heures, ce qui permet de pallier l'arrêt total et durable de l'alimentation électrique.

Quelques minutes suffisent pour réaliser cette opération.

Dans les autres parties de l'installation, les systèmes qui participent au cycle du combustible (injection, traitement, récupération, etc.) sont isolés ; la plus grande partie des gaz présents est ramenée vers les lits de piégeage tandis que la partie résiduelle demeure confinée et isolée à l'intérieur même des systèmes.

L'arrêt total et durable du refroidissement n'a aucun impact sanitaire et ne remet pas en cause la sûreté de l'installation. La chaleur induite dans les parois de confinement s'évacue naturellement.

Un accident de type Fukushima peut-il se produire dans ITER ?

Non, un accident comparable à celui qui s'est produit dans la centrale japonaise de Fukushima, ou a fortiori à Tchernobyl en 1986, ne peut en aucun cas se produire dans ITER.

Le principe physique de la réaction de fusion est totalement différent de celui de la réaction de fission. La quantité de « combustible » gazeux impliquée dans la réaction est de l'ordre de quelques grammes et celle-ci s'interrompt à la moindre perturbation. Dans ITER, ni l'emballement, ni la fonte du cœur – qui est essentiellement constitué de vide – ne sont possibles.



La conjonction d'un séisme et d'une inondation n'affecterait donc pas la sûreté du confinement des matières radioactives.



Une dynamique régionale

Par les emplois qu'il crée de manière directe ou indirecte autant que par ceux qu'il induit dans le tissu économique local et régional, un très grand équipement scientifique comme ITER contribue au développement du territoire qui l'accueille.



A la fin de l'année 2010, ces travaux avaient déjà généré plus de 640 millions d'euros de contrats, dont 70% ont été attribués à des entreprises de la région PACA. On estime qu'au plus fort de l'activité de construction des installations et d'assemblage de la machine, de 2014 à 2018, 5 000 personnes environ pourraient être employées sur le site.

Dans les années qui viennent, la sous-traitance locale – mécanique, électronique, robotique, etc. – sera fortement sollicitée pour les opérations d'assemblage et de mise en service des différents éléments de l'installation.

ITER Organization emploie directement près de 500 personnes, originaires d'une trentaine de pays.

A leur côté, quelque 400 personnes, pour l'essentiel salariées d'entreprises sous-traitantes, travaillent également de manière directe pour le projet ITER.

Au total, ce sont près d'un millier de personnes, et leurs familles, qui contribuent à la vie économique locale et régionale.

A ces emplois directs et indirects s'ajoutent les emplois induits qui ont été créés par les entreprises de services, les bureaux d'études, les nombreux prestataires avec lesquels ITER a passé un contrat.

Depuis 2007, plus de 1 200 personnes, majoritairement issues de la proche région, ont travaillé sur l'ensemble des chantiers liés au projet ITER (construction de l'école internationale Provence-Alpes-Côte d'Azur à Manosque, adaptation des routes entre Berre et Cadarache, viabilisation du site, contrats de services et/ou de travaux conclus par ITER, Iter France ou l'agence européenne Fusion For Energy).

Un grand équipement de recherche agit par effet de synergie sur le développement de l'activité locale : il attire des entreprises de haute technologie, des laboratoires, des structures de formation.



Enquête publique ITER :

Du 15 juin au 20 juillet 2011



L'enquête publique prévue du 15 juin au 20 juillet 2011 permet au public de s'informer sur le fonctionnement de la future installation ITER, sa sûreté et ses impacts et d'émettre ses questions et observations sur les registres également prévus à cet effet en mairie ou par courrier.

La commission d'enquête est présidée par André Grégoire, conseiller maître honoraire à la cour des Comptes, nommé par le tribunal administratif des Bouches-du-Rhône. Elle est composée de cinq membres (Arnaud d'Escrivan, Jean-Marie Partiot, Michel Thibault et François Coletti).

Dates et heures des permanences des membres de la commission d'enquête dans les mairies.

Jouques

15 Juin de 9h à 12h
29 Juin de 14h à 17h
11 Juillet de 9h à 12h
20 Juillet de 9h à 12h
et de 14h à 17h

Gréoux-les-Bains

15 Juin de 14h à 17h
29 Juin de 14h à 17h
5 Juillet de 14h à 17h
20 Juillet de 14h à 17h

Sainte-Tulle

15 Juin de 14h à 17h
29 Juin de 9h à 12h
5 Juillet de 9h à 12h
20 Juillet de 14h à 17h

Corbières

29 Juin de 14h à 17h
6 Juillet de 14h à 17h

Vinon-sur-Verdon

15 Juin de 15h à 17h
29 Juin de 9h à 12h
5 Juillet de 15h à 17h30
20 Juillet de 15h à 17h

Rians

15 Juin de 9h à 12h
24 Juin de 13h30 à 16h
5 Juillet de 9h à 12h
11 Juillet de 13h30 à 16h
20 Juillet de 9h à 12h

Beaumont-de-Pertuis

24 Juin de 9h à 12h
6 Juillet de 9h à 12h

Ginasservis

24 Juin de 9h à 12h
29 Juin de 9h à 12h
5 Juillet de 9h à 12h
11 Juillet de 9h à 12h

Saint-Julien le-Montagnier

15 Juin de 9h à 12h
24 Juin de 14h à 17h
5 Juillet de 14h à 17h
20 Juillet de 9h à 12h

Saint-Paul Lez-Durance

24 Juin de 9h à 12h
29 Juin de 14h à 17h
5 Juillet de 9h à 12h
11 Juillet de 9h à 12h
et de 14h à 17h

Mirabeau

24 Juin de 14h à 17h
20 Juillet de 9h à 12h

Manosque

15 Juin de 9h à 12h
et de 14h à 17h
24 Juin de 9h à 12h
et de 14h à 17h
29 Juin de 9h à 12h
et de 14h à 17h
5 Juillet de 9h à 12h
et de 14h à 17h
11 Juillet de 9h à 12h
et de 14h à 17h
20 Juillet de 9h à 12h
et de 14h à 17h



china eu india japan korea russia usa