La recherche européenne en action

ITER

L'énergie de fusion pour le monde

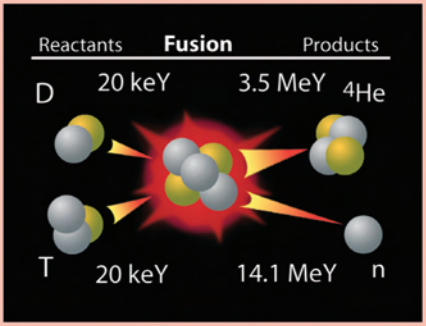
Energie : assurer un approvisionnement sûr pour l'avenir

Assurer l'approvisionnement énergétique futur est le plus grand défi que l'Europe et le monde aient à relever. Il faut aujourd'hui à nos sociétés des réserves d'énergie abondantes et fiables. Cependant, nos principales sources de combustible, à savoir le pétrole et le gaz, s'appauvrissent, coûtent de plus en plus cher et, dans de nombreux cas, contribuent largement aux émissions de gaz à effet de serre, cause principale du réchauffement climatique.

La demande mondiale d'énergie pourrait doubler au cours des 50 prochaines années, parallèlement à l'enrichissement progressif des pays en développement. Où trouverons-nous l'énergie propre et sûre dont les futures générations auront besoin de part et d'autre de la planète? Un éventail équilibré de sources d'énergie, comprenant les énergies renouvelables, sera nécessaire pour satisfaire les besoins futurs. Il nous faut néanmoins mettre au point de nouvelles sources d'énergie durables, capables de nous alimenter de manière continue, à grande échelle et sur le long terme, sans nuire à l'environnement.

La fusion : vers une solution énergétique internationale

L'énergie de fusion a le potentiel nécessaire pour fournir une solution durable aux besoins énergétiques de l'Europe et du monde. Les scientifiques ont fait un pas de plus vers la réalisation de ce potentiel à travers une collaboration internationale axée sur une centrale d'énergie de fusion expérimentale, appelée ITER. Cette installation, qui correspond au plus grand projet scientifique de recherche énergétique au monde, est en cours de construction en Europe.



La fusion est le processus qui alimente le soleil; c'est grâce à l'énergie de fusion que la vie sur la terre est possible. Contrairement à la fission nucléaire, qui consiste à diviser des atomes très lourds pour libérer de l'énergie, la fusion libère de l'énergie suite à l'union de deux atomes légers d'hydrogène pour former un atome d'hélium. À l'intérieur du soleil, les atomes d'hydrogène entrent en collision et fusionnent à des températures extrêmement élevées (environ 15 millions de degrés Celsius) et sous des pressions de gravitation énormes: 600 millions de tonnes d'hydrogène sont converties en hélium chaque seconde.

Sur terre, la fusion sera reproduite à une plus petite échelle que celle du soleil! Cependant, qui dit plus petite échelle dit températures encore plus élevées (multipliées par dix) pour obtenir une source d'énergie pratique. Tel est le défi de taille qui se pose et qui fera intervenir des scientifiques et des ingénieurs du monde entier.

Les avantages de la fusion

Sur terre, le combustible utilisé par les réacteurs de fusion correspondra à deux formes (isotopes) de gaz hydrogène : le deutérium et le tritium. Chaque litre d'eau contient environ 33 milligrammes de deutérium. Si tout le deutérium dans un litre d'eau était fusionné avec du tritium, il fournirait l'équivalent en énergie de 340 litres de pétrole! Le tritium étant extrêmement peu abondant dans la nature, celui utilisé à l'intérieur du réacteur de fusion sera produit à partir du lithium : un métal léger et abondant.

À l'avantage de réserves de combustible presque inépuisables s'ajoute le fait que le fonctionnement d'une centrale de fusion ne nécessite aucun transport de matériaux radioactifs. La centrale sera intrinsèquement sûre, et les fuites ou fusions de réacteurs impossibles. Le processus de fusion ne créera ni gaz à effet de serre ni déchets radioactifs durables. L'énergie de fusion peut fournir une énergie de base continue qui est à la fois durable et à grande échelle.

Le tokamak

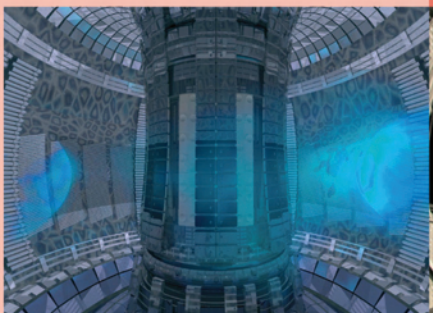
Pour qu'il y ait fusion, le tritium et le deutérium doivent être chauffés à 150 millions de degrés Celsius. Cela produit un gaz ionisé à haute température, appelé plasma. Pour une énergie de fusion continue, le plasma doit être contrôlé, chauffé et contenu au moyen de champs magnétiques puissants.

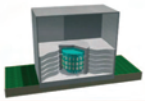
Au cœur de l'expérience ITER se trouvera le plus grand tokamak au monde. Un tokamak est un tore ou dispositif en forme d'anneau, qui est en fait un tube continu. Le premier tokamak a été élaboré à Moscou dans les années 1960, spécifiquement pour créer une cage complexe mais ingénieuse afin de confiner le plasma à haute énergie.

L'expertise européenne

L'Europe s'inscrit en leader de la recherche en matière de fusion depuis plus de 50 ans.

La recherche sur la fusion en Europe est coordonnée par la Commission européenne. Elle est financée par le programme-cadre pour la recherche Euratom et les fonds nationaux des États membres et de la Suisse. La coordination et la continuité à long terme sont assurées par des contrats entre Euratom et les partenaires nationaux. Cette approche commune a permis à tous les pays européens de participer et de contribuer à la plus grande expérience de fusion – et actuellement la plus réussie – au monde: JET (Joint European Torus ou Tore européen commun). Le concept de base d'ITER repose sur celui du dispositif JET.





ITER

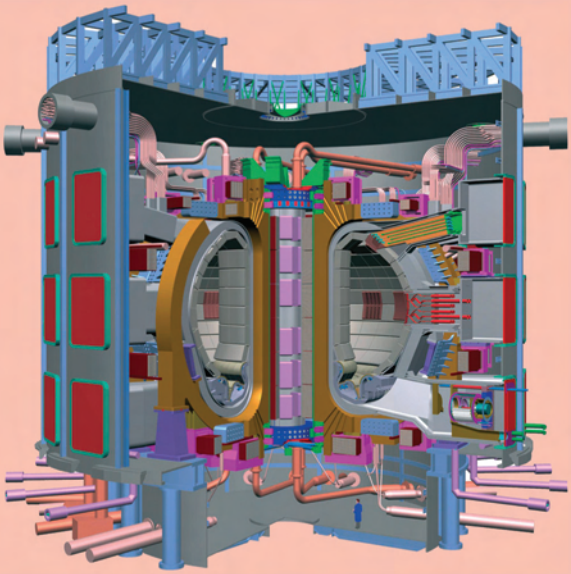
ITER sera un tokamak capable de produire 500 millions de watts (MW) d'énergie de fusion en continu pendant un maximum de 10 minutes. Il sera 30 fois plus puissant que JET (Joint European Torus), et très proche de la taille des futurs réacteurs commerciaux. Le projet ITER permettra aux scientifiques d'étudier, pour la première fois, les principes physiques d'un plasma en fusion, c'est-à-dire d'un plasma chauffé par réactions de fusion interne et non pas par une source de chaleur externe. Il démontrera et perfectionnera les principales technologies intervenant dans le développement de la fusion en tant que source d'énergie sûre et respectueuse de l'environnement.

ITER sera le point de départ de la construction d'un prototype de centrale électrique. Il représente une étape cruciale vers l'accomplissement de l'objectif qu'est l'énergie de fusion.

L'expérience ITER produira dix fois plus d'énergie qu'il n'en faut pour produire et chauffer le plasma d'hydrogène. Les systèmes de chauffe, de contrôle, de diagnostic et d'entretien à distance nécessaires dans une vraie centrale énergétique seront mis à l'épreuve. ITER testera également les systèmes requis pour réalimenter le plasma et extraire les impuretés.

DEMO

De nombreux composants testés dans le cadre du projet ITER seront utilisés dans une centrale de démonstration (DEMO). Parallèlement à la réalisation d'ITER, une recherche avancée sur les matériaux de fusion contribuera aux solutions technologiques nécessaires à DEMO et aux premières centrales de fusion d'énergie commerciales.



ITER: un projet international

Le projet ITER représente une immense entreprise sur la voie de l'énergie de fusion, d'une durée expérimentale de 35 ans. Ses résultats étant d'un intérêt international crucial, il s'agit d'un projet réellement mondial.

L'idée d'ITER en tant qu'expérience internationale est née en 1985 et s'est d'abord traduite par une collaboration entre l'Union soviétique, les États-Unis, l'Union européenne et le Japon, sous les auspices de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA).

Aujourd'hui, le consortium international est composé des États-Unis, de la Fédération de Russie, de l'Inde, du Japon, de la République populaire de Chine, de la République de Corée et de l'Union européenne. D'autres pays devraient les rejoindre au fur à mesure qu'ITER, de concept, devient réalité.

Collaboration

ITER est une collaboration multinationale entre des pays engagés dans la recherche mondiale en matière de fusion. Le projet fonctionne selon un principe de consensus parmi les participants. D'une certaine manière, il étend au monde entier le modèle européen de recherche et de développement qui a réussi avec JET dans le cadre du programme de fusion Euratom.

Les études conceptuelles et d'ingénierie menées pour ITER ont permis d'aboutir à un concept détaillé, sous-tendu par un important programme de recherche qui a établi la faisabilité du projet et fait intervenir l'industrie dans la construction des prototypes grandeur réelle des principaux éléments d'ITER. La collaboration entre les partenaires d'ITER progresse sur la bonne voie et la construction du site est bien engagée.

Au-delà des scientifiques et des ingénieurs spécialistes de la fusion, le projet ITER requiert un large éventail de personnel hautement qualifié.

Les défis

La construction et l'exploitation d'ITER posent un défi majeur au niveau international pour la science, l'ingénierie et la technologie, qui conduit à explorer les limites du savoir humain. Ces efforts s'appuient sur les grandes expériences de fusion : JET en Europe, JT-60 au Japon, TFTR aux États-Unis et du programme Euratom. Toutes ont fourni à la fois expertise et ont contribué à la technologie d'ITER.

Le défi scientifique est de taille, mais le besoin mondial d'une source d'énergie propre et durable l'est encore plus!

FU-30-10-552-FR-C

ITER à Cadarache

ITER est en cours de construction à Cadarache, dans le sud de la France. L'emplacement a été choisi à partir d'une liste de quatre sites présélectionnés à travers le monde.

Le site de construction couvre une superficie totale d'environ 40 hectares, avec 30 hectares supplémentaires disponibles de façon temporaire pour la construction.

Les principales conditions requises pour le site ITER incluent une capacité de refroidissement thermique d'environ 450 MW et une fourniture d'énergie électrique allant jusqu'à 120 MW.

Le siège de Fusion for Energy (F4E), l'organisation de l'Union européenne chargée d'assurer la contribution de l'Europe au projet ITER, est situé à Barcelone (Espagne).

Informations complémentaires

- **ITER** : www.iter.org
- **Commission européenne (section énergie) :** www.ec.europa.eu/research/energy/
- **F4E** : www.fusionforenergy.europa.eu
- **EFDA** : www.efda.org
- **JET** : www.jet.efda.org

Publications Office

Cette publication est réalisée par :
Direction générale de la recherche de la Commission européenne
www.ec.europa.eu/research

Unité d'information et de communication
B-1049 Brussels
Fax: +32 2 295 82 20

© Communautés européennes, 2011
Reproduction autorisée à condition de citer la source.Imprimé en Belgique