



Un petit coin de soleil sur la terre

La Suisse participe au projet de réacteur expérimental à fusion nucléaire ITER, dont la construction (voir photomontage) vient de débuter à Cadarache en Provence. L'objectif est de développer une nouvelle filière de production d'électricité quasiment inépuisable.

Reproduire sur terre la réaction qui permet au soleil de briller depuis plus de cinq milliards d'années: tel est l'objectif de la recherche internationale menée actuellement dans le domaine de la fusion nucléaire. Le principe est simple. Il s'agit de faire se rapprocher suffisamment deux noyaux atomiques légers pour qu'ils fusionnent. Le processus dégage une énergie thermique considérable.

Dans la mise en œuvre, c'est un peu plus compliqué. La probabilité que deux noyaux d'hydrogène se rencontrent – comme dans le soleil – est si faible qu'elle ne peut pas être exploitée à l'échelle d'une centrale. Un réacteur à fusion va devoir faire se rencontrer des isotopes plus lourds de l'hydrogène: le deutérium et le tritium. Mais même dans ce cas, le mélange devra être porté à la température de 100 millions de degrés, soit près de dix fois celle régnant au centre du soleil, pour que la probabilité de collision soit maximale. Dans ces conditions extrêmes, le mélange gazeux devient un plasma, une sorte de 4^e état de la matière.

Confiné par un champ magnétique

Aucun matériau disponible sur terre n'est capable de supporter de telles températures et le plasma doit donc être confiné dans un espace fermé, entouré de vide. Les technologies les plus prometteuses à l'heure actuelle font appel au champ magnétique. Ce dernier possède en effet la particularité de pouvoir dévier les particules chargées qui constituent le plasma, et de le maintenir dans un volume de la forme d'un tore, sans contact avec les parois.

Dans le plasma, la réaction entre les noyaux de deutérium et de tritium produit un noyau d'hélium ainsi qu'un neutron rapide. De charge neutre, le neutron n'est pas retenu par le champ magnétique. Il s'échappe du plasma et vient frapper la «couverture» du réacteur. Cette collision produit de la chaleur qui est ensuite transférée à un liquide caloporteur qui sera transformé en vapeur servant à actionner des turbines. Ainsi sera produite de l'électricité.

Ressources surabondantes

Selon les experts, les ressources en combustibles sont importantes. Isotope stable de l'hydrogène, le deutérium se trouve en abondance dans l'eau de mer: 33 grammes par mètre cube. Cela équivaut à plusieurs milliards d'années de consommation mondiale. Le tritium en revanche, dont la demi-vie est de 13 ans, n'est pas disponible dans la nature. Il sera généré dans la partie du réacteur appelée «couverture» par la réaction entre un neutron – issu de la réaction dans le plasma – et du lithium. Ce dernier se trouve en suffisance dans la croûte terrestre

(20 grammes par tonne) ainsi que dans les océans (0,18 gramme par mètre cube).

Par rapport à la réaction de fission, la fusion ne produit pas de déchets nucléaires directs. L'hélium est un gaz inerte et le neutron est utilisé pour produire le tritium. Ce dernier, bien que radioactif, est entièrement destiné à réalimenter le plasma. Seule l'enceinte du réacteur sera activée par les neutrons rapides. Selon les experts, la radioactivité sera toutefois faible et ne devrait pas nécessiter de stockage de plus d'une centaine d'années.

Faisabilité en quête de démonstration

La faisabilité scientifique et technique de la fusion nucléaire pour la production d'énergie n'est pas encore démontrée. C'est l'objectif du réacteur expérimental ITER, dont la construction vient de débuter sur le site de Cadarache en Provence. L'Europe (avec la Suisse), la Russie, la Chine, le Japon, la République de Corée, l'Inde et les Etats-Unis participent à ce projet. Le CRPP est le centre suisse de compétences en matière de physique des plasmas et de technologie de fusion. Il est localisé à l'EPFL et au PSI. Les apports scientifiques du CRPP se font essentiellement dans les domaines du façonnage et du chauffage du plasma, de la supraconductivité et des matériaux.

(bum)

INTERNET

Centre de recherches en physique des plasmas:
<http://crpp.epfl.ch>

ITER:
www.iter.org

Euratom, communauté européenne de l'énergie atomique:
www.euratom.org