



LES CENTRALES SONT-ELLES SÛRES ?

LA FUSION NUCLÉAIRE



La fusion est le phénomène à l'œuvre dans les étoiles, comme notre soleil.

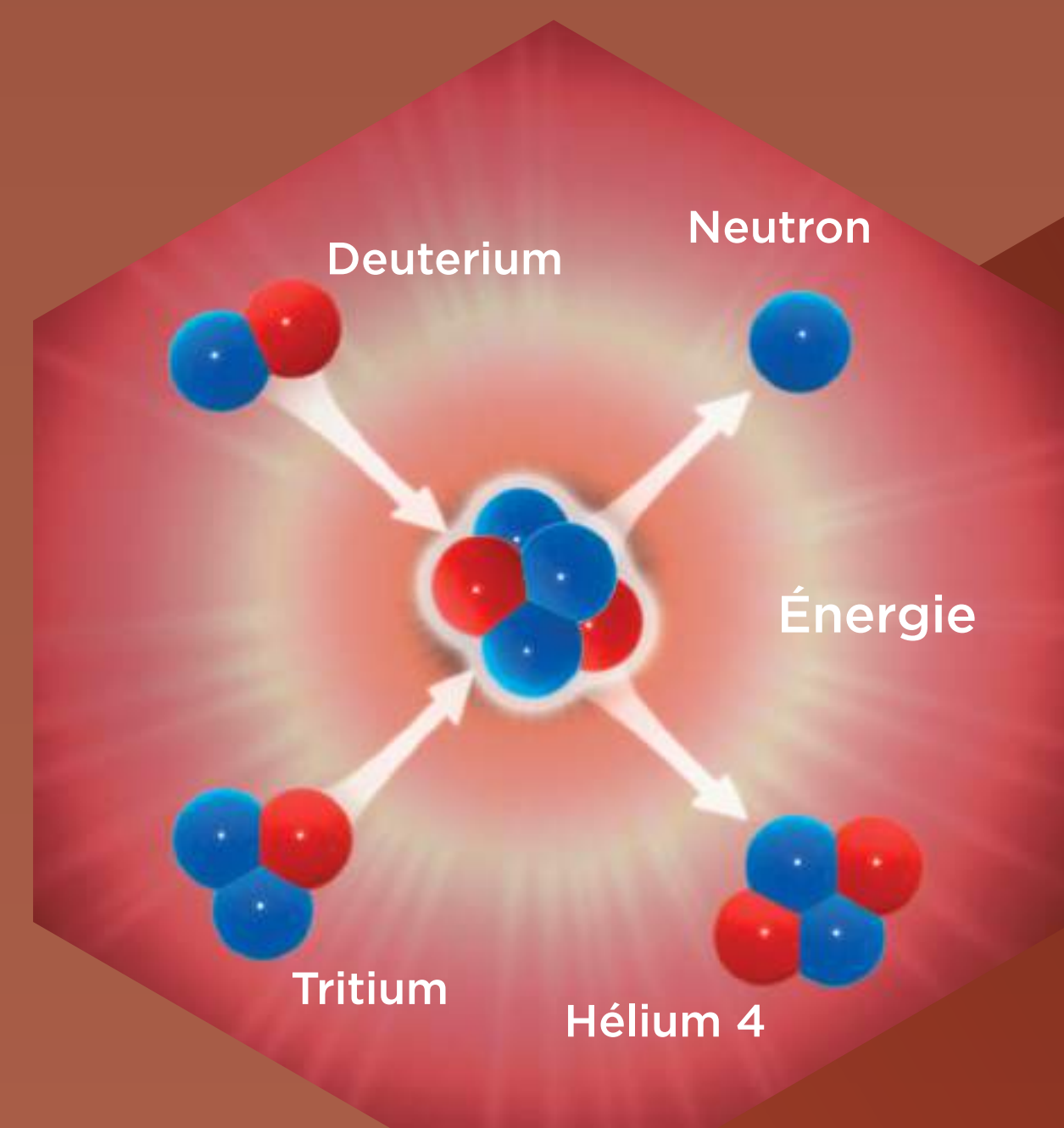
LA FUSION, ÇA FONCTIONNE COMMENT ?

Dans le processus de fission, on casse des atomes lourds en plusieurs morceaux en les bombardant de neutrons.

Dans le processus de fusion, c'est l'inverse qui se produit : on comprime la matière avec une telle force que deux atomes légers s'assemblent en un seul atome plus lourd.

Les deux processus physiques libèrent de l'énergie mais la réaction de fusion a le double avantage théorique :

- de ne pas engendrer de sous-produits radioactifs de haute activité à vie longue ;
- d'utiliser un carburant qui peut être extrait de l'eau, une ressource très abondante. Néanmoins, le processus d'extraction du tritium étant très coûteux, des systèmes produisant du tritium sous le bombardement neutronique (comme les « couvertures tritigènes ») sont à l'étude.



Processus de fusion

PRODUIRE LA RÉACTION FUSION

Les réactions de fusion nucléaire ont naturellement lieu au cœur des étoiles, comme dans le soleil, à des pressions et des températures extrêmes (de l'ordre de 200 milliards de fois la pression atmosphérique terrestre et de 150 millions de degrés Celsius). Dans ces conditions, la matière se présente sous forme d'un plasma : les noyaux et électrons les entourant ne sont plus liés.

Pour reproduire et contrôler ce processus de fusion sur Terre, il est donc nécessaire de pouvoir atteindre des pressions et températures élevées. Deux technologies sont possibles :

- **le confinement magnétique** : à l'intérieur d'un tokamak, le plasma, créé par un courant très puissant ainsi que des systèmes de chauffage additionnels, est « piégé » dans un champ magnétique créé par des bobines. Le combustible utilisé est un mélange d'isotopes de l'hydrogène ;
- **le confinement inertiel** : les conditions de température et de pression très élevées sont fournies par des lasers disposés autour du combustible, confiné dans un très petit volume. La pression exercée par les lasers et la chaleur produite permettent au combustible de devenir un plasma.

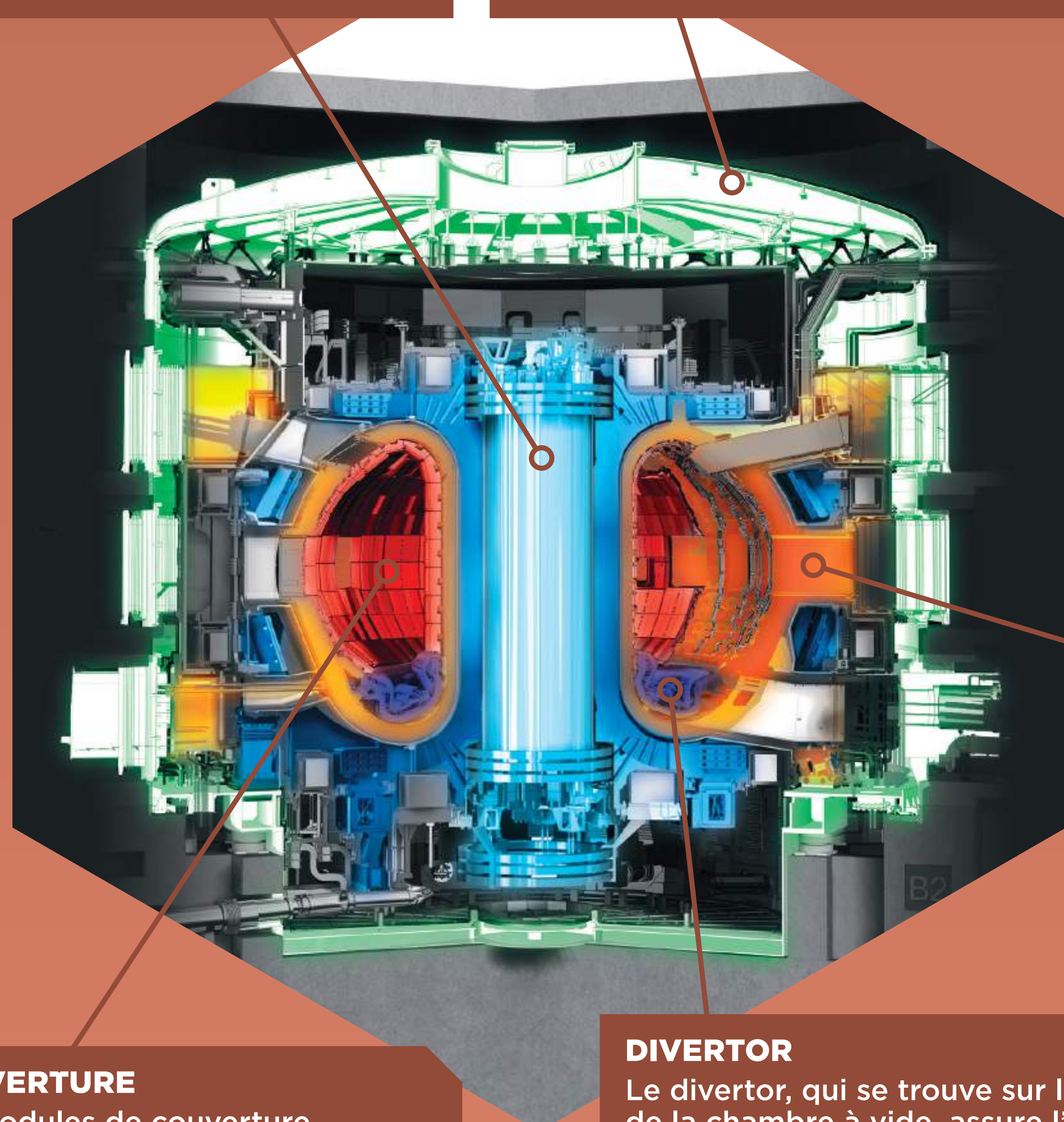
TOKAMAK DU PROJET ITER

AIMANTS

Le champ magnétique généré par 10 000 tonnes d'aimants supraconducteurs sera nécessaire pour confiner et modeler le plasma à l'intérieur de la chambre à vide.

CRYOSTAT

Le cryostat est une grande structure en acier inoxydable (29 m x 29 m) qui enveloppe la chambre à vide et les aimants supraconducteurs, délimitant un environnement sous vide extrêmement froid.



CHAMBRE À VIDE EN FORME DE TORE

La chambre à vide est une enceinte étanche en acier inoxydable dans laquelle se produiront les réactions de fusion.

COUVERTURE

Les modules de couverture protègent la chambre à vide et les aimants supraconducteurs des neutrons de très haute énergie produits par la réaction de fusion.

DIVERTOR

Le divertor, qui se trouve sur le « plancher » de la chambre à vide, assure l'extraction des effluents gazeux et des impuretés de la machine, et doit être capable de supporter des charges thermiques de surface très élevées.

ITER, LE RÉACTEUR THERMONUCLÉAIRE EXPÉRIMENTAL INTERNATIONAL

ITER est un projet international de réacteur nucléaire de recherche civil à fusion nucléaire de type tokamak, situé à proximité immédiate du centre d'études nucléaires de Cadarache à Saint-Paul-lez-Durance (Bouches-du-Rhône, France). Son fonctionnement repose sur le principe de fusion thermonucléaire, alors que les réacteurs actuels utilisent la fission.

Le projet ITER vise à vérifier la faisabilité scientifique et technique de la fusion nucléaire comme nouvelle source d'énergie, dans le but de réaliser dans le futur des réacteurs commerciaux à fusion produisant de l'énergie électrique. Des chercheurs travaillent actuellement sur différents projets de réacteurs à fusion (projet européen DEMO par exemple).

Le projet associe de nombreux pays : ceux de l'Union européenne ainsi que l'Inde, le Japon, la Chine, la Russie, la Corée du Sud, les États-Unis, la Suisse et le Royaume-Uni.



EN DÉBAT LA FUSION EST-ELLE PROPRE ?



Un réacteur à fusion ne produirait donc pas les mêmes déchets nucléaires que les centrales actuelles (produits de fissions, actinides, etc.) mais des déchets tritiés de plus faible activité et de moins longue durée de vie.



La réaction de fusion nécessite du tritium, corps radioactif. Même si la réaction de fusion nécessite peu de combustible (quelques grammes de tritium), environ 4 kg de tritium seront présents dans l'installation ITER. Les neutrons activent les structures métalliques du tokamak. Ces structures activées sont une source de déchets qui s'ajoutent aux déchets tritiés. Le volume total de déchets sera plus important que celui d'un réacteur actuel mais n'aura pas une haute activité. Par ailleurs, ces structures métalliques activées conduisent à des débits de dose tels que toute intervention humaine est impossible, ce qui implique la robotisation des opérations de maintenance.



ASNR

Autorité de
sûreté nucléaire
et de radioprotection