

LE TOKAMAK DE FUSION NUCLÉAIRE

Le tokamak est un réacteur expérimental permettant de créer et de confiner un plasma de fusion grâce à des champs magnétiques intenses. Ce plasma est un mélange de deutérium (D) et de tritium (T) porté à très haute température pour favoriser les réactions de fusion : lorsque deux noyaux légers D et T fusionnent, ils forment un noyau plus lourd d'hélium, libèrent un neutron et génèrent de l'énergie. La production d'électricité pourra être envisagée dès que les tokamaks généreront cette énergie de fusion dans des puissances et durées suffisantes...

Formation du plasma

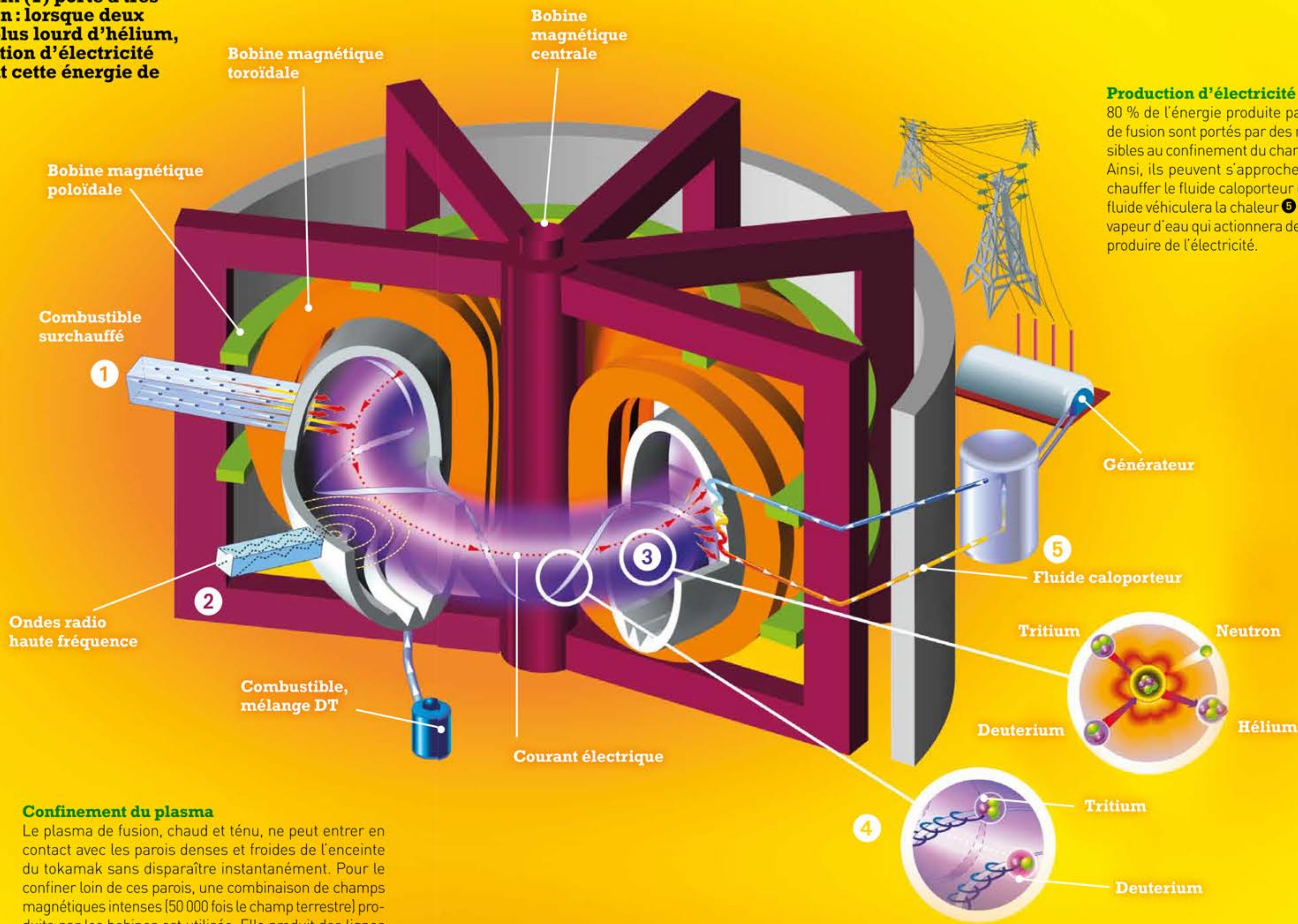
Un mélange de quelques milligrammes de deutérium (D) et de tritium (T) est introduit dans l'enceinte à vide du tokamak. L'ionisation du mélange est obtenue grâce à la bobine magnétique centrale du tokamak. Le plasma ainsi créé est ensuite contrôlé par l'action des champs magnétiques des autres bobines, et porté dans l'état de densité (un million de fois moins que l'air ambiant) et de température (cent millions de degrés) propice à la fusion nucléaire.

Chauffage du plasma

Les dix premiers millions de degrés proviennent de l'effet joule du courant électrique très intense (plusieurs millions d'ampères) généré dans le plasma. Puis, deux méthodes sont utilisées pour atteindre cent millions de degrés. La première consiste à injecter dans le plasma, comme une goutte d'eau bouillante dans un café froid, du combustible surchauffé ① (entre 1 et 10 milliards de degrés) dans un accélérateur de particules. La seconde envoie, comme dans un four à micro-ondes, des ondes radio très haute fréquence ② aux ions et électrons du plasma. À terme, la température sera entretenue par les noyaux d'hélium produits par les réactions de fusion ③.

Confinement du plasma

Le plasma de fusion, chaud et ténu, ne peut entrer en contact avec les parois denses et froides de l'enceinte du tokamak sans disparaître instantanément. Pour le confiner loin de ces parois, une combinaison de champs magnétiques intenses (50 000 fois le champ terrestre) produite par les bobines est utilisée. Elle produit des lignes de champ magnétique qui emprisonnent le plasma, en le contraignant à se déplacer le long de ces lignes ④.



À SAVOIR

Des combustibles abondants

Le deutérium est très abondant (40 mg par litre d'eau) et peu coûteux à isoler. Le tritium, élément radioactif de courte période, n'existe pas dans la nature mais peut être fabriqué en bombardant, avec les neutrons produits par les réactions de fusion, le lithium contenu dans les couvertures tritigènes (paroi interne) du tokamak, avec les neutrons produits par les réactions de fusion.

Production d'électricité

80 % de l'énergie produite par les réactions de fusion sont portés par des neutrons insensibles au confinement du champ magnétique. Ainsi, ils peuvent s'approcher des parois et chauffer le fluide caloporteur qui y circule. Ce fluide véhiculera la chaleur ⑤ pour générer la vapeur d'eau qui actionnera des turbines pour produire de l'électricité.