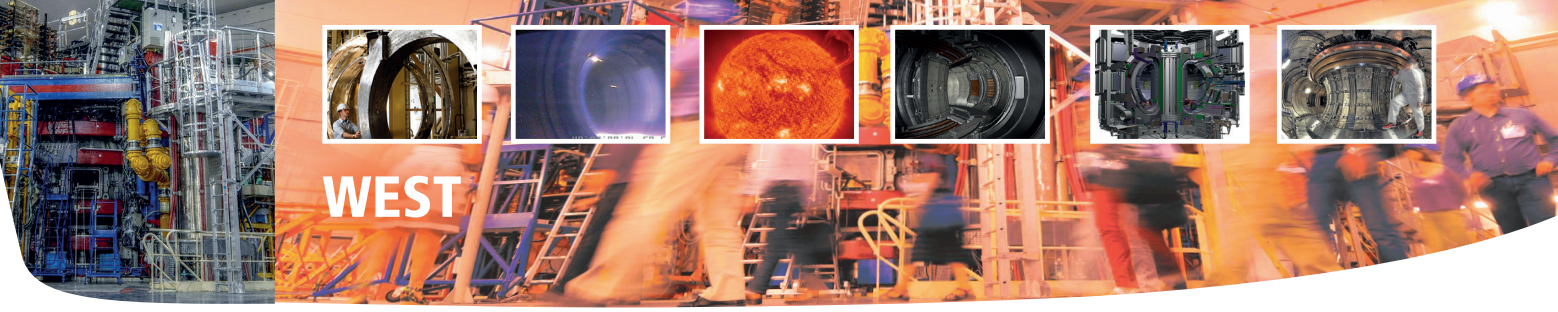
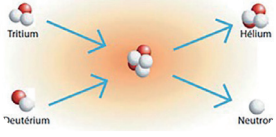


WEST

Le Soleil brille car la matière qui le compose atteint des densités et des températures suffisamment élevées pour permettre aux noyaux d'hydrogène de fusionner et de se transformer en noyaux d'hélium. Cette réaction s'accompagne d'une grande quantité d'énergie libérée sous forme de chaleur et de rayonnement. La force gravitationnelle permet à cette boule de feu de maintenir ces réactions de fusion en son centre où règne une température proche de 15 millions de degrés.

Reproduire sur Terre cette réaction de fusion est une autre histoire !



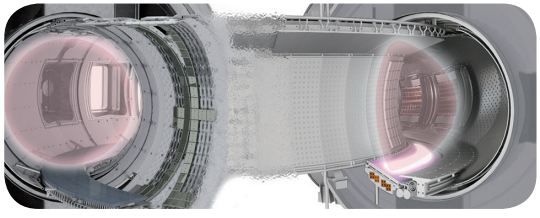
→ Réaction de fusion

Le carburant doit être un mélange de deutérium-tritium, deux isotopes[1] de l'hydrogène. Il faut atteindre et maintenir en continu des températures de l'ordre de 150 millions de degrés pour assurer l'efficacité de la réaction de fusion. A ces températures, la matière est à l'état « plasma[2] ». Enfin, il faut créer autour de ce plasma une paroi immatérielle à l'aide de puissants aimants. Cette idée a fait son chemin depuis les années 1920. Les russes sont les premiers, dans les années 1950, à obtenir des résultats concluants dans cette quête vers la fusion contrôlée avec une machine appelée Tokamak[3].

En France, ces recherches sur la fusion ont été regroupées au CEA Cadarache autour de l'installation TORE SUPRA mise en service en 1988. Tore Supra a été le premier tokamak au monde doté d'aimants supraconducteurs[4] et d'équipements activement refroidis ayant permis de produire des plasmas de longue durée (6mn30 obtenu en 2003). JET (Joint European Torus), machine européenne située en Angleterre, la plus grande du monde, détient quant à elle le record mondial de puissance fusion (16 MW de puissance provenant des réactions de fusion pendant une seconde avec un mélange deutérium-tritium) depuis 1997.

Les succès scientifiques et techniques de Tore Supra et JET ont servi à l'élaboration du projet international ITER, en cours de construction à Cadarache, qui devra remplir un double objectif, de durée et de puissance. A partir de la fusion de deutérium-tritium, ITER devra produire dix fois plus de puissance (500 MW) qu'il n'en aura fallu pour chauffer le plasma (50MW).

Rebaptisée WEST (Tungsten (W) Environment in Steady-state Tokamak), TORE SUPRA sert aujourd'hui de plateforme pour tester des composants en tungstène d'ITER.



→ De TORE SUPRA à WEST

[1] Deux atomes sont dits isotopes si leurs noyaux ont un nombre de protons identique mais un nombre de neutrons différent.

[2] 4ème état de la matière. Il est constitué de particules chargées (ions et électrons).

[3] Acronyme russe de Toroidalnaya Kamera Magnitinymi katushkami (Chambre à vide toroïdale et bobine magnétique) : machine en forme de tore. Un tore est un anneau.

[4] Matériaux qui, refroidis à basse température, présentent une résistance électrique nulle.

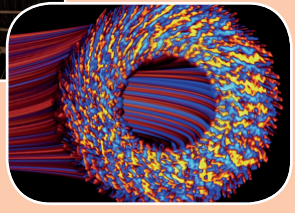
PRÉPARER L'AVENIR : WEST, UNE INSTALLATION DE L'IRFM* DÉDIÉE À LA PHYSIQUE DES PLASMAS « LONGUES DURÉES »

Premiers aimants de grande taille à base de matériaux supraconducteurs (niobium titane), refroidis à basse température (-271°C). Ils permettent de créer des champs magnétiques puissants en continu.

→ Aimant supraconducteur

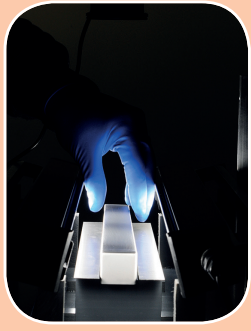
Des moyens de chauffage perfectionnés délivrent des ondes au plasma et assurent son maintien.

→ Antenne de chauffage



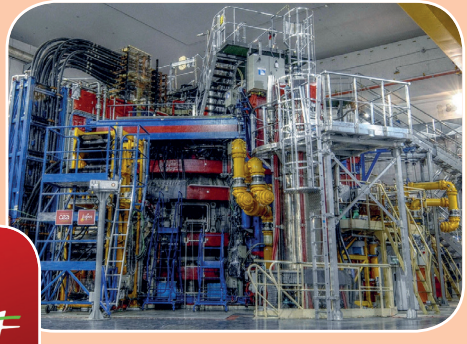
→ Simulation numérique (Gysela) : exemple de turbulence du plasma

Des éléments face au plasma activement refroidis capables de résister à des flux de chaleur équivalents à ceux attendus pour ITER (10 à 20 MW/m^2).



→ Composant tungstène face au plasma

Des expériences couplées à des simulations numériques pour comprendre et prédire le comportement du plasma.



→ Le tokamak WEST (Tungsten (W) Environment in Steady-state Tokamak)

* Institut de Recherche sur la Fusion par confinement Magnétique

Crédit photos : CEA, P. Stroppa-CEA, NASA, EFDA, ITER • Réalisation PUBLICOM • Juin 2016

CEA Cadarache • 13108 Saint-Paul-lèz-Durance
+33 (0)4 42 25 33 60 (visites) • +33 (0)4 42 25 70 00 (standard)
www.cad.cea.fr