

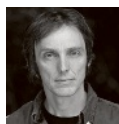
L'ESSENTIEL

> Plus de trente entreprises privées dans le monde développent des projets de réacteur à fusion nucléaire.

> Tokamaks, réacteurs linéaires ou à cible magnétisée, stellarators... Plusieurs concepts sont explorés simultanément.

> Les défis techniques sont encore nombreux : stabilité du plasma, évacuation de la chaleur produite ou tenue des matériaux aux températures très élevées requises pour la fusion, notamment. Certaines entreprises n'en annoncent pas moins pouvoir aboutir à des réacteurs commercialisables au cours de la décennie 2030.

L'AUTEUR



PHILIP BALL
auteur et rédacteur scientifique basé à Londres. Il contribue notamment à *Nature* et *New Scientist*

Fusion nucléaire la grande accélération

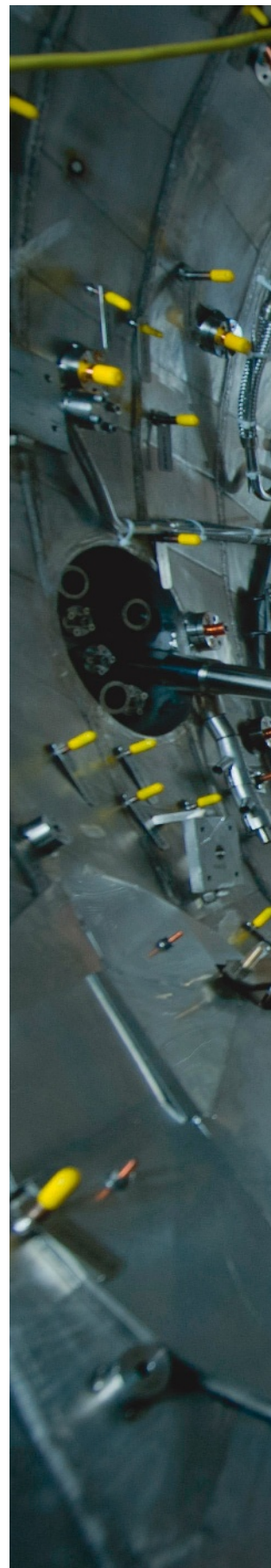
De nombreuses entreprises privées se lancent dans la course à la fusion nucléaire. Elles espèrent mettre au point des réacteurs commercialement exploitables au cours de la prochaine décennie.

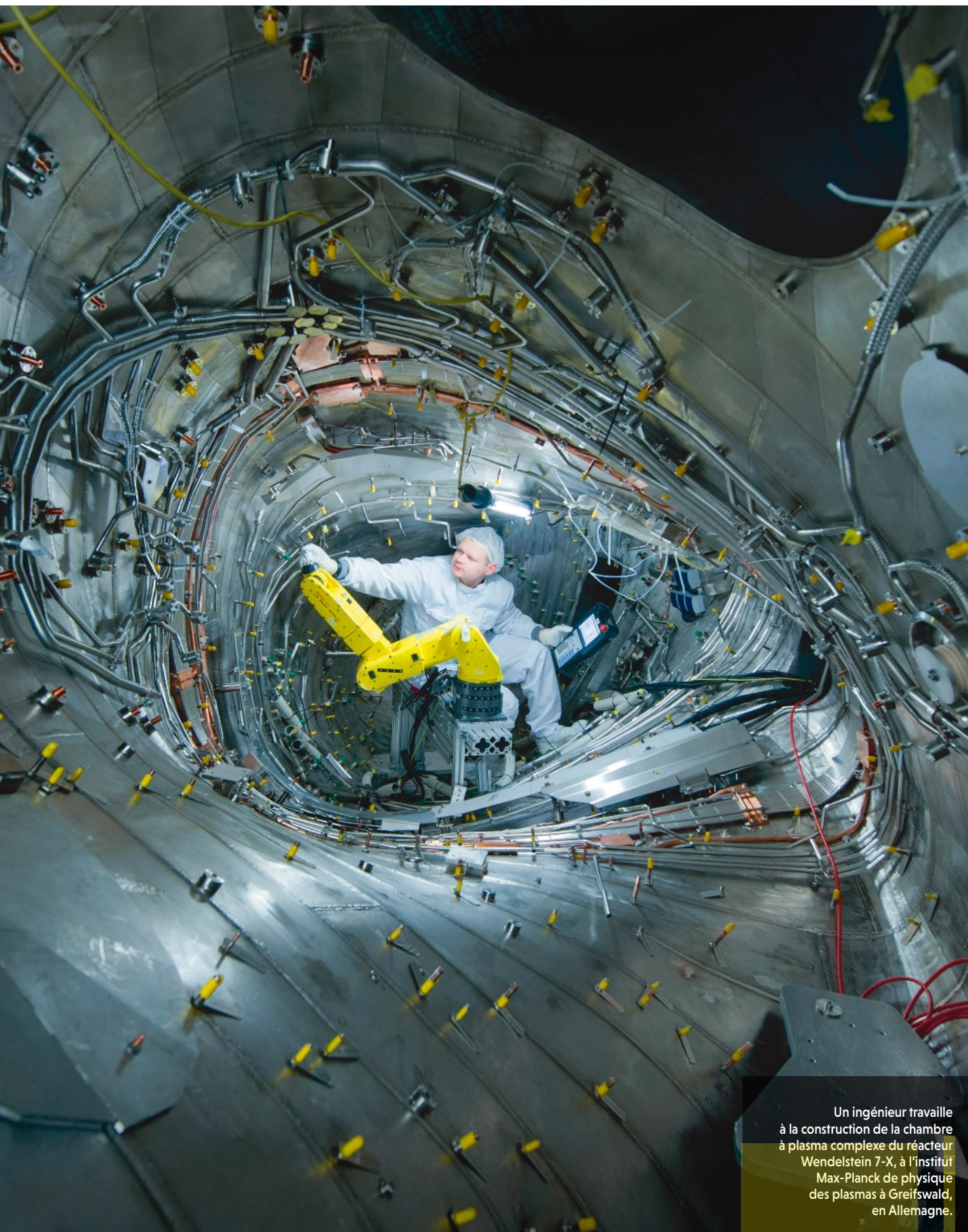
Le vieux village de Culham, niché dans un coude de la Tamise à l'ouest de Londres, n'apparaît pas à première vue comme l'endroit où se dessine le futur. Pourtant, l'année prochaine, on y commencera la construction d'un bâtiment de verre et d'acier étincelant qui pourrait abriter ce que beaucoup considèrent comme une technologie essentielle pour répondre à la demande d'énergie propre au xxi^e siècle et au-delà : la fusion nucléaire.

Longtemps considérée comme une perspective à long terme, la fusion semble enfin s'approcher de sa mise en application. Selon une enquête menée en octobre 2021 par la Fusion Industry Association (FIA), une association située à Washington qui représente les entreprises du secteur, plus de trente entreprises privées, désormais, travaillent sur la fusion dans le monde. Parmi elles, les

dix-huit entreprises qui ont rendu public leur financement affirment avoir récolté plus de 2,4 milliards de dollars au total (2,1 milliards d'euros), presque entièrement issus d'investissements privés. La clé de ce regain d'intérêt réside dans les progrès réalisés ces dernières années dans la science des matériaux et dans les capacités informatiques, qui permettent d'imaginer des approches différentes de celles sur lesquelles les agences nationales et internationales travaillent depuis si longtemps.

Le dernier projet en cours à Culham – où réside le centre de recherche britannique sur la fusion – est une centrale de démonstration opérée par General Fusion, une société canadienne située à Burnaby. Sa mise en service est prévue pour 2025, et l'entreprise vise la vente de réacteurs à fusion dès le début de la prochaine décennie. Il s'agira de « la première



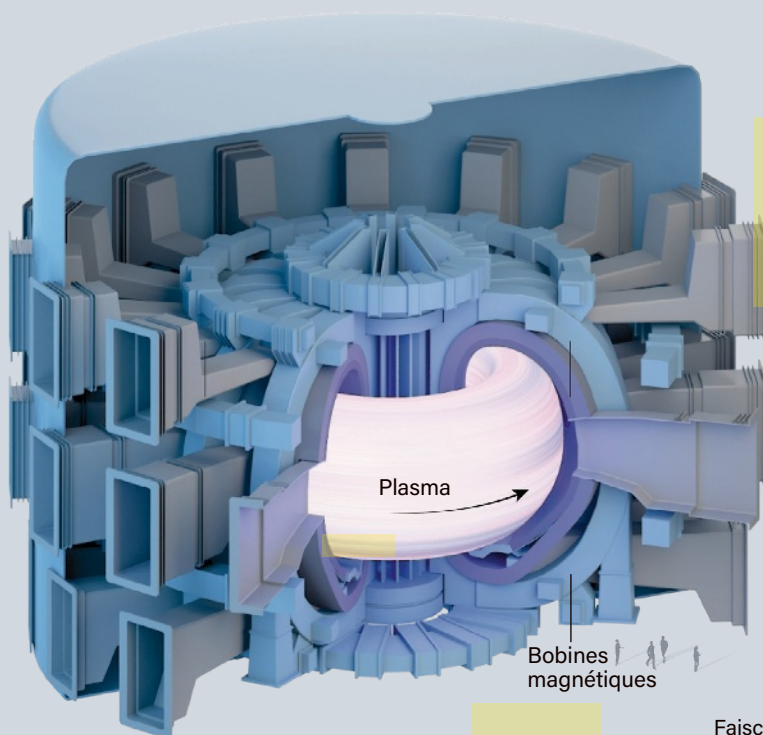


Un ingénieur travaille
à la construction de la chambre
à plasma complexe du réacteur
Wendelstein 7-X, à l'institut
Max-Planck de physique
des plasmas à Greifswald,
en Allemagne.

© Stefan Sauer/dpa via Alamy

CINQ MODÈLES DE RÉACTEURS À FUSION

Les entreprises et les gouvernements développent de nombreux types de réacteurs à fusion. Ils chauffent tous du gaz pour créer un plasma, confiné à des températures si élevées que les noyaux atomiques fusionnent, libérant de l'énergie qui peut être exploitée pour produire de l'électricité. Voici cinq modèles importants.



TOKAMAK

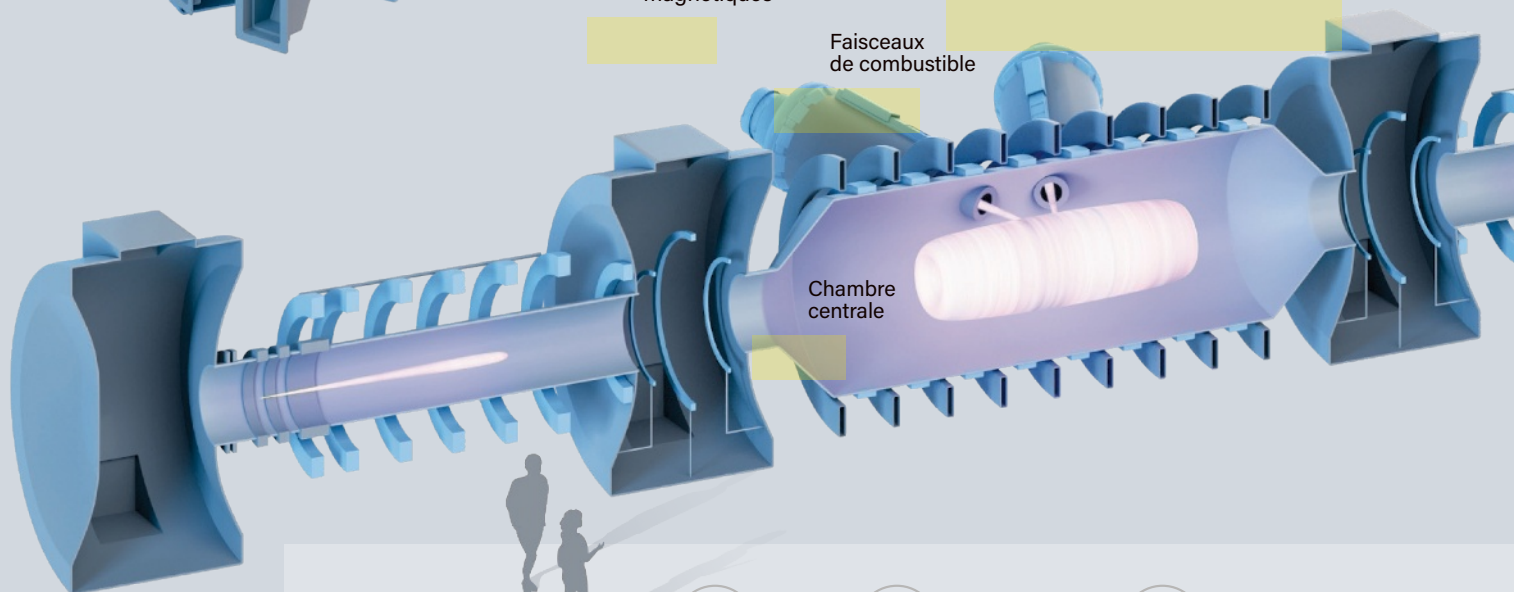
(ITER ET AUTRES INSTALLATIONS)

Des bobines magnétiques supraconductrices – refroidies par de l'hélium liquide – retiennent le plasma dans une cuve toroïdale.

RÉACTEUR LINÉAIRE (COLLISION DE FAISCEAUX)

(TAE TECHNOLOGIES)

Des paquets de plasma sont projetés dans une chambre centrale et tournent rapidement à l'intérieur d'un solénoïde (électroaimant formé d'une bobine de fil enroulé).

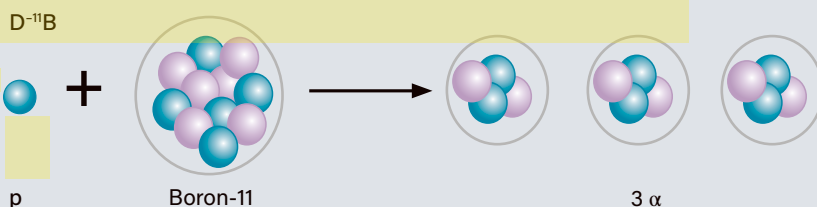


MÉLANGE DE COMBUSTIBLES

De nombreux réacteurs exploitent la fusion du deutérium (D) et du tritium (T) pour libérer de l'énergie. Une réaction de fusion s'amorce entre environ 100 à 15 millions de kelvins. Elle produit des neutrons, qui peuvent rendre la chambre du réacteur radioactive.



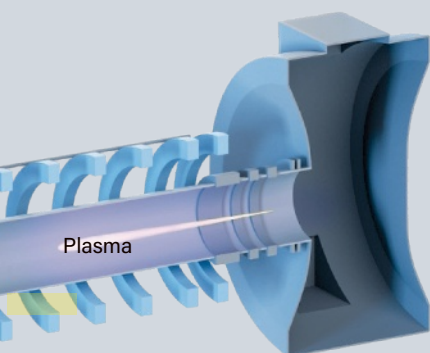
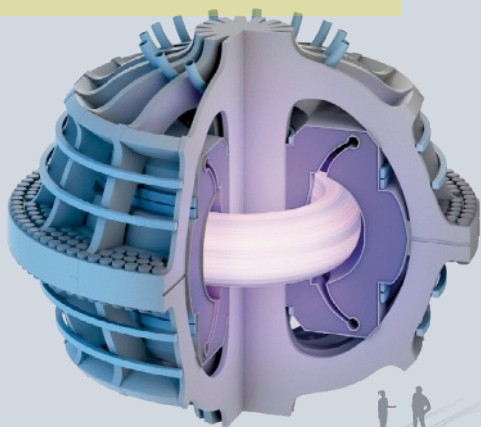
D'autres réactions, comme la fusion des protons (p) avec le bore-11 (11B), ne produisent pas de neutrons, mais l'allumage de la réaction nécessite des températures plus élevées.



MINI-TOKAMAK

(TOKAMAK ENERGY, COMMONWEALTH FUSION SYSTEMS ET AUTRES)

Les aimants constitués de supraconducteurs à haute température produisent des champs plus puissants et peuvent être refroidis plus facilement, ce qui permet de construire des tokamaks plus compacts et sphériques.



FINANCEMENT DE LA FUSION

Les entreprises privées spécialisées dans la fusion ont annoncé plus de 2,4 milliards de dollars (2,16 milliards d'euros) de financement.

TAE Technologies: 880 millions de dollars

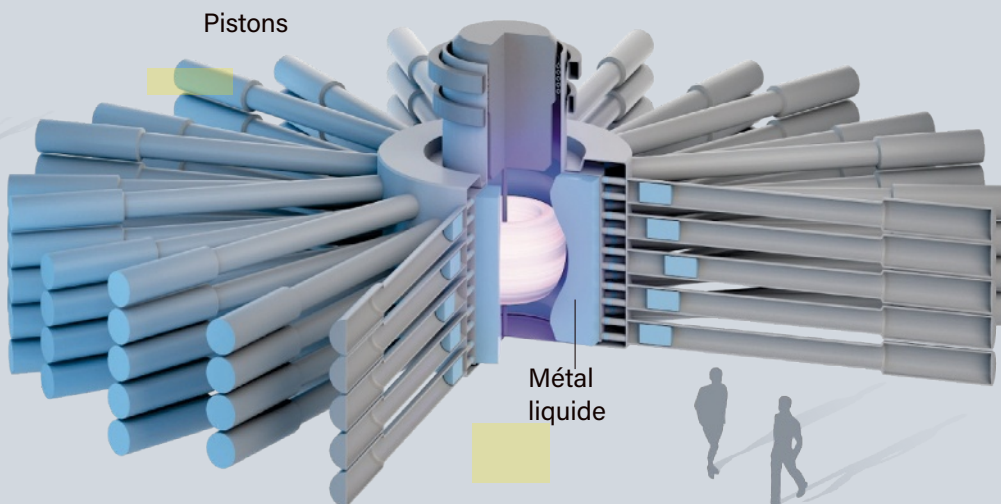
Helion Energy: 578 M\$

Commonwealth Fusion Systems: 250 M\$

General Fusion: 200 M\$

Tokamak Energy: 200 M\$

Autres (12 entreprises): 302 M\$



RÉACTEUR À CIBLE MAGNÉTISÉE

(GENERAL FUSION)

Une boule de métal liquide en rotation confine le plasma; des pistons le compriment ensuite rapidement.

STELLARATOR

(WENDELSTEIN 7-X)

Des champs magnétiques torsadés en une boucle complexe confinent le plasma.

