



sphérique compacte: l'agence de l'énergie atomique britannique, par exemple, a lancé un projet appelé *Step* (*Spherical tokamak for energy production*), qui vise à construire un tel dispositif dans une centrale prototype qui fournirait au moins 100 MW au réseau électrique national d'ici à 2040. L'agence a présélectionné cinq sites pour accueillir la centrale, et le choix final devrait être fait l'année prochaine.

La clé de cette conception sphérique réside dans de nouveaux types d'aimants fabriqués à partir de rubans de matériaux supraconducteurs à haute température, qui devraient produire des champs beaucoup plus puissants que les aimants supraconducteurs classiques utilisés par *Iter*. Selon Thomas Klinger, ces aimants «pourraient changer la donne», non seulement en raison des champs plus puissants qu'ils induisent, mais aussi parce qu'ils sont plus faciles à refroidir. Les supraconducteurs classiques doivent être refroidis à l'hélium liquide, ce qui est un cauchemar pour les ingénieurs: la viscosité de l'hélium liquide étant presque nulle, il s'échappe par la moindre petite fissure. Les supraconducteurs à haute température, en revanche, peuvent être refroidis avec de l'azote liquide, qui est bon marché et facile à stocker.

Tokamak Energy (en collaboration avec le Cern, le laboratoire européen de physique des particules situé près de Genève, en Suisse) et Commonwealth Fusion Systems misent tous deux sur ces nouveaux aimants. En août, cette dernière entreprise a annoncé qu'elle avait fabriqué ces aimants dans la forme requise pour ses tokamaks «dans les délais et le budget prévus», selon Bob Mumgaard.

En 2018, Commonwealth Fusion Systems a été fondée au Centre pour la science des plasmas et la fusion de l'institut de technologie du Massachusetts (MIT). Thomas Klinger considère l'entreprise comme «le projet de fusion privé le plus prometteur, le plus valable et le plus réfléchi.» Le MIT et Commonwealth Fusion System se préparent à construire ce que Bob Mumgaard appelle «le premier réacteur à fusion producteur net d'énergie», c'est-à-dire qui produira plus d'énergie qu'il n'en consomme. Baptisée Sparc, cette machine est en cours de construction à Devens, dans le Massachusetts. Selon Bob Mumgaard, elle sera opérationnelle d'ici à fin 2025 et sera «commerciallement pertinente» car elle fournira une énergie d'environ 100 MW.

First Light Fusion, une société fondée en 2011 à l'université d'Oxford, au Royaume-Uni, poursuit une stratégie différente, appelée «confinement inertiel». Dans cette approche, le plasma n'est pas confiné par des champs magnétiques: il est comprimé par une onde de choc jusqu'à atteindre la densité gigantesque nécessaire à la fusion, et ne reste dans cet état qu'une fraction de seconde par sa seule inertie, avant de se disperser et de dissiper son énergie.

Cette idée, proposée dès les années 1950, est également étudiée au National Ignition Facility (NIF), du laboratoire Lawrence Livermore, en Californie. Des capsules de plastique de la taille d'un petit pois contenant du combustible D-T sont comprimées par des impulsions laser de quelques nanosecondes pour déclencher la fusion. En août 2021, le National Ignition Facility a annoncé avoir obtenu une brève libération d'énergie huit fois supérieure à ses tentatives précédentes, équivalente à 70% de l'énergie utilisée pour provoquer la réaction [le 27 janvier 2022, les équipes du National Ignition Facility ont annoncé avoir réussi à atteindre un état de plasma «en combustion», où la chaleur engendrée par les réactions de fusion au sein du plasma excède l'énergie extérieure injectée, ndlr]. Ces résultats ont relancé l'espoir de parvenir à un gain net avec la fusion à confinement inertiel, bien qu'un processus aussi énergivore puisse en fin de compte se révéler plus utile pour la recherche fondamentale que pour la production d'énergie à grande échelle.

Chez First Light, l'onde de choc qui comprime le plasma n'est pas créée par des lasers gourmands en énergie, mais par un canon à projectiles électromagnétiques qui tire un petit morceau de matériau sur une cible contenant les isotopes d'hydrogène. L'entreprise garde secrets les détails de ce processus, mais a déclaré que pour parvenir à la fusion, elle devra réussir à envoyer le projectile à 50 kilomètres par seconde, soit le double de ce qui est en général atteint dans les expériences d'ondes de choc actuelles.