

LE MARCHÉ DE LA SUPRACONDUCTIVITÉ

En 2009, le marché mondial de la supraconductivité était de 4,3 milliards d'euros, dominé à 78 pour cent (3,355 milliards d'euros) par l'imagerie par résonance magnétique (IRM) et la spectroscopie par résonance magnétique nucléaire (RMN). La supraconductivité pour les instruments de recherche représentait 765 millions d'euros. Le reste concerne les applications émergentes : électrotechnique (100 millions d'euros) et électronique (80 millions d'euros). On s'attend à une croissance modérée des marchés dominants, mais à une très forte augmentation des marchés émergents.



Pour la LIPA, l'un des principaux opérateurs de réseaux électriques des États-Unis, la Société française Nexans a fabriqué et installé un câble de transport supraconducteur mis sous une tension de 138 000 volts. C'est la liaison supraconductrice la plus longue (600 mètres) et la plus puissante du monde (ci-contre, une coupe du câble ; ci-dessus, son raccordement au réseau).

des constituants élémentaires, et pour produire des particules de masse élevée qui ont pu exister juste après le Big Bang. Les masses des particules appartenant au « modèle standard » de la physique des particules restent aujourd'hui inexpliquées. Il y a plusieurs décennies, le physicien britannique Peter Higgs a proposé un mécanisme théorique qui suppose l'existence d'une particule, le boson de Higgs ; l'interaction de ce dernier avec les particules connues leur conférerait leurs masses.

Mais ce boson de Higgs aurait une masse très élevée et il faut donc des accélérateurs de particules particulièrement puissants pour le découvrir. Deux accélérateurs, tous deux à technologie supraconductrice, sont sur les rangs : le *Tevatron* américain (0,9 téraélectronvolt par faisceau, donc le double pour l'énergie des collisions) qui sera bientôt arrêté et le LHC (*Large Hadron Collider*, ou grand collisionneur de hadrons) du CERN, à Genève (7 téraélectronvolts par faisceau).

Dans ces accélérateurs, des aimants maintiennent les particules sur une trajec-

toire circulaire. À énergie donnée, plus le champ magnétique fourni par les aimants est intense, plus le rayon de l'accélérateur est petit, d'où l'intérêt de la technologie supraconductrice.

Les chiffres pour le LHC sont sans appel. Grâce à ses 1 232 aimants en niobium-titane (NbTi) qui produisent sans pertes un champ de 8,3 teslas, la circonférence du LHC n'est « que » de 26,7 kilomètres, avec un système de cryogénie qui consomme 40 mégawatts seulement (voir la figure 2). La technologie classique, avec des aimants résistifs, limite le champ à 1,8 tesla. Elle aurait conduit à une circonférence de 110 kilomètres et une consommation de 900 mégawatts. Sans la supraconductivité, le LHC n'était tout simplement pas concevable...

2 000 tonnes de niobium-titane au LHC

Au LHC, qui a démarré en 2008, d'autres aimants jouent le rôle de lentilles magnétiques et focalisent les faisceaux. Le champ magnétique se révèle aussi très utile autour des zones de collisions pour dévier les particules chargées produites et ainsi mieux les analyser. Ces aimants de détection doivent produire des champs intenses dans de grands volumes et être peu encombrants pour laisser le maximum de place aux détecteurs eux-mêmes : c'est le cahier des charges idéal pour un aimant supraconducteur. Le LHC fait ainsi appel à plusieurs très grands aimants supraconducteurs de détection, tel le toroïde supraconducteur ATLAS, dont la masse de matériau supraconducteur est de 376 tonnes. Au total, le LHC utilise plus de 2 000 tonnes de niobium-titane.

Notons que les accélérateurs de particules ont aussi des applications médicales, telle la protonthérapie où des faisceaux de protons déposent leur énergie avec une précision millimétrique et sans endommager les tissus traversés. La production des protons avec la bonne énergie (plusieurs centaines de mégaélectronvolts) fait, là encore, intervenir des aimants, auxquels la supraconductivité peut conférer une masse, un volume et une consommation réduits.

Un autre domaine d'application de la supraconductivité, et qui prend de plus en plus d'importance, est celui des réseaux de distribution de l'électricité. Étant donné la place que cette forme d'énergie occupe dans la vie moderne, les réseaux électri-