

Accélérateur de particules : une usine de Higgs à 16 milliards d'euros ferait de l'ombre au LHC

Une étude sur le Future Circular Collider montre où et comment le gigantesque accélérateur de particules pourrait être construit. Mais le plan est encore loin d'être approuvé.

par Davide Castelvecchi et Elizabeth Gibney



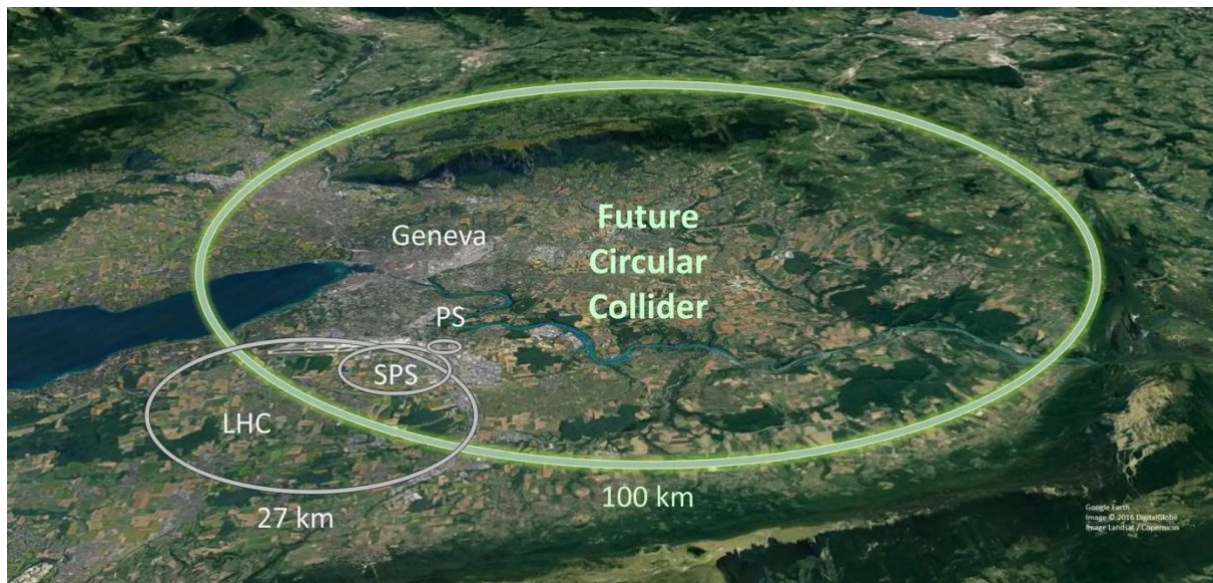
Panagiotis Charitos, CERN (extrait)

Pour découvrir de nouvelles choses dans le domaine de la physique, de nombreux spécialistes réclament un nouvel accélérateur de particules.

Traduction exclusive de Nature

L'Europe fait avancer les projets de construction d'un accélérateur de particules de 91 kilomètres de long et d'un coût de 16 milliards d'euros sous les territoires français et suisse. Cette machine permettrait aux chercheurs d'étudier en détail le boson de Higgs. Son prédécesseur, le Large Hadron Collider (LHC) du CERN, long de 27 kilomètres, n'ayant toutefois pas apporté de nouvelles découvertes révolutionnaires pour la physique, les spécialistes doivent d'abord convaincre les bailleurs de fonds qu'un investissement aussi énorme en vaut la peine.

Les détails du plan ont été rassemblés par le CERN dans un rapport intermédiaire. Il s'agissait tout d'abord de la faisabilité du Future Circular Collider (FCC), c'est-à-dire de la question de savoir où et comment une telle machine pourrait être construite. Aucun obstacle technique ou scientifique n'a été identifié qui empêcherait sa construction, a déclaré le président du Conseil du CERN Eliezer Rabinovici lors d'une conférence de presse le 5 février 2024.



© Panagiotis Charitos, CERN (extrait)

Future Circular Collider | Le FCC devrait avoir une circonférence de 91 kilomètres - la taille maximale envisageable pour un accélérateur circulaire dans le bassin lémanique.

La construction de la machine pourrait ainsi commencer dès 2033. Le tunnel, situé à 200 mètres de profondeur, entourerait environ une surface de la taille de la ville de Chicago et serait interrompu par quatre halls d'expérimentation. Le Conseil du CERN a examiné le rapport intermédiaire le 2 février, mais ne l'a pas publié. L'étude complète devrait être publiée en 2025 et la décision pour ou contre le projet devrait être prise avant 2028.

Briser des particules

La machine prévue devrait faire entrer en collision des électrons avec leurs contreparties en antimatière, les positrons, à partir de 2045, afin de produire environ un million de bosons de Higgs. De l'avis de nombreux physiciens, une étude plus approfondie de cette particule découverte en 2012 offre la meilleure chance de trouver des incohérences dans le modèle standard. Ce dernier est un modèle extrêmement réussi, mais incomplet, des particules élémentaires et des forces qui agissent entre elles.

En 2020, les physiciens ont demandé une étude de faisabilité du FCC dans le cadre de la stratégie européenne pour la physique des particules, un programme qui classe les projets de recherche dans le domaine par ordre de priorité. La directrice générale du CERN, Fabiola Gianotti, a déclaré à la presse que le programme considérait le FCC comme le plus convaincant de tous les instruments scientifiques étudiés.

La construction du FCC n'a toutefois pas encore été décidée. Une grande partie des 16 milliards d'euros sera couverte par le budget existant du CERN, a déclaré Gianotti. Toutefois, les pays européens qui sont membres à part entière du CERN ainsi que d'autres membres comme les Etats-Unis et le Japon devront également contribuer au projet. Le montant de ces coûts n'a pas été mentionné lors de la conférence de presse.

D'autres méga-accélérateurs

Pendant ce temps, d'autres projets d'"usines de Higgs" sont en cours dans le monde entier. Le gouvernement japonais a manifesté son intérêt pour l'International Linear Collider, prévu de longue date, tandis que la Chine développe une machine en forme d'anneau appelée Circular Electron Positron Collider. Selon Gianotti, la stratégie européenne pour la physique des particules a établi que le FCC a un plus grand potentiel physique qu'un accélérateur linéaire, car il peut produire des bosons de Higgs à un taux plus élevé. De plus, les mêmes tunnels pourraient être utilisés ultérieurement pour une machine encore plus énergétique, qui ferait entrer en collision des protons.

Tous les spécialistes ne sont pas favorables à l'installation proposée par le CERN, comme la physicienne des particules Donatella Lucchesi de l'université de Padoue : "Je ne pense pas que ce soit bon pour notre communauté, que ce soit pour des raisons scientifiques ou autres". Lucchesi étudie avec une équipe une technologie alternative pour les futurs accélérateurs de particules, qui ferait entrer en collision des muons plutôt que des électrons ou des protons.

"Pour l'instant, nous n'avons pas de repères théoriques clairs sur ce que nous devrions chercher "

Fabiola Gianotti, directrice générale du CERN

Selon Gianotti, la construction du FCC n'empêcherait pas le CERN de se consacrer également à des accélérateurs de muons. Un comité influent de scientifiques américains avait déclaré en décembre 2023 qu'un tel accélérateur était judicieux. Les muons sont beaucoup plus massifs que les électrons, ce qui permet des collisions avec une énergie plus élevée. Mais personne ne sait encore si la construction d'un accélérateur de muons est réalisable. "Bien sûr, nous allons maintenant collaborer avec nos collègues américains lorsqu'ils planifieront la construction d'un nouvel accélérateur aux États-Unis, mais le calendrier est complètement différent de celui du FCC", a déclaré Gianotti.

Certains spécialistes font valoir que les coûts de construction de ces méga-accélérateurs dépassent leur utilité - surtout si la théorie ne fournit pas d'indications claires sur ce qui pourrait être découvert. "Il est vrai qu'à l'heure actuelle, nous n'avons pas d'indices théoriques clairs sur ce que nous devrions chercher", a déclaré Gianotti. Mais selon lui, c'est plutôt un argument en faveur de la construction d'une nouvelle machine : "Les instruments nous permettront de faire de grands progrès et de poser les bonnes questions".

Traduit par Deepl