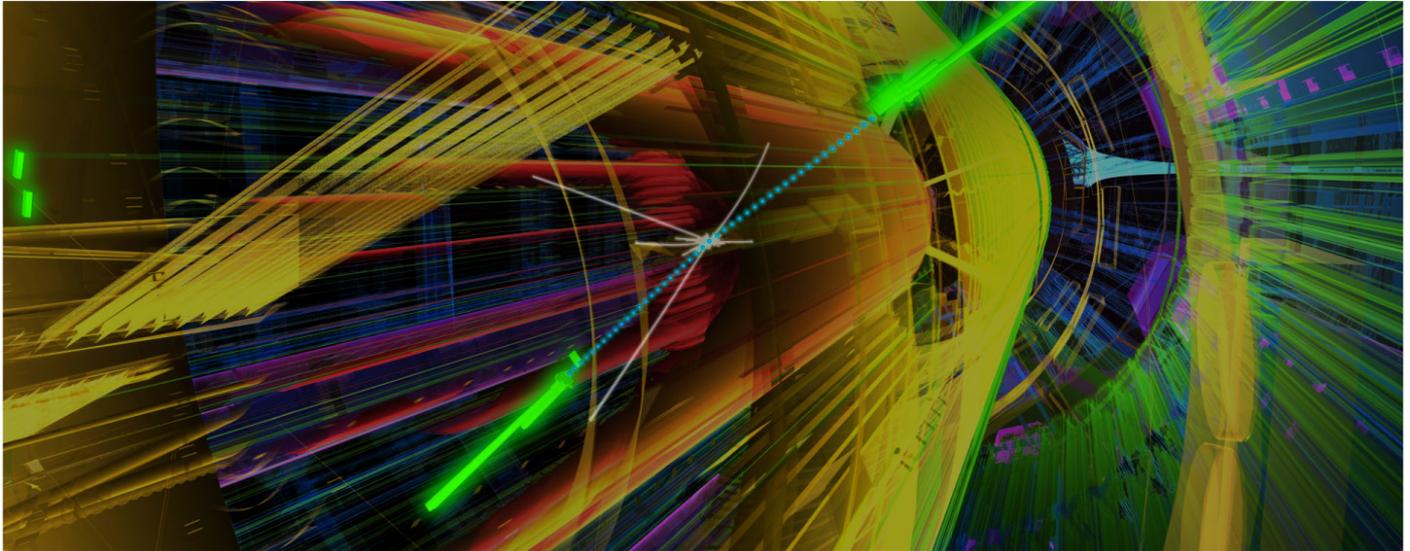


# LHC Saison 2

## De nouvelles frontières de la physique

L'exploitation du Grand collisionneur de hadrons (LHC) a été interrompue début 2013 pour deux ans, afin de permettre des travaux de maintenance et d'amélioration. L'accélérateur le plus puissant du monde est maintenant prêt à redémarrer, cette fois à 13 TeV – presque deux fois l'énergie de l'exploitation précédente. Cette énergie très élevée permettra d'explorer de nouveaux territoires pour repousser les limites de notre compréhension de la structure fondamentale de la matière.



### LE BOSON DE HIGGS

Le 4 juillet 2012, les collaborations ATLAS et CMS au CERN ont annoncé la découverte d'un boson de Higgs, ayant une masse de 126 GeV. Le boson de Higgs est la manifestation la plus simple du mécanisme de Brout-Englert-Higgs, qui donne une masse aux particules. C'était la dernière pièce manquante du Modèle standard (la théorie qui décrit les particules fondamentales et les forces s'exerçant entre elles) dont l'existence n'avait pas encore été vérifiée par l'expérience. Le relèvement de l'énergie du LHC augmentera les chances de créer des bosons de Higgs lors des collisions ; cela signifie plus de possibilités pour les chercheurs d'effectuer des mesures précises sur le Higgs et de sonder ses désintégrations rares. Les collisions à haute énergie pourraient permettre de détecter de petites différences subtiles entre les caractéristiques du boson détectées par les expériences et les prédictions du Modèle standard.

### PARTICULES EXOTIQUES

Certaines théories prédisent qu'il pourrait exister tout un nouvel ensemble de particules que les physiciens ne pourraient pas détecter parce qu'elles n'interagissent pas via la force électromagnétique. Or, si ces particules du « secteur sombre » ont une masse, elles interagiront avec le champ associé au boson de Higgs. Ainsi, le boson de Higgs devient un point de contact entre le Modèle standard et de nouvelles particules, plus exotiques.

### LA MATIÈRE NOIRE

La matière noire, invisible, compose la majeure partie de l'Univers ; toutefois, nous ne pouvons la détecter qu'à partir de ses effets gravitationnels. Mais quelle est la nature de la matière noire ? Selon l'une des théories, elle pourrait contenir des particules dites « supersymétriques », particules hypothétiques qui seraient associées aux particules déjà connues du Modèle standard. Les données de l'exploitation à plus haute énergie au LHC pourraient fournir des indices plus directs susceptibles d'éclaircir ce mystère.

### LA SUPERSYMETRIE

Le Modèle standard a été très efficace pour prédire ce que les expériences ont découvert jusqu'ici sur les constituants fondamentaux de la matière ; toutefois, la théorie est incomplète. La supersymétrie est un prolongement du Modèle standard qui vise à combler certaines lacunes de celui-ci ; elle prédit une particule partenaire pour chaque particule du Modèle standard. Ces nouvelles particules, en permettant d'expliquer la masse du boson de Higgs, résoudraient un problème crucial. Si la théorie est juste, des particules supersymétriques devraient apparaître lors de collisions à haute énergie dans le LHC.

### LES DIMENSIONS SUPPLÉMENTAIRES

Pour quelle raison la gravité est-elle beaucoup moins puissante que les trois autres forces fondamentales ? Peut-être que nous ne ressentons pas tout l'effet de la gravité parce qu'une partie de cette force se répand dans des dimensions supplémentaires. Mais comment chercher des dimensions supplémentaires ? L'une des possibilités est de trouver des traces de particules qui ne peuvent exister que si des dimensions supplémentaires existent. Les théories qui reposent sur des dimensions supplémentaires prédisent que, tout comme les atomes ont un état fondamental à basse énergie et des états excités à haute énergie, les particules standard auraient

des versions plus lourdes dans d'autres dimensions. Ces particules lourdes pourraient apparaître aux hautes énergies que le LHC atteindra pendant la deuxième période d'exploitation.

### L'ANTIMATIÈRE

À chaque particule de matière correspond une antiparticule, parfaitement similaire mais de charge opposée. Pour l'électron, par exemple, il existe un « anti-électron », appelé positon, identique en tous points à l'électron mais de charge électrique positive. Quand la matière et l'antimatière entrent en contact, elles s'annihilent et disparaissent dans un éclair d'énergie. Le Big Bang devrait avoir créé matière et antimatière en quantités égales. Pourquoi donc y a-t-il bien davantage de matière que d'antimatière dans l'Univers ? L'exploitation à plus haute énergie permettra de produire plus d'antiparticules pour l'étude de l'antimatière au CERN ; on pourra ainsi vérifier si les propriétés de l'antimatière diffèrent de celle de la matière.

### LE PLASMA QUARKS-GLUONS

Durant quelques milliardièmes de seconde, juste après le Big Bang, l'Univers s'est rempli d'une soupe extrêmement dense et chaude, faite de toutes sortes de particules se déplaçant à une vitesse proche de celle de la lumière. Cette soupe était composée principalement de quarks, qui sont des constituants fondamentaux de la matière, et de gluons, porteurs de la force forte qui, dans des conditions normales, lie les quarks entre eux pour constituer les protons, les neutrons, et d'autres particules. Dans les tout premiers instants qui ont suivi le Big Bang, à très haute température, les quarks et les gluons n'étaient toutefois que faiblement liés et pouvaient se déplacer librement dans ce que l'on appelle le plasma quarks-gluons. Les collisions à plus haute énergie au LHC permettront d'étudier à nouveau et de façon plus détaillée les caractéristiques de ce plasma.

