

CERN de l'autre côté de l'anneau du LHC, long de 27 kilomètres : ils allaient effectuer les collisions de protons aux plus hautes énergies jamais réalisées.

Elle a donné le signal pour qu'on active avec précaution chaque portion du détecteur. Un mur d'écrans a commencé à s'animer, les dispositifs électroniques ultrarapides affichant à toute vitesse les collisions qui se produisaient au rythme de 20 millions par seconde à 100 mètres sous terre. Après avoir traqué la supersymétrie pendant une décennie au collisionneur *Tevatron* du Fermilab, aux États-Unis, elle avait le cœur qui palpitait à l'idée de reconnaître certains motifs caractéristiques de la supersymétrie. Il est tentant d'analyser les collisions par inspection visuelle, mais il est impossible de faire des découvertes de cette façon. Difficile de se raisonner et de rester calme ! Mais elle savait que ce n'était que le début.

Et, quand on construit un collisionneur à sept milliards d'euros avec ses détecteurs géants, on ne le met pas en route en s'attendant à des découvertes la première nuit – ni même la première année. Et pourtant les attentes de M. Spiropulu et ses collègues étaient grandes dès le début.

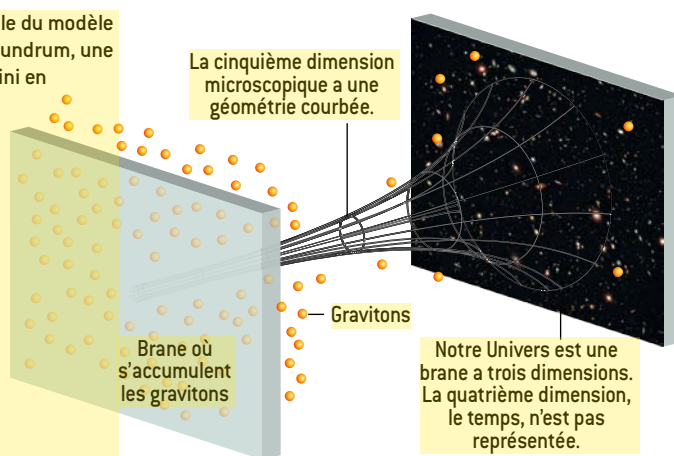
Sur CMS (et sur ATLAS), ils avaient élaboré un plan détaillé des analyses à effectuer sur les données du LHC pour découvrir la supersymétrie. Ils s'étaient préparés pour détecter des particules de matière noire dans des signaux de supersymétrie, non pas directement visibles mais sous forme d'« énergie manquante » : la matière noire n'interagit pas avec les détecteurs, mais emporte une partie de l'énergie totale de la collision, ce qui trahit leur présence (d'autres types d'expériences traquent la matière noire, voir la figure 3).

Nous étions allés jusqu'à rédiger une ébauche d'article annonçant la découverte.

Cet article n'a pas été écrit, car les physiciens du LHC n'ont toujours rien trouvé. Ils procèdent de façon systématique et rigoureuse, ce qui leur a permis d'éliminer de nombreux scénarios possibles. Les superpartenaires ne peuvent pas être trop légers, car ils auraient déjà été mis en évidence. Et on suppose qu'ils ne peuvent pas être trop lourds, parce qu'alors ils ne satisferaient pas les critères nécessaires pour supprimer les effets gênants des particules virtuelles. Si le LHC ne les découvre pas dans sa prochaine campagne, la crise dans ce domaine de la physique prendra de l'ampleur.

Malgré ces difficultés, les théoriciens ne sont pas prêts à abandonner la supersymétrie, même s'ils doivent se replier sur une version plus générale qui n'a pas toutes les

DANS LA VERSION originale du modèle de Lisa Randall et Raman Sundrum, une brane (un objet étendu défini en théorie des cordes) à trois dimensions contient notre Univers. Ce dernier est séparé d'une autre brane par une cinquième dimension fortement courbée. La gravité est faible dans notre brane car les gravitons, particules hypothétiques véhiculant cette force, se concentrent sur l'autre brane.



chapitre a débuté avec la conjecture audacieuse d'un théoricien des cordes, Juan Maldacena, à Princeton, qui a postulé en 1997 que, de la même façon qu'en mécanique quantique ondes et particules sont deux descriptions équivalentes d'une même réalité, une nouvelle force peut être décrite de façon équivalente par une nouvelle dimension d'espace. Cette dualité est très féconde pour décrire une interaction intense qui ne peut être appréhendée par les méthodes de calcul habituelles, et offre une description géométrique dans laquelle les calculs peuvent être conduits simplement. Cette approche a été appliquée avec succès pour étudier, par exemple, l'interaction forte dans le cadre de la chromodynamique quantique. Ces idées ont même trouvé des applications pour comprendre certaines propriétés de matériaux supraconducteurs et de superfluides.

– **Christophe Grojean**
Institut catalan de recherches
et d'études avancées et Institut
de physique des hautes énergies
de Barcelone

et Raman Sundrum, de l'Université du Maryland : la gravité est faible parce que les dimensions supplémentaires seraient fortement courbées sous l'effet d'une énergie du vide importante. Cette courbure éloignerait les gravitons – les hypothétiques particules véhiculant la gravité qui peuvent se déplacer dans les dimensions supplémentaires – de la matière ordinaire. Cela réduirait l'intensité de la gravité. Même si ce modèle prédit lui aussi de nouvelles particules accessibles aux détecteurs d'ATLAS et CMS, la gravitation

conserverait un comportement classique jusqu'à des énergies proches de l'échelle de Planck, soit 10^{19} gigaélectronvolts.

Le cadre de ces deux scénarios est suffisamment riche pour, par exemple, expliquer l'abondance de la densité de matière noire dans l'Univers ou rendre compte de l'accélération de l'expansion de l'Univers.

Toutefois la récente observation de la polarisation des photons du fond diffus cosmologique par l'expérience BICEP2, interprétée comme la

manifestation d'ondes gravitationnelles primordiales engendrées à l'époque de l'inflation, semble peu compatible avec une faible échelle de gravitation quantique telle que la prédit le premier scénario.

Le champ d'application des théories physiques intégrant des dimensions supplémentaires s'est encore élargi lorsqu'on a compris que ces dernières pouvaient être un artefact mathématique pour décrire des systèmes fortement couplés dans un simple espace à quatre dimensions. Ce nouveau