

> masse comprise entre 145 et 185 GeV. Le quark t a été détecté l'année suivante au Fermilab, aux États-Unis, et sa masse a été établie à 175 GeV.

Les diagrammes que nous avons examinés ne représentent que deux déroulements possibles de ces désintégrations particulières. On peut en imaginer d'autres et, ce qui est extraordinaire, c'est que toutes ces possibilités ont leur importance. D'après les règles de la physique quantique, ce qui se passe dans la nature est imposé par la contribution nette de *toutes* les diagrammes valides que nous puissions dessiner, même si les plus simples et les plus évidents sont ceux qui ont le plus de poids.

Par conséquent, tous les chemins possibles de la désintégration jouent un rôle, et nous devons les prendre en compte dans les calculs effectués pour prédire la probabilité de désintégration, les trajectoires des produits de la désintégration et autres caractéristiques. En d'autres termes, même quand une particule se désintègre selon un processus ne donnant en sortie que des particules membres du modèle standard, elle subit les effets de toutes les particules possibles. Par conséquent, si la mesure d'une désintégration est en désaccord avec nos calculs fondés sur les seuls ingrédients du modèle standard, nous en déduisons qu'il doit y avoir quelque chose d'autre à l'œuvre.

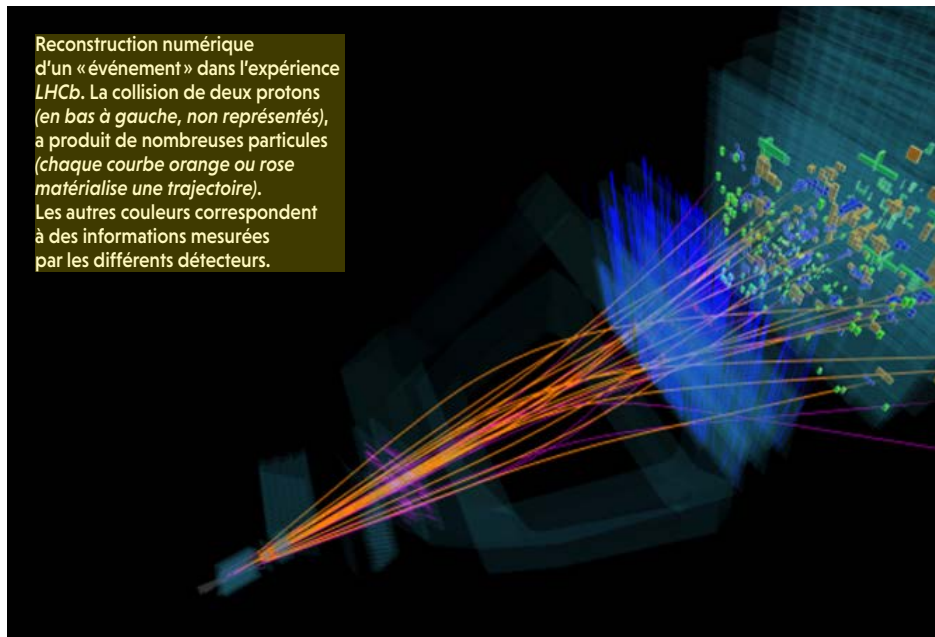
Tel est le principe directeur de la stratégie de recherche indirecte de nouvelles particules et d'une physique nouvelle que nous menons sur *LHCb*. En outre, comme ces particules nouvelles seraient des participantes virtuelles de toutes les désintégrations que nous mesurons, la masse des particules que nous pouvons détecter n'est pas limitée par la capacité énergétique de notre accélérateur. En principe, si nous étudions les bons processus de désintégration avec une précision suffisante, nous pourrions observer les effets de particules encore plus lourdes que celles susceptibles d'être créées et détectées par *Atlas* et *CMS*.

DES FISSURES DANS LE MODÈLE STANDARD

Et, en effet, mes collègues de l'expérience *LHCb* et moi avons déjà mis en évidence des indices suggérant que tout n'est pas parfait dans la description que fait le modèle standard des désintégrations de hadrons beaux. Il est important de souligner qu'avec davantage de données et une meilleure compréhension de la théorie, il n'est pas exclu que nous trouvions que, tout compte fait, le modèle standard est en accord avec nos mesures. Mais même si cela peut être le cas, ces premières indications illustrent comment des fissures pourraient naître et s'élargir dans l'édifice du modèle standard.

La pièce à conviction numéro un concerne la désintégration $\bar{B}^0 \rightarrow D^{*+} \tau^- \bar{\nu}_\tau$ que nous avons

Reconstruction numérique d'un « événement » dans l'expérience *LHCb*. La collision de deux protons (en bas à gauche, non représentés), a produit de nombreuses particules (chaque courbe orange ou rose matérialise une trajectoire). Les autres couleurs correspondent à des informations mesurées par les différents détecteurs.



examinée plus haut (voir les figures page 69) et la possible violation de la règle dite d'universalité des leptons. Dans le modèle standard, le boson W a la même probabilité de se désintégrer en un lepton tau et son antineutrino que de se désintégrer en membres des autres générations, celle des muons ou celle des électrons (après prise en compte des masses différentes du tau, du muon et de l'électron). En d'autres termes, les règles de la désintégration du W devraient être universelles pour tous les leptons. Mais dans les données de *LHCb*, après avoir compté les désintégrations dans chaque génération, soustrait tous les processus qui pourraient contrefaire les signatures de ces désintégrations et intégré diverses corrections liées aux détecteurs, nous avons trouvé que les hadrons beaux semblent se désintégrer en taus plus souvent que le modèle standard ne le prévoit.

Nos résultats ne sont pas encore définitifs; le désaccord que nous avons trouvé est « à 2σ », σ (sigma) désignant l'écart-type, une grandeur statistique qui mesure la dispersion des valeurs mesurées par rapport à leur moyenne. Un écart entre une valeur mesurée et la valeur prévue peut être le résultat d'un phénomène nouveau non inclus dans la théorie ou la conséquence de fluctuations statistiques. Du fait de ces dernières, il n'est donc pas rare d'observer des écarts de 2σ . L'accumulation de données permet en général d'éliminer ces effets. Dès lors, les physiciens ne commencent vraiment à réagir que quand ils sont confrontés à des écarts de 3σ . On considère qu'il faut avoir une déviation de 5σ pour être confiant que l'effet n'est pas un artefact statistique et qu'il s'agit bien d'une découverte. Notre effet à 2σ n'a donc rien de remarquable... sauf si l'on prend en compte ce que les physiciens ont trouvé dans d'autres expériences.