

fisamment énergétique pour produire des quarks *top*. De telles collisions sont rares, et plus l'énergie nécessaire est élevée – c'est-à-dire plus la masse du quark *top* est grande –, plus elles sont rares.

Fin 1988, le CERN n'avait toujours pas observé le quark *top*, de sorte que sa masse était supérieure à $41 \text{ GeV}/c^2$. Entre-temps, le collisionneur proton-antiproton du Laboratoire Fermi (Tevatron) entra en service avec son détecteur CDF (l'acronyme de *Collider Detector at Fermilab*, soit «Détecteur de collisions du Laboratoire Fermi»). Malgré une brève et intense compétition entre nous et un groupe du CERN, la décennie 1980 s'acheva sans que le *top* apparaisse ; on savait seulement que sa masse était supérieure à $77 \text{ GeV}/c^2$.

À cette époque, le CERN avait atteint sa limite : il ne pouvait trouver le quark *top* si sa masse était supérieure à $77 \text{ GeV}/c^2$. En revanche, une autre équipe fut chargée d'un second détecteur, de l'autre côté de l'anneau du Laboratoire Fermi, nommée DØ (prononcez D-zéro) en raison de sa position le long de l'anneau. Dès 1992, la collaboration DØ commença à accumuler des données. Non seulement le fonctionnement des deux détecteurs créait une émulation bénéfique, mais les deux groupes pouvaient confronter leurs résultats et les vérifier.

Les expériences CDF et DØ sont deux collaborations internationales de

plus de 400 physiciens, auxquels s'ajoutent de nombreux ingénieurs, techniciens et personnels de soutien. Les deux équipes sont indépendantes et ne collaborent jamais aux analyses. Entre ces deux collaborations une compétition amicale s'est instaurée.

Conformément à une règle implicite, les résultats des analyses ne sont pas discutés en dehors de chaque groupe tant que les analyses ne sont pas terminées. Cependant, comme au moins trois physiciens ont un conjoint dans l'autre équipe, le secret dans la recherche du quark *top* paraissait difficile. Afin d'éviter les rumeurs, nous étions convenu que si l'un des groupes était sur le point de faire une annonce importante, il avertirait l'autre une semaine à l'avance. En nous fondant sur les meilleurs calculs théoriques, nous avions prévu qu'environ une collision sur dix milliards produirait un quark *top*. Le détecteur doit être suffisamment sensible pour extraire ces événements rares des différentes sources de bruit de fond.

Dix ans durant, les collaborations CDF et DØ ont construit d'énormes instruments, avec des centaines de milliers de canaux électroniques, afin d'identifier la «signature» du *top*, c'est-à-dire la trace qu'il laisserait dans le détecteur. Le détecteur CDF suit avec précision les particules individuelles dans un champ magnétique (en vue de mesurer leurs quantités de mouvement). La détection avec DØ est fon-

dée sur un calorimètre segmenté, qui mesure avec précision l'énergie de chaque collision.

Aussitôt produits, le quark *top* et son antiparticule se désintègrent. Contrairement aux quarks *u* et *d*, qui sont stables, le quark *top* a une durée de vie d'un millionième de milliardième de milliardième de seconde (10^{-24} seconde). Le Modèle standard prédit que, si le quark *top* est suffisamment lourd, il se désintégrera presque toujours en un boson *W* et en un quark *b*. Ainsi, la création d'un quark *top* conduit à deux bosons *W*, un quark *b* et un antiquark *b*.

Malheureusement, ni les bosons *W* ni les quarks *b* ne sont observables directement. La durée de vie du boson *W* est analogue à celle du quark *top*. Le quark *b* est lui aussi instable, bien qu'ayant une vie moyenne plus longue que celle du *top*. En outre, des quarks isolés – ou «nus» – ne sont jamais observés : en raison de la force nucléaire forte qui lie les quarks, ceux-ci apparaissent toujours couplés à d'autres quarks ou à des antiquarks. Les quarks sont ainsi rassemblés par paires, nommées mésons, ou par triplets, nommés baryons (les protons et les neutrons, par exemple, sont des baryons). Lorsqu'un quark est créé lors d'une collision, il «s'habille» d'un nuage de quarks et d'antiquarks. On observe alors un jet de particules qui se meuvent à peu près dans la même direction que le quark originel.

