

soit responsable des 12 événements était d'environ un sur 400 seulement.

Nous avons donc approfondi l'analyse des 12 événements. Une étude cruciale consistait à essayer de «reconstruire» la masse du *top*. En additionnant les énergies des jets et des leptons émis par une éventuelle paire quark-antiquark *top*, nous devions déduire la masse du quark *top*. Si les événements provenaient bien d'une paire, les masses calculées pour les différents événements devraient avoir toutes la même valeur : la masse réelle du quark *top*. Les masses calculées se révélèrent proches, ce qui donnait une masse du quark *top* d'environ $175 \text{ GeV}/c^2$. Beaucoup d'entre nous furent alors convaincus que nous avions enfin détecté le quark *top*.

Nous pensions initialement écrire quatre articles, un pour chaque type d'analyse et un résumant les résultats. À la réunion suivante de notre groupe, ce que nous avons nommé entre nous le massacre d'octobre, les quatre équipes présentèrent les articles au reste de la collaboration. Les critiques furent sévères et justifiées, car les articles étaient incomplets et donnaient une image incohérente du travail. Nous avons abandonné l'idée de quatre articles, et un petit groupe (dont les deux auteurs) se mit à rédiger un article unique.

La conciliation des vues des 400 coauteurs fut un tour de force. En outre, alors que nous approchions du but, après quelques mois de travail, nous recevions des corrections de physiciens qui n'appartenaient pas à l'équipe CDF et qui n'auraient pas dû avoir le manuscrit. Après de nombreux débats, nous avons décidé de ne pas présenter les résultats comme une découverte, mais de signaler que nous avions une indication de l'existence du quark *top*. L'article fut soumis pour publication le 22 avril 1994, et la plupart d'entre nous pensaient que c'était un très bon article, le résultat d'un excellent processus démocratique que nous espérions ne jamais devoir renouveler.

Toutes les épreuves et la documentation furent dissimulés dans un sous-répertoire de l'ordinateur de notre secrétaire, mais cette protection fut inefficace car, juste avant l'annonce officielle, deux postdoctorants publièrent sur le réseau Internet un article théorique ironique. Sur la base d'une théo-

rie extravagante, ils «prédisaient» la masse du quark *top* – la valeur mesurée par CDF jusqu'à la dernière décimale – et proposaient leurs services par la même occasion.

L'aboutissement

Quelques jours après la soumission de l'article, nous avons organisé un séminaire et une conférence de presse au Laboratoire Fermi pour annoncer la découverte. L'équipe DØ présenta aussi ses résultats : leurs données, bien que cohérentes avec celles de CDF, ne fournissaient pas d'indice convaincant de l'existence de quarks *top*, sauf dans le cas d'un événement enregistré au début de leur campagne de mesure. Cependant, le groupe avait supposé une valeur faible de la masse du quark *top* et n'avait donc pas optimisé la recherche pour des valeurs élevées.

L'équipe DØ reprit alors ses analyses et trouva quelques signes de

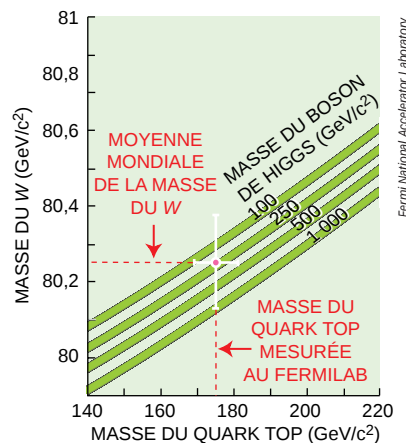
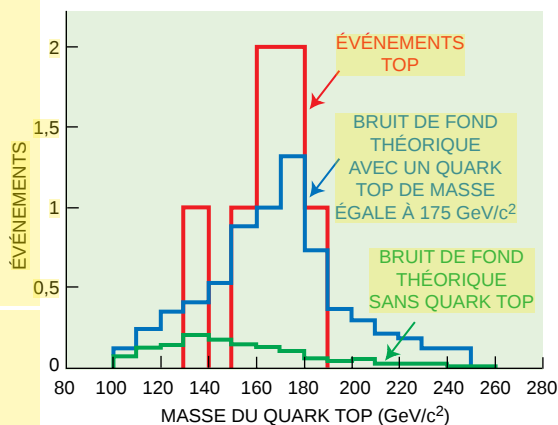
quark *top*. Entre-temps, les deux équipes collectèrent de nouvelles données, car nous avions besoin de deux fois plus d'événements pour confirmer la découverte. L'équipe CDF installa un nouveau détecteur de vertex au silicium, car le précédent avait été endommagé par irradiation. Nous avons mis au point de nouveaux algorithmes pour utiliser le détecteur de vertex dans la recherche d'événements *top*, mettant à profit notre expérience acquise. Lorsque suffisamment de données furent accumulées, le traitement révéla le quark *top* presque immédiatement.

Les présentations finales, le 2 mars 1995, montrèrent de façon convaincante que les détecteurs CDF et DØ avaient identifié des quarks *top*. Les deux équipes annoncèrent une probabilité combinée de moins d'une chance sur 500 000 pour que les événements retenus soient issus seulement du bruit de fond.

Aujourd'hui, nous avons enregistré plus de 100 événements où apparaît un quark *top*. Nous avons également entamé certaines recherches préliminaires de phénomènes au-delà du Modèle standard. La masse très élevée du quark *top* – la valeur actuelle est de $175,6 \text{ GeV}/c^2$ – suggère qu'il serait fondamentalement différent des autres quarks. Ainsi, la physique sous-jacente pourrait nous conduire au-delà du Modèle standard qui, malgré son succès, laisse de nombreuses questions ouvertes.

Dans le Modèle standard, la force faible, assurée par les bosons *W* et *Z*, et l'interaction électromagnétique, transmise par les photons, sont unifiées, aux très hautes énergies, en une seule interaction nommée électrofaible. Ces énergies existaient au début de l'Univers, mais le refroidissement de ce dernier nous montre les forces électromagnétique et faible sous des jours très différents. Le mécanisme de la brisure de leur symétrie initiale (ou découplage) est inconnu ; dans l'hypothèse la plus simple, elle serait provoquée par une particule, non encore découverte, nommée boson de Higgs.

À haute énergie, lorsque les forces électromagnétique et faible sont unifiées, les bosons *W* et *Z*, les photons, les leptons et les quarks sont tous de masse nulle. Aux énergies inférieures, lorsque la symétrie se brise, les bosons *W* et *Z* interagissent avec les



2. LA MASSE DU QUARK TOP calculée (en haut) à partir des 12 premiers événements identifiés par le détecteur CDF est voisine de $175 \text{ GeV}/c^2$. Malheureusement, la précision sur les masses du quark *top* et du boson *W* est insuffisante (en bas) pour prédire la masse de la particule de Higgs. Cette masse est comprise entre 100 à $1\,000 \text{ GeV}/c^2$.