

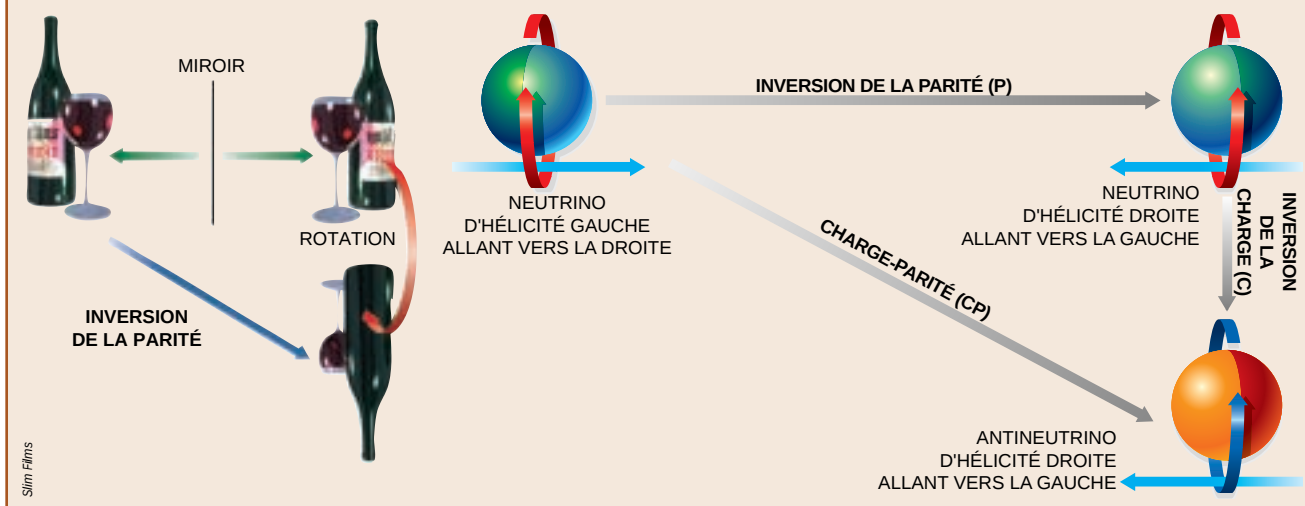
La conjugaison de charge et l'inversion de parité

L'étude des symétries est importante en physique. La conjugaison de charge (C) est l'opération qui inverse les signes des nombres quantiques, telle la charge électrique, et transforme ainsi une particule en son antiparticule. L'inversion de parité (P) correspond à une réflexion dans un miroir, puis à une rotation de 180 degrés autour d'un axe perpendiculaire au miroir. Cette opération inverse le sens de tous les vecteurs associés à un objet.

Les lois de la mécanique classique et de l'électromagnétisme

restent inchangées après chacune de ces deux opérations. Selon le Modèle standard de la physique quantique, l'interaction forte est également invariante. En revanche, l'interaction faible est modifiée par la conjugaison de charge ou par l'inversion de parité.

En 1964, des expériences ont montré que, contrairement à ce qui était admis, la combinaison des inversions de charge et de parité (symétrie CP) était violée. Les physiciens ont alors cherché pourquoi la nature est différente après une telle combinaison de symétries.



d'électrons ou de positrons à des énergies différentes, produirait un nombre élevé de collisions. Une telle machine, où le nombre de collisions serait élevé, a depuis reçu le nom d'usine asymétrique à mésons B.

En 1993, le ministère américain de l'Énergie et l'agence japonaise *Monbusho* ont approuvé deux projets de machines qui fabriqueraient environ 30 millions de paires de mésons B par an. Le projet américain, à Stanford, utilise le tunnel rectiligne qui existe déjà pour accélérer les électrons et les positons. Ces deux types de particules circuleront ensuite dans deux nouveaux anneaux, puis se heurteront en un point de croisement. La construction de cet accélérateur coûtera environ un milliard de francs. Le projet japonais, à Tsukuba, repose aussi sur l'emploi de tunnels existants : ceux qui abritaient autrefois le collisionneur *Tristan*.

Physiciens et ingénieurs mettent au point les détecteurs qui identifieront les rares désintégrations des mésons B liés à la symétrie CP. Ils utiliseront un détecteur au silicium du même type que ceux qui ont été utilisés pour la découverte du quark *top* (voir *La découverte du quark top*, par Tony Liss et Paul Tipton, *Pour la Science*, octobre 1997), qui permettra de mesurer la position

des particules avec une précision de 80 micromètres.

Le détecteur le plus interne de l'expérience américaine, nommé BABAR, sera placé au point de croisement des faisceaux d'électrons et de positons. Sa paroi interne, composée de silicium, formera un cylindre d'environ 30 centimètres de diamètre et de 60 centimètres de long. Les couches externes mesureront l'énergie, la vitesse et le pouvoir de pénétration de chaque particule créée. On reconstituera les événements originels à partir de ces mesures. Plus de 500 participants (dont nous-mêmes), provenant de 70 institutions de neuf nationalités différentes, construisent aujourd'hui ce détecteur et se partagent son coût de construction : 450 millions de francs (le réseau *World Wide Web*, utilisé par *Internet*, fut inventé au CERN pour faciliter les collaborations internationales de ce type).

L'expérience japonaise, nommée BELLE, est également une collaboration internationale. Ces deux usines à mésons B livreront probablement leurs premiers résultats dans les semaines à venir.

Les désintégrations de mésons B montreront sans doute d'autres types de violation CP, que le collisionneur et le détecteur de Cornell étudieront, une fois achevés les travaux en cours. Plusieurs expériences sur la physique des mésons B sont également menées dans divers accélérateurs de protons aux quatre coins du Globe ; ils fourniront des indices complémentaires sur la violation de la symétrie CP.

Ces usines à mésons B confirmeront-elles la validité du Modèle standard et aideront-elles à en déterminer les paramètres restants ? Ou bien réfuteront-elles ses prévisions ? Comprendrons-nous enfin pourquoi notre Univers est composé d'une majorité de matière ?

Helen QUINN travaille à l'Accélérateur linéaire de Stanford. Michael WITHELL est professeur à l'Université de Santa Barbara.

Richard FEYNMAN, *The Character*, MIT Press, 1965.

A. ZEE, *Fearful Symmetry : The Search*

for Beauty in Modern Physics, Macmillan Publishing, 1986.

Robert G. SACHS, *The Physics of Time Reversal*, University of Chicago Press, 1987.

Martin GARDNER, *The New Ambidextrous Universe : Symmetry and Asymmetry from Mirror Reflections to Superstrings*, W.H. Freeman and Company, 1990.