

tion de CP. Mais les physiciens voudraient en être plus sûrs. C'est pourquoi l'un des grands axes de la recherche actuelle en physique des particules est l'étude précise de nombreux modes mettant en jeu différents types de quarks afin de vérifier la validité de ce résultat.

Entamées par les expériences BELLE et BABAR, ces études vont se poursuivre avec encore plus de précision et en explorant les désintégrations d'autres mésons B dans le cadre de l'expérience LHCb, qui a démarré à la fin de 2009 au LHC, le grand collisionneur proton-proton dans le tunnel du CERN. Cette expérience est capable de sélectionner certaines désintégrations des mésons B parmi l'énorme lot produit chaque année (environ 1 000 milliards de

mésons B). Au cours de l'été 2010, environ 125 millions de mésons B ont déjà été produits et leurs désintégrations sont en cours d'analyse. L'extrême précision attendue pour ces mesures pourrait révéler des signes de phénomènes physiques inédits, non décrits par le modèle standard, par exemple dans le domaine de la violation de CP.

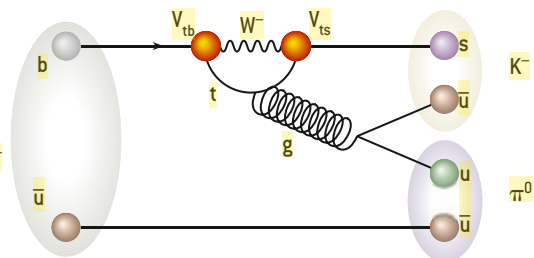
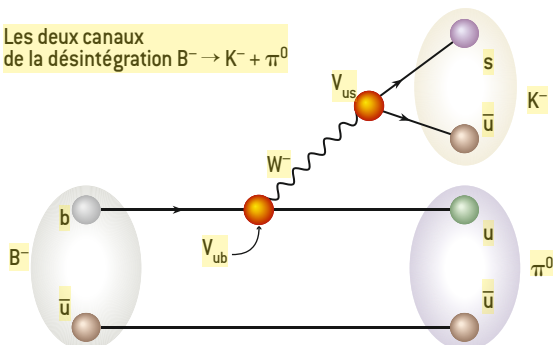
Ce qui précède concerne le secteur des mésons, c'est-à-dire des assemblages quark-antiquark prévus par le modèle standard. Qu'en est-il du secteur des baryons, c'est-à-dire des assemblages de trois quarks que ce modèle prévoit aussi ? Pourquoi les protons et les neutrons (des baryons) constituent-ils l'essentiel du contenu apparent de l'Univers, alors que

les antiprotons et les antineutrons (antibaryons) sont rarissimes ? C'est l'énigme de la baryogenèse. Ni les résultats de BELLE, ni ceux de BABAR, ni tout ce que nous avons compris jusqu'à présent sur l'origine de la violation de la symétrie CP ne suffisent à l'expliquer.

Afin de mieux percevoir l'étendue de ce problème, rappelons quelques éléments essentiels de l'histoire de la découverte de l'antimatière. Sa « naissance », purement théorique, a lieu en 1928. Cherchant à mettre au point un formalisme quantique compatible avec la théorie de la relativité restreinte pour décrire l'électron, le physicien Paul Dirac obtient une équation dont la résolution met en évidence deux fois plus de solutions

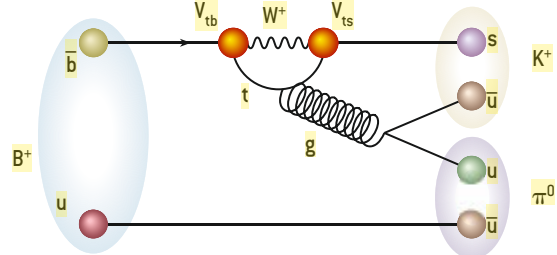
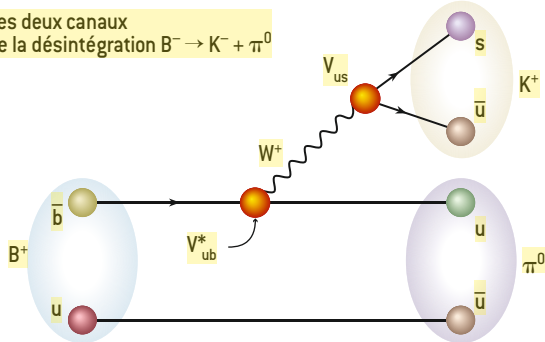
LA VIOLATION CP, UNE AFFAIRE D'INTERFÉRENCES

Les deux canaux de la désintégration $B^- \rightarrow K^- + \pi^0$



CP

Les deux canaux de la désintégration $B^+ \rightarrow K^+ + \pi^0$



Un processus de désintégration à deux canaux (ou voies possibles) est nécessaire pour faire apparaître la violation de la symétrie CP prédite par le schéma CKM du modèle standard. C'est le cas de la désintégration des mésons B^+ et B^- . La violation de CP se traduit par une différence entre la probabilité des désintégrations $B^- \rightarrow \pi^0 + K^-$ et celle des désintégrations $B^+ \rightarrow \pi^0 + K^+$. Les deux canaux du processus $B^- \rightarrow \pi^0 + K^-$ (en haut) et de son image par la transformation CP, le processus $B^+ \rightarrow \pi^0 + K^+$ (en bas), sont représentés ici en termes des quarks. Le nombre complexe V_{ub} , seul élément de la matrice CKM qui n'est pas un nombre réel, intervient dans le calcul de

la contribution du premier canal du processus $B^- \rightarrow \pi^0 + K^-$; il est associé à la transformation du quark b en quark u . Son complexe conjugué V_{ub}^* intervient dans le premier canal du processus $B^+ \rightarrow \pi^0 + K^+$ (les autres éléments V_{tb} , V_{ts} , V_{us} sont réels). Comme la probabilité de chaque processus s'obtient en additionnant les contributions des deux canaux et en prenant le carré du module de cette somme, une différence directement liée à la nature complexe de V_{ub} apparaît dans le calcul de la différence entre la probabilité de $B^- \rightarrow \pi^0 + K^-$ et celle de $B^+ \rightarrow \pi^0 + K^+$. La comparaison des deux processus s'apparente à un phénomène d'interférences.