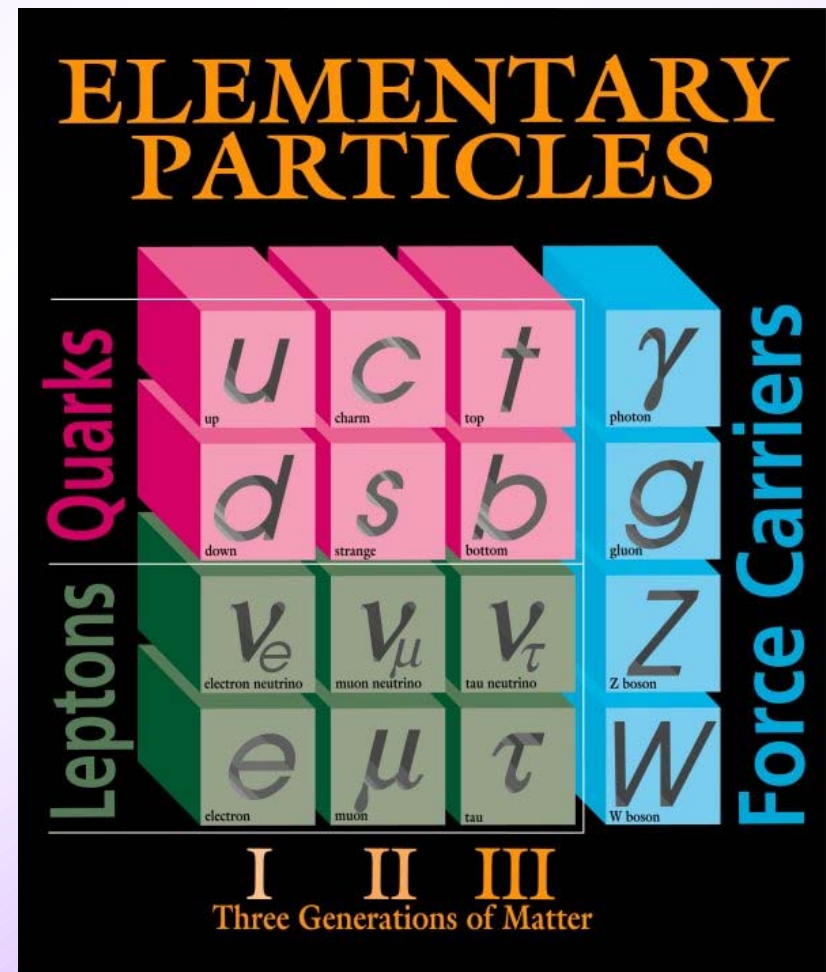


Mesures de précision en Physique des Particules

Les thèmes qui seront abordés aujourd'hui:

- La physique des quarks t (top) et b (beauté ou bottom)
- La violation des symétries CP et T

dans le Modèle Standard et au delà



Les mesures de précision et la nouvelle physique

Le Modèle Standard n'apporte pas toutes les réponses et le Higgs n'a pas encore été observé.

Les mesures de précisions sont utiles pour

- Contraindre la masse du Higgs
 - Ici : étude du top
- mettre en évidence la nouvelle physique en mesurant avec précision les paramètres du MS et les comparer à ses prédictions:
 - Étude des violations CP et T, ici:
 - B
 - neutrons
 - Mesure du plus grand nombre de paramètres possibles, ici:
 - Étude du top et du b

Pourquoi s'intéresser à la violation de CP ?

- **Observation** : la matière est dominante dans l'univers

- **Explication en cosmologie**: Une des trois conditions de la baryogénèse (Sakharov 1967) c'est la violation de la symétrie de Conjugaison de Charge et de Parité CP:

Dans cette symétrie une particule est transformée en son anti-particule avec une impulsion de signe opposé

- 1957 : ni C ni P ne sont conservées par l'interaction faible (désintégration β)
- 1964 : Première mesure de la violation de CP dans le système des Kaons.

En Physique des particules :

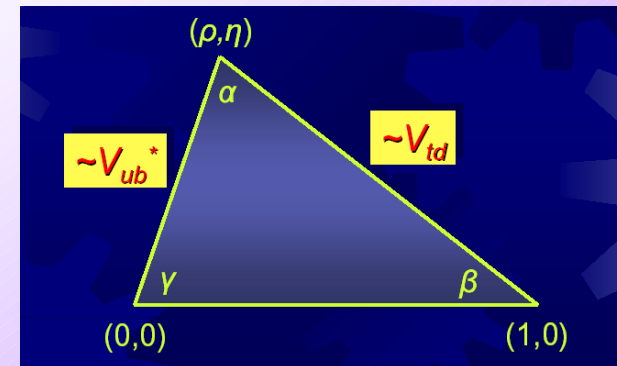
"Théorie": Modèle Standard (MS)

Avec 3 familles de quarks, on a construit une matrice pour décrire les proportions de couplage des quarks au W : c'est la matrice **CKM**.

$$\begin{pmatrix} V_{ud} & V_{us} & V_{ub} \\ V_{cd} & V_{cs} & V_{cb} \\ V_{td} & V_{ts} & V_{tb} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 - \frac{\lambda^2}{2} & \lambda & A\lambda^3(\rho - i\eta) \\ -\lambda & 1 - \frac{\lambda^2}{2} & A\lambda^2 \\ A\lambda^3(1 - \rho - i\eta) & -A\lambda^2 & 1 \end{pmatrix} + O(\lambda^4)$$

Pour la décrire complètement il suffit de 3 angles et une phase complexe. C'est la phase complexe qui décrit la violation de la **symétrie CP**.

Avec la condition d'unitarité de la matrice et quelques manipulations on aboutit au triangle d'unitarité (UT)



Nos objectifs :

- tester le MS en mesurant côtés et angles: donne accès à la phase CP représentée par la surface du triangle
- mettre en évidence si possible un effet non prédit par le MS i.e. de la Nouvelle Physique (NP)

Nos moyens :

- l' étude des quarks b et t, et à basse énergie celle de la désintégration du neutron

Mesures → Détecteurs

– CDF, D0 (FermiLab-USA)

- Collisionneur proton-anti-proton à 2 TeV: TEVATRON
 - » QCD, W, Z ...
 - » Etude du quark t (masse, sections efficaces, modes désintégration)
 - » éléments de la matrice CKM
 - » Higgs
 - » Recherche de nouvelle physique

– BaBar(SLAC-USA), Belle (KEK-Japon)

- Collisionneur électron-positron (PEPII); à la résonance $\Upsilon(4S) \rightarrow BB \rightarrow$
Usines à B (10.58 GeV)
 - » Modes rares de désintégrations des mésons B et violation de CP
 - » surcontraindre le UT et peut être mettre en évidence un effet de NP

– EDM, Violation de T (PSI-CH)

- Neutrons refroidis issus d'une source de spallation SUNS
 - » Mesure du moment électrique dipolaire du neutron
 - » Mesure de composantes transverses de la polarisation de l'électron issu de la désintégration du neutron

La Physique du Top

- **Mesure précise de la masse du Top :**
 - Paramètre fondamental du MS
 - permet de contraindre la prédiction de la masse du Higgs
 - Joue un rôle important dans la prédiction des corrections radiatives du MS (mesure de la masse du W, H)

- **Mesure de la section efficace $\bar{t}t$:**
 - Test de QCD: manifestation de la NP conditionnée toutefois par la précision des calculs de QCD

- **La production électrofaible du Top (single top)**
 - N'est pas encore mesurée, peut révéler des couplages anormaux, permet la mesure de V_{tb}

- **Présentations**
 - **Mathieu AGELOU : Production électrofaible du quark Top au Tevatron (D0) → single Top**
 - **Emmanuel BUSATO : Recherche de la production électrofaible du quark Top dans D0 → single Top**
 - **Jean-Roch Vlimant : Mesure de la section efficace de production $\bar{t}t$ au Tevatron (D0) → Nouvelle Physique?**

La Physique du B

- Plusieurs canaux pour la mesure de la **Violation de CP** cependant :
 - $B \rightarrow J/\psi K_s$: seule mesure précise
 - BaBar et BELLE sont en accord
 - La mesure confirme la prédiction du **MS**
 - mais est loin d'expliquer la prédominance de la matière dans l'univers.
 - $B \rightarrow \Phi K_s$
 - BELLE sont en désaccord avec le MS (à 2.7σ),
 - BaBar est en désaccord avec BELLE
 - NP??
 - plus de données ...
- NP: SUSY... limite par la luminosité
 - LHC avec le détecteur **LHCb**
 - Projets futurs (les super-Bfactories)
- **Présentations**
 - **Marie LEGENDRE : Etude de la violation de la symétrie CP dans les désintégrations $B^0 \rightarrow D^* \pi$ partiellement reconstruites , avec le détecteur BaBar \rightarrow mesure de la somme $2\beta+\gamma$**
 - **Arnaud ROBERT : Etude du canal $B \rightarrow 3 \pi$ dans LHCb \rightarrow mesure de α**

La Brisure de la symétrie T

- **Mesure précise du moment dipolaire électrique du neutron:**
 - Prédiction du modèle standard $\sim 10^{-31}$ e.cm
 - Si NP (SUSY...) sa valeur peut être plus grande
 - Repousser la limite actuelle qui est de 5×10^{-26} e.cm à 10^{-28} e.cm
- **Mesure des composantes transverses R et N de la polarisation de l'électron β :**
 - Si R est non nul alors il y a violation de T
- **Présentation**
 - **Pierre GOREL : Recherche d'effets caractérisant une violation de la symétrie en temps lors de la décroissance radioactive du neutron libre → violation de T**