

Le changement de saveur chez les fermions au LHC

- ❖ L'interaction faible par $W \Rightarrow$ **Changement de saveur de quarks** : $q \leftrightarrow q' \Rightarrow$ **Probabilité** décrite par l'élément $V_{qq'}$ de la matrice CKM
- ❖ Le LHC au CERN produit lors de collisions proton-proton de haute énergie de la matière hadronique \Rightarrow Permet d'étudier la physique relative aux quarks
- ❖ V_{ub} décrit la transition $u \leftrightarrow b \Rightarrow$ Mesure intéressante pour le LHCb qui est spécialisé dans la physique à quark b grâce à la géométrie de son détecteur
- ❖ La désintégration $B_s^0 \rightarrow K^- \mu^+ \nu_\mu$ sera le signal de l'analyse $\Rightarrow V_{ub}$ sera extrait de son taux de désintégration

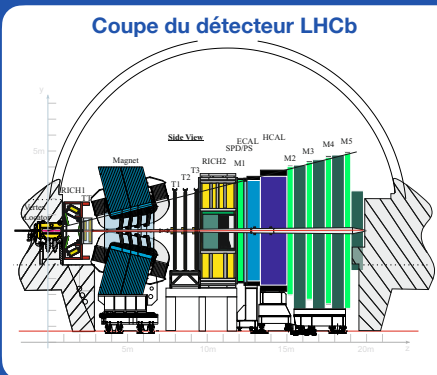
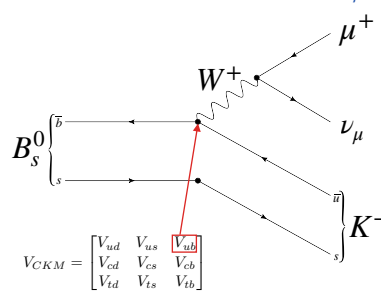
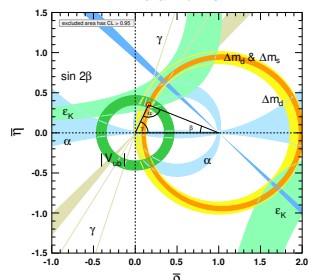


Diagramme de Feynman de la désintégration : $B_s^0 \rightarrow K^- \mu^+ \nu_\mu$

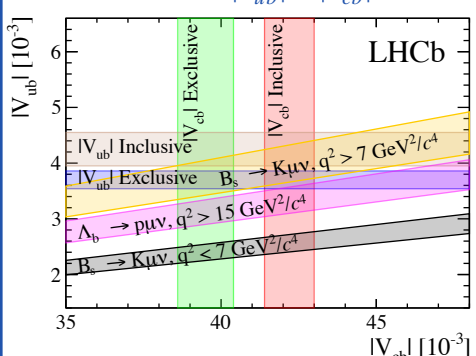


$$V_{CKM} = \begin{bmatrix} V_{ud} & V_{us} & V_{ub} \\ V_{cd} & V_{cs} & V_{cb} \\ V_{td} & V_{ts} & V_{tb} \end{bmatrix}$$

Contraintes de la matrice CKM sur le triangle d'unitarité



Mesures actuelles de $|V_{ub}|$ et $|V_{cb}|$ au LHCb



État et stratégie pour la mesure de V_{ub}

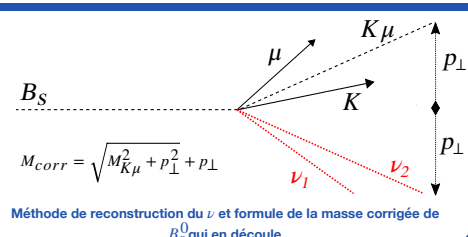
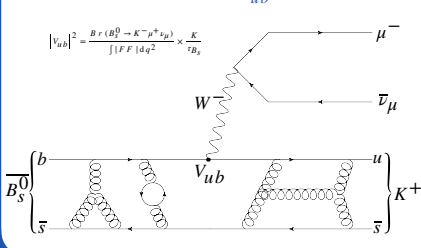
Importance de la mesure avec précision :

- ❖ Contrainte du **Triangle d'Unitarité** de la matrice CKM
- ❖ **Amélioration** de la précision sur l'élément CKM le moins connu
- ❖ Sonder la **Nouvelle Physique**
- ❖ Aider à résoudre la **tension** entre la mesure exclusive et inclusive

Stratégie de l'analyse :

- ❖ Désintégration décrite par des **facteurs de forme (FFs)** en fonction de $q^2 = (p_\mu + p_\nu)^2$ calculés avec **LCSR** (bas q^2) ou **LQCD** (haut q^2)
- ❖ **Fit** sur la masse de B_s^0 pour accéder à $Br(B_s^0 \rightarrow K^- \mu^+ \nu_\mu)$ et ensuite V_{ub}
- ❖ Pas de reconstruction de ν au LHC \Rightarrow **Masse** de B_s^0 obtenue avec une **technique de reconstruction semileptonique** à partir des produits de désintégration visibles $K\mu$

Diagramme de Feynman de $B_s^0 \rightarrow K^\pm \mu^\mp \nu_\mu$ et formule d'extraction de V_{ub}



Défis pour l'analyse

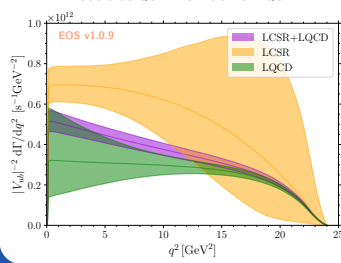
- ❖ La contribution théorique et expérimentale sont quasiment égales pour la précision de la mesure \Rightarrow **Incertitudes théoriques importantes**
- ❖ Utilisation de deux **modèles QCD théoriques** d'estimation des **facteurs de formes**, **LCSR** et **LQCD**, pour des régions différentes de $q^2 \Rightarrow$ Valeurs de V_{ub} différentes d'une région à l'autre
- ❖ Importante **contamination** du signal par des **bruits de fonds physiques** possédant un couple $K\mu$ dans le produit de désintégration \Rightarrow **Discrimination** des événements délicate
- ❖ Les **neutrinos** ne sont pas détectables au LHC \Rightarrow Méthode géométrique fournissant **deux reconstructions possibles** pour le neutrino \Rightarrow Problème pour l'estimation de q^2

Incertitudes sur la mesure de $|V_{ub}|/|V_{cb}|$ lors de Run 1

$$\begin{aligned} |V_{ub}|/|V_{cb}|(\text{low}) &= 0.0607 \pm 0.0015 (\text{stat}) \pm 0.0013 (\text{syst}) \pm 0.0008 (D_s) \pm 0.0030 (\text{FF}) \\ |V_{ub}|/|V_{cb}|(\text{high}) &= 0.0946 \pm 0.0030 (\text{stat}) \pm 0.0024 (\text{syst}) \pm 0.0013 (D_s) \pm 0.0068 (\text{FF}) \end{aligned}$$

Experimental Theoretical

Taux de désintégration de $B_s^0 \rightarrow K^\pm \mu^\mp \nu_\mu$ pour 2 modèles de QCD \Rightarrow LCSR et LQCD



Bruits de fonds physiques avec $K\mu$ dans le produit de désintégration

$$\begin{aligned} H_b \rightarrow H_c (\rightarrow K^\pm X) \mu^\mp X' \quad / \quad B^\pm \rightarrow c\bar{c} (\rightarrow \mu^\pm \mu^-) K^\pm X \\ B^0 \rightarrow J/\psi K^{*0} \quad / \quad B^0 \rightarrow K^\pm \pi^\mp \\ B_s^0 \rightarrow K^{*\pm} \mu^\mp \nu_\mu \quad / \quad B_s^0 \rightarrow K_0^{*\pm} (1430) \mu^\mp \nu_\mu \quad / \quad B_s^0 \rightarrow K_2^{*\pm} \mu^\mp \nu_\mu \end{aligned}$$

Modifications depuis la dernière mesure de V_{ub} par LHCb

Run 1 / 2012 / Collisions pp : 2fb^{-1} @ 7 TeV

Canal de Normalization : $B_s^0 \rightarrow D_s^- \mu^+ \nu_\mu$

Analyse sur **deux bins** $q^2 \lesssim 7 \text{ GeV}^2$

$|V_{ub}|/|V_{cb}|$ extrait

- ❖ Plus de statistique
- ❖ Concentration sur $|V_{ub}|$

Run 2 / 2016 \rightarrow 2018 / Collisions pp : $\sim 5.5\text{fb}^{-1}$ @ 13 TeV

Canal de Normalization : $B^+ \rightarrow J/\psi (\rightarrow \mu\mu) K^+$

Augmentation du nombre de bin q^2 à 8 – 10 bins

$|V_{ub}|$ extrait