

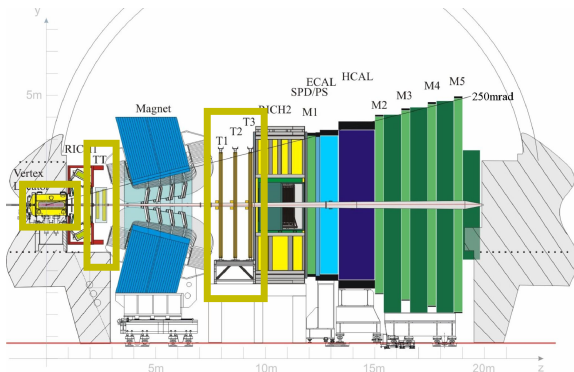
L'expérience LHCb au LHC

LHC Masterclasses

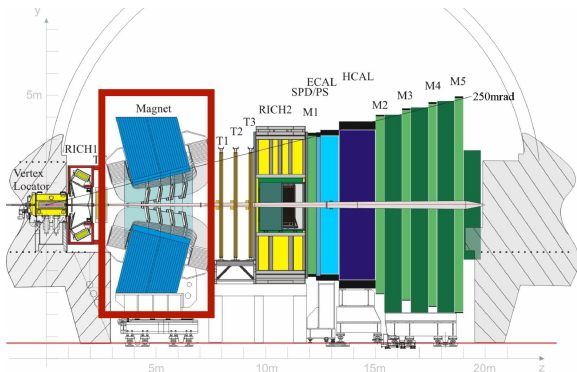
28 mars 2025

JF Marchand

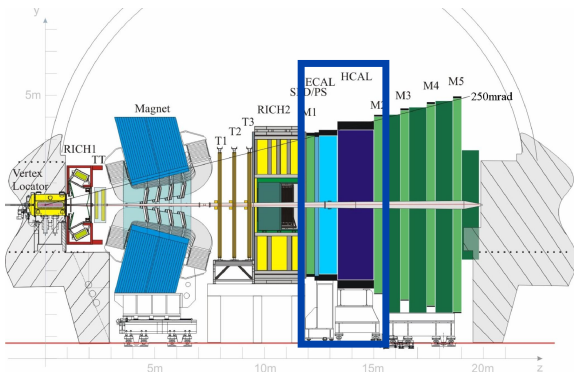
- Des centaines de particules sont créées à chaque collisions
- Pour chacune d'elle, on veut savoir:
 - La trajectoire → **détecteurs de traces** (pour les particules chargées)
 - L'impulsion → **champ magnétique** (pour les particules chargées)
 - L'énergie → **calorimètres**
 - La masse → **détecteurs de muons, effets cherenkov**



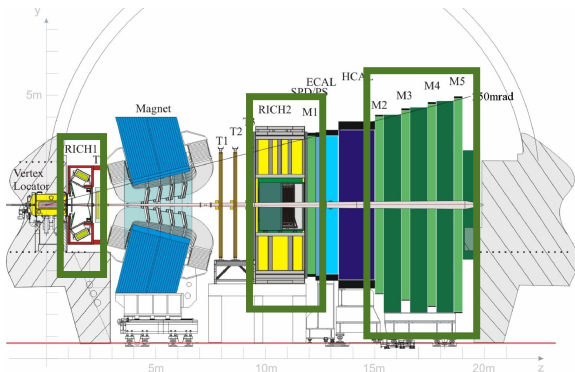
- Des centaines de particules sont créées à chaque collisions
- Pour chacune d'elle, on veut savoir:
 - La trajectoire → détecteurs de traces (pour les particules chargées)
 - L'impulsion → champ magnétique (pour les particules chargées)
 - L'énergie → calorimètres
 - La masse → détecteurs de muons, effets cherenkov

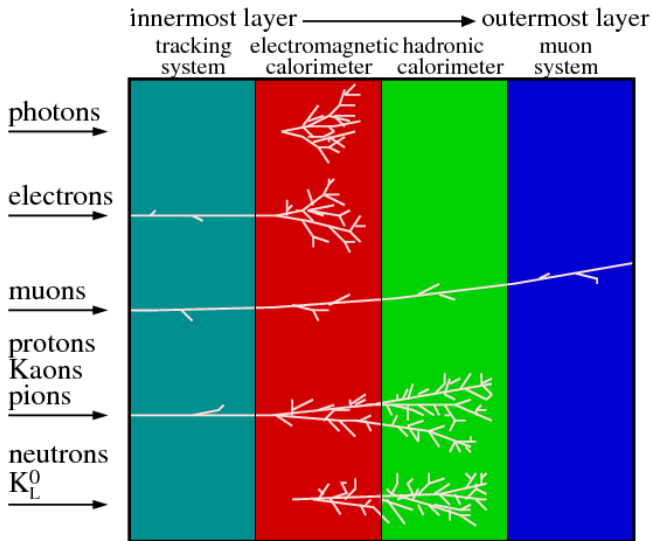


- Des centaines de particules sont créées à chaque collisions
- Pour chacune d'elle, on veut savoir:
 - La trajectoire → détecteurs de traces (pour les particules chargées)
 - L'impulsion → champ magnétique (pour les particules chargées)
 - L'énergie → calorimètres
 - La masse → détecteurs de muons, effets cherenkov

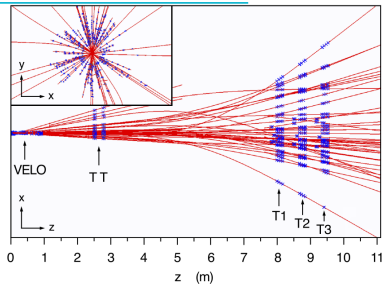
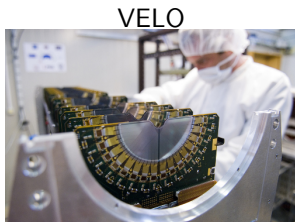


- Des centaines de particules sont créées à chaque collisions
- Pour chacune d'elle, on veut savoir:
 - La trajectoire → détecteurs de traces (pour les particules chargées)
 - L'impulsion → champ magnétique (pour les particules chargées)
 - L'énergie → calorimètres
 - La masse → détecteurs de muons, effets cherenkov



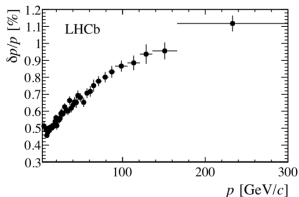


C. Lippmann – 2003

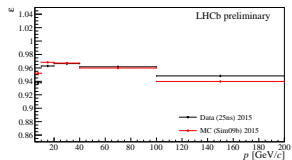


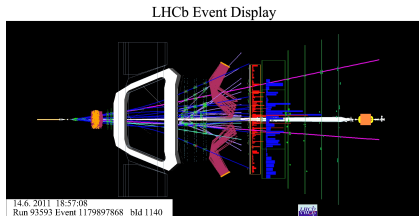
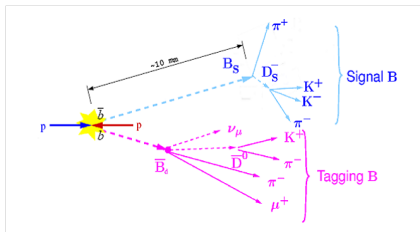
- Efficacité de reconstruction des traces: $\approx 96\%$
- Résolution sur l'impulsion: $\approx 0.5\%$

Résolution sur l'impulsion

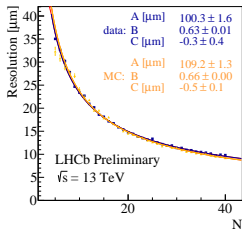


Efficacité de reconstruction des traces

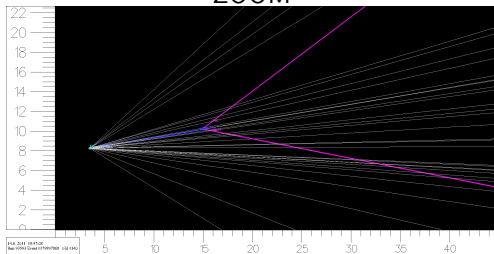




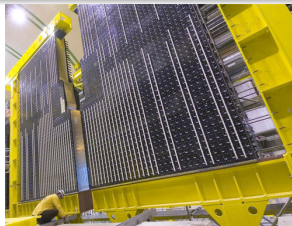
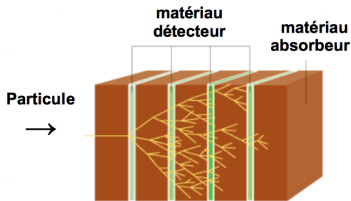
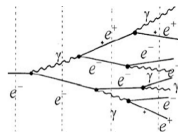
Résolution sur la position en z du vertex primaire



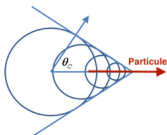
ZOOM



- La mesure de l'énergie des particules se fait dans des milieux très denses et instrumentés: les **calorimètres**
- **Mesure destructive**: Les particules y déposent toute leur énergie (sauf μ et ν)
- Sandwich de matériaux
 - **Absorbeurs**: Milieux denses où les particules interagissent
 - **Détecteurs**: Comptage de particules secondaires, signal proportionnel à la perte d'énergie
- **Calorimètre électromagnétique**: Stoppe les particules électromagn. (γ , e^\pm)
- **Calorimètre hadronique**: Stoppe les particules constituées de quarks (p , n , π)

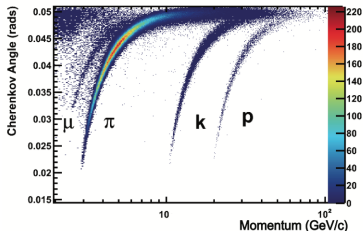
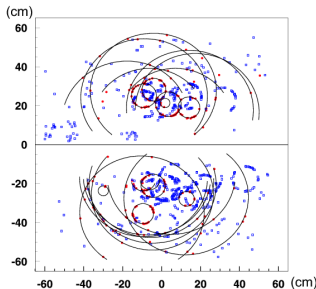
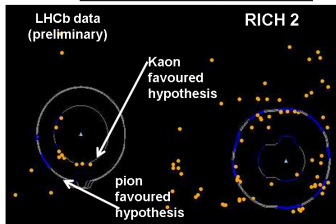


- **Effet Cherenkov:** Lorsqu'une particule va plus vite que la lumière dans un milieu d'indice n , elle émet des photons

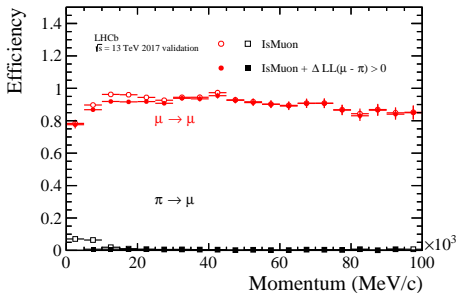
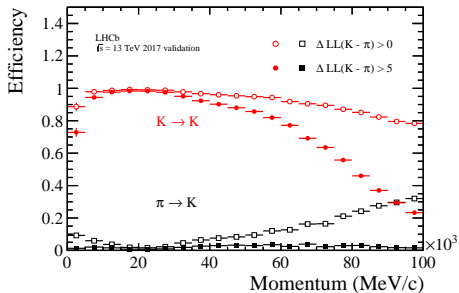


$$\theta_c = \cos^{-1} \left(\frac{1}{\beta n} \right) \text{ avec } \beta = v/c$$

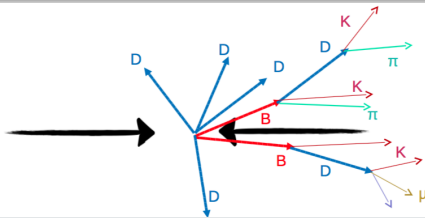
et
$$m^2 c^2 = \frac{1 - \beta^2}{\beta^2} p^2$$



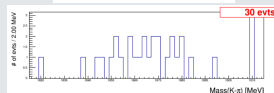
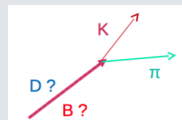
- **Non**, on est jamais sûr à 100% → **Mis-identification possible**
- L'efficacité d'identification peut être évaluée et dépend par exemple de l'impulsion de la particule



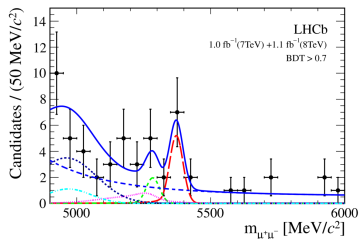
- On a identifié et mesuré toutes les particules stables
- Comment déterminer leur origine? Viennent-elles d'un B ? D'un D ?



- Avec les énergies et impulsions mesurées, on reconstruit des masses invariantes
- Exemple sur lequel vous travaillerez cet après-midi:
 - On cherche les paires de K et de π
 - On calcule la masse invariante de la paire $m_{K\pi}$
 - On place la masse sur un graphique en barre, chaque entrée correspond à une paire ($K\pi$)
 → **Il faut accumuler beaucoup d'évènements pour faire des mesures précises (statistique)**

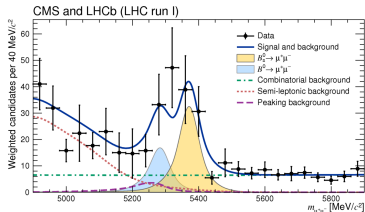


Recherche de $B_s^0 \rightarrow \mu\mu$ dans LHCb



Découverte du boson de Higgs
dans ATLAS

Et en combinant les résultats de LHCb et CMS



\Rightarrow 1^{ère} observation