
Calibration des calorimètres de CMS pour la reconstruction de flux de particules.

Résumé :

Les énergies des flux de particules dans le détecteur CMS sont mesurées à l'aide d'un calorimètre électromagnétique (ECAL) et d'un calorimètre hadronique (HCAL). Pour reconstruire les flux de particules dans le traqueur, il nous faut connaître au mieux l'énergie de la particule qui a engendrée ces dépôt d'énergies dans les calorimètres.

Pour se faire, j'ai développé durant ce stage des algorithmes qui, connaissant les énergies déposées dans les calorimètres pour un événement, lui prédisent une énergie de calibration (e_{calib}) qui se veut la plus proche possible de la vraie énergie en se basant sur des données d'entraînement simulées, c'est à dire un ensemble d'événements qui contiennent l'énergie déposée dans ECAL, dans HCAL et la vraie énergie, $(e_{cal}, h_{cal}, e_{true})$.

L'idée générale des différentes méthodes proposées est de modéliser ce nuage de points simulés $(e_{cal}, h_{cal}, e_{true})$, par une surface $e_{calib} = f(e_{cal}, h_{cal})$.

En première approximation, j'ai utilisé une régression linéaire, qui modélise grossièrement le nuage de point et qui met en avant des non-linéarités locales.

Pour prendre en compte les non-linéarités, j'ai maillé le plan (e_{cal}, h_{cal}) en petits carrés et j'ai moyenné les vraies énergies pour obtenir une énergie de calibrations par carré. Cependant, cette méthode de calibration fait apparaître des paliers et est trop dépendante de la répartition des données d'entraînement et de la taille arbitraire des carrés.

Pour lisser cette méthode précédente et enlever ces dépendances, j'ai donc cette fois-ci choisi de travailler en fonction des plus proches voisins : pour un couple (e_{cal}, h_{cal}) , l'énergie calibrée sera dépendante des vraies énergies de ces plus proches voisins.

Cette dernière idée fût la plus prometteuse et reste à être améliorée.



Mots clefs : *Calibration, Modélisation, Physique des particules*

Stage encadré par :

Colin Bernet colin.bernet@cern.ch

Bâtiment Paul Dirac

4, Rue Enrico Fermi

69622 Villeurbanne Cedex

Tél. : +33 (0) 4 72 44 84 57

19 juillet 2017

Table des matières

1 Introduction

2

DRAFT

1 Introduction

- annonce decouverte Higgs 2012 par ATLAS [1] et CMS[3].
 - Ces deux experiences generalistes, installees sur le LHC du CERN, sont toujours en place pour tenter de decouvrir de la nouvelle physique au dela du modele standard.
 - Les detecteurs ATLAS et CMS sont bases sur les meme principes.
 - structure cylindrique en couches placee autour du point d'interaction ou les collisions proton-proton sont realisees
 - but : determiner le type, l'energie et la direction des particules de l'etat final de la collision, pour pouvoir en mesurer les proprietes, et par exemple determiner si une nouvelle particule instable a ete produite.
 - description du detecteur et du comportement des differentes particules
- Pour suivre le flux de particule, le detecteur CMS [2] dispose :

- d'un champ magnétique, pour séparer les dépôts d'énergie du calorimètre des particules chargées et neutres dans les jets
- d'un traceur, pour reconstruire la trajectoire des particules chargées
- d'un calorimètre électromagnétique (ECAL), permettant de dégager des dépôts d'énergie à partir de particules dans des jets (hadrons chargés, hadrons neutres et photons) clairement séparés l'un de l'autre jusqu'à un jet p_T de l'ordre de 1 TeV. L'identification efficace du photon résultant, couplée à la résolution élevée de l'énergie ECAL, permet une excellente mesure d'environ 25% de l'énergie du jet
- Un calorimètre hadronique (HCAL) avec une segmentation grossière mais suffisante pour séparer les dépôts d'énergie hadron chargés et neutres dans des jets jusqu'à de 200 – 300GeV, ce qui permet de reconstruire les 10% restants de l'énergie du jet, bien qu'avec une modeste résolution
- Un système de suivi des muons, fournissant une identification, indépendamment des particules environnantes.

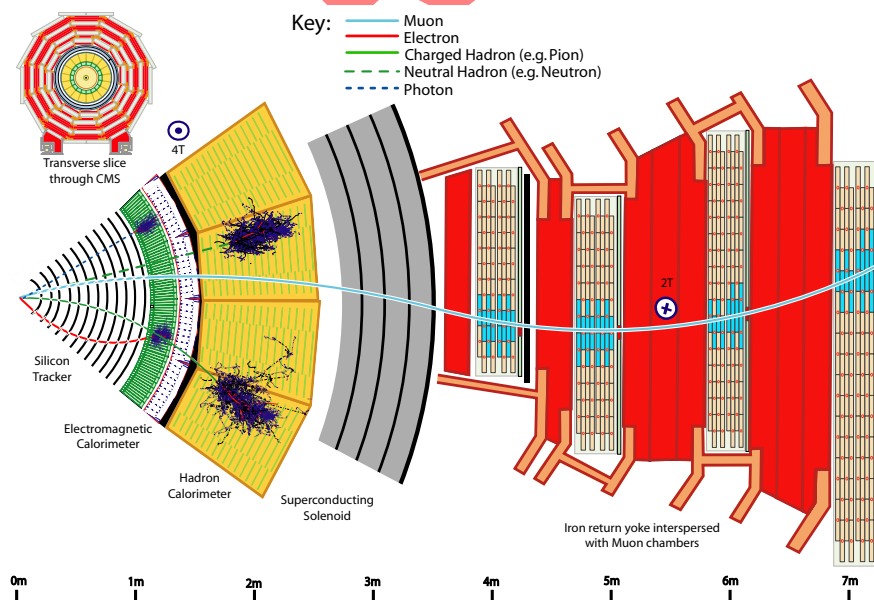


FIGURE 1 – Une esquisse des interactions spécifiques des particules dans une tranche transversale du détecteur CMS.

- expliquer comment on mesure les proprietes des differentes particules.
- hadrons neutres : detectes uniquement par les calorimetres
- expliquer en 1 ou 2 paragraphes le fonctionnement d'un calorimetre. rapport e/π , non linearite

- necessite d'une calibration
- une technique classique de calibration consiste a determiner l'energie calibree par une fonction lineaire de l'energie lue dans le ecal, et de l'energie lue dans le hcal. Cette technique et ses resultats sont presentes dans la section 2.
- ce rapport presente une nouvelle technique de calibration qui permet de prendre en compte la non-linearite des calorimetres. Cette technique est presentee dans la section 3.
- enfin, la section 4 presente une comparaison des deux methodes.

Le but de ce stage est de trouver une méthode de calibration des calorimètres hadroniques et électromagnétiques de CMS, c'est à dire, pour une particule qui va laisser un dépôt d'énergie h_{cal} , e_{cal} dans chacun des calorimètres, comment approximer sa vraie énergie e_{true} ?

Cette énergie dite énergie calibrée e_{calib} sera déterminée à l'aide de particules issues d'une simulation très précise (prenant en compte les défauts des calorimètres) qui serviront de données d'entraînement aux différents algorithmes que j'ai développés durant mon stage.

Le but final de cette calibration sera d'améliorer la reconstruction des flux de particules (particules flow).

DRAFT

Références

- [1] ATLAS Collaboration. Observation of a new particle in the search for the standard model higgs boson with the atlas detector at the lhc. *Physics Letters B*, 716(1) :1 – 29, 2012.
- [2] CMS Collaboration. The cms experiment at the cern lhc. *Journal of Instrumentation*, 3(08) :S08004, 2008.
- [3] CMS Collaboration. Observation of a new boson at a mass of 125 gev with the cms experiment at the lhc. *Physics Letters B*, 716(1) :30 – 61, 2012.

DRAFT