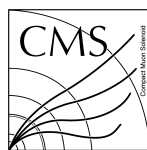

Une méthode de calibration non paramétrique pour les calorimètres de CMS.

Résumé :

DANS LE DÉTECTEUR CMS, L'ÉNERGIE DES HADRONS NEUTRES EST DÉTERMINÉE À PARTIR DE L'ÉNERGIE MESURÉE DANS LES CALORIMÈTRES ÉLECTROMAGNÉTIQUES (E_{ecal}) ET HADRINIQUES (E_{hcal}). UNE CALIBRATION EST CEPENDANT NÉCESSAIRE POUR ESTIMER L'ÉNERGIE VRAIE DU HADRON NEUTRE À PARTIR DE E_{ecal} ET E_{hcal} . DANS UN PREMIER TEMPS, J'AI UTILISÉ COMME CALIBRATION UNE FONCTION LINÉAIRE DE E_{ecal} ET E_{hcal} . ENSUITE, AFIN DE DÉCRIRE LA NON LINÉARITÉ DE LA MESURE DE L'ÉNERGIE, J'AI INVENTÉ UNE NOUVELLE MÉTHODE DE CALIBRATION NON PARAMÉTRIQUE.



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 |
| 2 | Régression Linéaire | 3 |
| 3 | Méthode non paramétrique binnée | 3 |
| 4 | Méthode des plus proches voisins | 3 |
| 4.1 | Moyenne pondérée | 3 |
| 4.2 | Nettoyage gaussien | 3 |
| 4.3 | Fit gaussien | 3 |
| 5 | Comparaison des méthodes | 3 |

DRAFT

1 Introduction

Après avoir permis la découverte expérimentale du boson de Higgs en 2012, les expériences généralistes ATLAS [1] et CMS [6] installées sur le LHC du CERN, sont toujours en place dans l'optique de découvrir de la nouvelle physique au delà du modèle standard.

Les détecteurs ATLAS et CMS sont basés sur les mêmes principes : cylindriques, ils sont constitués d'un ensemble de sous-détecteurs disposés en couches concentriques autour du point d'interaction. Les informations provenant de ces sous-détecteurs sont combinées pour déterminer le type, l'énergie ainsi que la direction des particules de l'état final de la collision, pour pouvoir mesurer les propriétés de celles-ci, et par exemple déterminer si une nouvelle particule instable a été produite.

Nous allons alors nous intéresser plus spécifiquement au détecteur CMS [5], celui-ci dispose :

- d'un champ magnétique, pour courber la trajectoire des particules chargées pour en mesurer la charge et l'impulsion
- d'un trajectographe, pour reconstruire la trajectoire des particules chargées
- d'un calorimètre électromagnétique (ECAL) [2, 4], constitué d'un cristal de tungstate de plomb, permettant de collecter des dépôts d'énergie de particules (hadrons chargés, hadrons neutres et photons).
- d'un calorimètre hadronique (HCAL) [3], composé de plusieurs couches d'absorbeur en laiton et de carreaux scintillateurs en plastique, avec une segmentation grossière
- de chambres à muons.

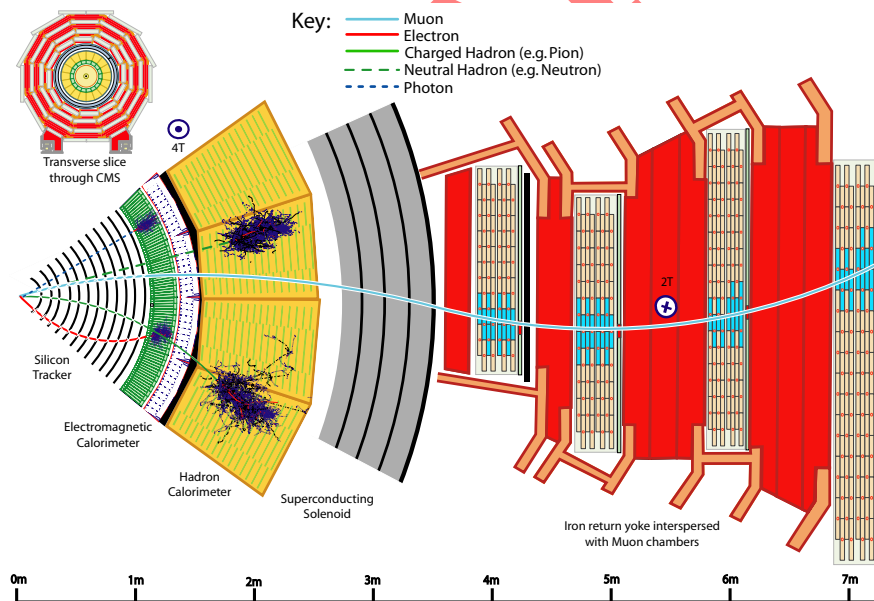


FIGURE 1 – Une esquisse des interactions spécifiques des particules dans une tranche transversale du détecteur CMS.

Détaillons alors le comportement des particules stables :

- e^+, e^- :
 - suivis dans le trajectographe
 - déposent leur énergie dans ECAL
- hadrons chargés :
 - suivis dans le trajectographe

- déposent leur énergie dans ECAL
- déposent leur énergie dans HCAL
- fin de course dans HCAL
- hadrons neutres :
 - déposent leur énergie dans le HCAL
 - fin de course dans HCAL
- μ^+, μ^- :
 - suivis dans le trajectographe
 - traversent ECAL, HCAL
 - chambre à muons

À noter que dans notre étude seuls les hadrons neutres nous intéressent.

Toutes ces informations vont permettre par la suite de reconstruire toute la décomposition qui s'effectue dans le détecteur, cette opération s'appelle le *Particle Flow (PF)*.

Cette complexité de détection, plus le fait que les dépôts d'énergies sont reliés aux sections efficaces des particules en mises en jeu font que la réponse des calorimètres n'est pas linéaire et que la somme des énergies dans les calorimètres ne correspond pas à l'énergie de l'événement incident, d'où la nécessité d'une calibration.

Une technique classique de calibration consiste à déterminer l'énergie calibrée par une fonction linéaire de l'énergie lue dans le ECAL et de celle lue dans le HCAL. Cette méthode sera présentée dans la section 2.

Ensuite, ce rapport présente de nouvelles techniques de calibration qui permettent de prendre en compte la non-linéarité des calorimètres. Ces techniques seront présentées dans les sections 3 et 4. Enfin, dans la section 5 nous comparerons ces méthodes.

2 Régression Linéaire

3 Méthode non paramétrique binnée

4 Méthode des plus proches voisins

4.1 Moyenne pondérée

4.2 Nettoyage gaussien

4.3 Fit gaussien

5 Comparaison des méthodes

Références

- [1] ATLAS Collaboration. Observation of a new particle in the search for the standard model higgs boson with the atlas detector at the lh. *Physics Letters B*, 716(1) :1 – 29, 2012.
- [2] CMS Collaboration. The cms electromagnetic calorimeter project : technical design report. *Technical Design Report CMS*, 1997. <https://cds.cern.ch/record/349375>.
- [3] CMS Collaboration. Cms : The hadron calorimeter technical design report. *Technical Design Report CMS*, 1997. <https://cds.cern.ch/record/349375>.
- [4] CMS Collaboration. Addendum to the cms ecal technical design report : changes to the cms ecal electronics. *Technical Design Report CMS*, 2002. <https://cds.cern.ch/record/349375>.
- [5] CMS Collaboration. The cms experiment at the cern lh. *Journal of Instrumentation*, 3(08) :S08004, 2008. <http://stacks.iop.org/1748-0221/3/i=08/a=S08004>.
- [6] CMS Collaboration. Observation of a new boson at a mass of 125 gev with the cms experiment at the lh. *Physics Letters B*, 716(1) :30 – 61, 2012.

DRAFT