

Chapitre X

Dispositif expérimental

Sommaire

1	Le LHC : <i>Large Hadron Collider</i>	1
1.1	Collisions de protons	1
1.2	Accélération de protons	1
1.3	Luminosité et nombre d'événements	1
1.4	L'empilement	1
1.5	Les expériences du LHC	1
2	L'expérience CMS : <i>Compact Muon Solenoid</i>	2
2.1	Vue d'ensemble et système de coordonnées	2
2.2	Le solénoïde	2
2.3	Le trajectographe ou <i>tracker</i>	2
2.4	Le calorimètre électromagnétique ou ECAL	2
2.5	Le calorimètre hadronique ou HCAL	2
2.6	Les chambres à muons	2
2.7	Prise de données à CMS	2
3	Événements simulés	3
3.1	Génération d'événements	3
3.2	Simulation du détecteur	3
4	Reconstruction des événements	3
4.1	L'algorithme de <i>Particle Flow</i>	3
4.2	Identification et reconstruction des particules	4
4.3	Objets de haut niveau	4
4.4	Énergie transverse manquante	4
5	Conclusion	4

1 Le LHC : *Large Hadron Collider*

1.1 Collisions de protons

1.2 Accélération de protons

1.3 Luminosité et nombre d'événements

1.4 L'empilement

1.5 Les expériences du LHC

Quatre grandes expériences sont présentes sur le LHC. Elles se situent chacune à un des points d'interaction de l'anneau afin d'étudier les collisions qui y sont produites.

ALICE [1], A Large Ion Collider Experiment, est une expérience conçue pour étudier le déconfinement des quarks et des gluons à l'aide de collisions d'ions lourds. Ces études permettent de mieux comprendre le fonctionnement de la chromodynamique quantique ou QCD.

ATLAS [2], A Toroidal LHC ApparatuS, est une expérience généraliste avec un éventail d'études très large, allant des mesures de précision des paramètres du modèle standard à la recherche de nouvelle physique.

CMS [3], Compact Muon Solenoid, est également une expérience généraliste dont les objectifs sont similaires à ceux d'ATLAS. Les détecteurs d'ATLAS et de CMS étant conçus différemment, ces deux expériences peuvent valider leurs résultats de manière indépendante.

LHCb [4], Large Hadron Collider beauty, se concentre sur l'étude de la violation de la symétrie CP avec le quark b , qui lui donne son nom. Cette expérience réalise également des mesures de précision de certains paramètres du modèle standard.

2 L'expérience CMS : Compact Muon Solenoïd

2.1 Vue d'ensemble et système de coordonnées

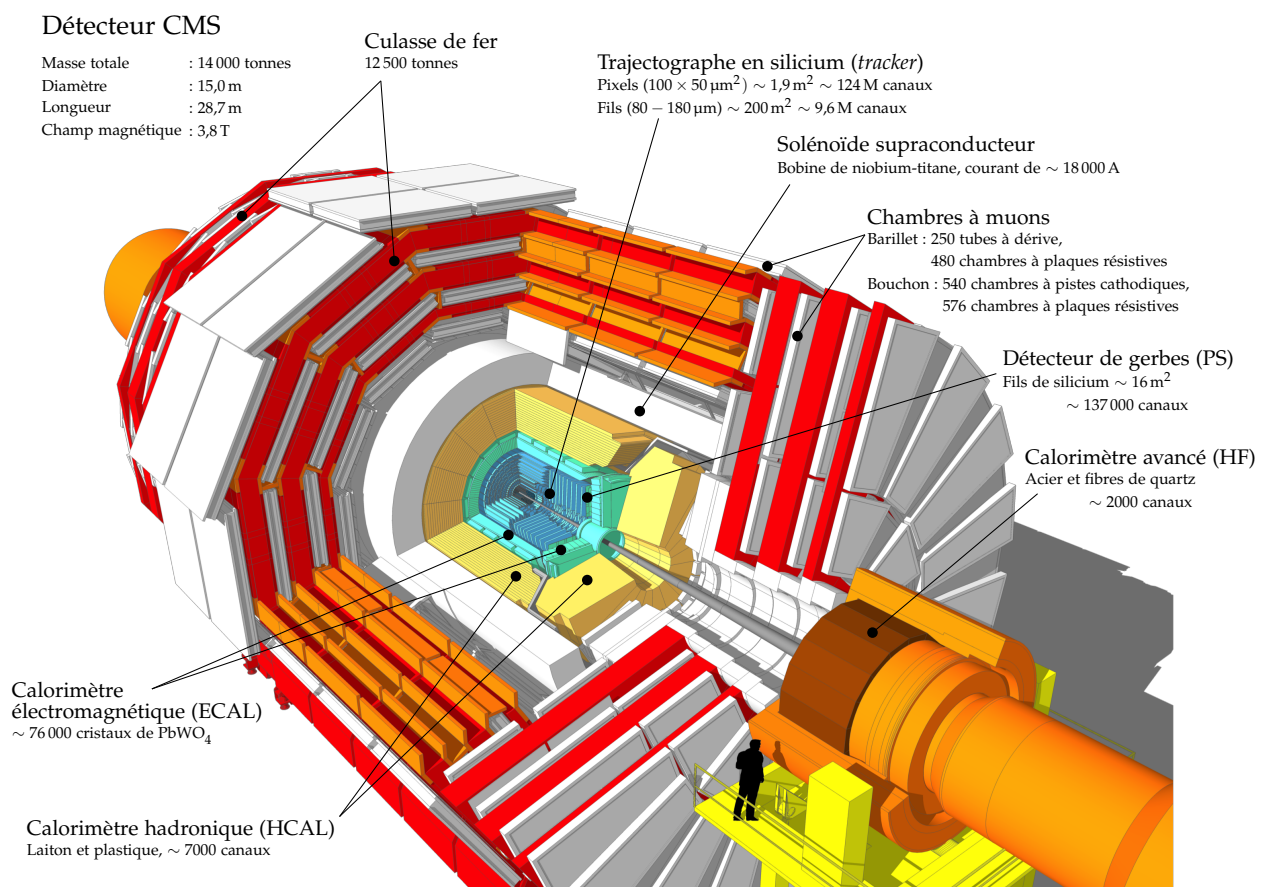


Figure X.1 – Vue éclatée du détecteur CMS [5].

2.2 Le solénoïde

2.3 Le trajectographe ou *tracker*

2.4 Le calorimètre électromagnétique ou ECAL

2.5 Le calorimètre hadronique ou HCAL

2.6 Les chambres à muons

2.7 Prise de données à CMS

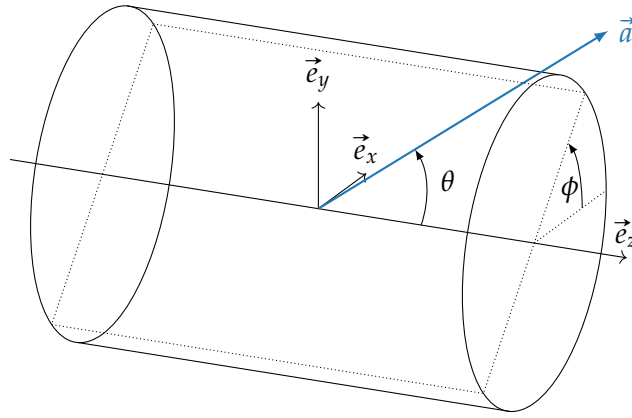


Figure X.2 – Système de coordonnées du détecteur CMS. L'axe x pointe vers le centre du LHC, l'axe y vers le haut ($\vec{g} \cdot \vec{e}_y < 0$) et l'axe z est aligné avec le faisceau tel que $(\vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$ forme un trièdre direct. L'angle entre le plan (\vec{e}_x, \vec{e}_z) et (\vec{a}, \vec{e}_z) est ϕ , défini dans le plan (y, z) à partir de l'axe x . L'angle entre la direction \vec{a} et \vec{e}_z est θ .

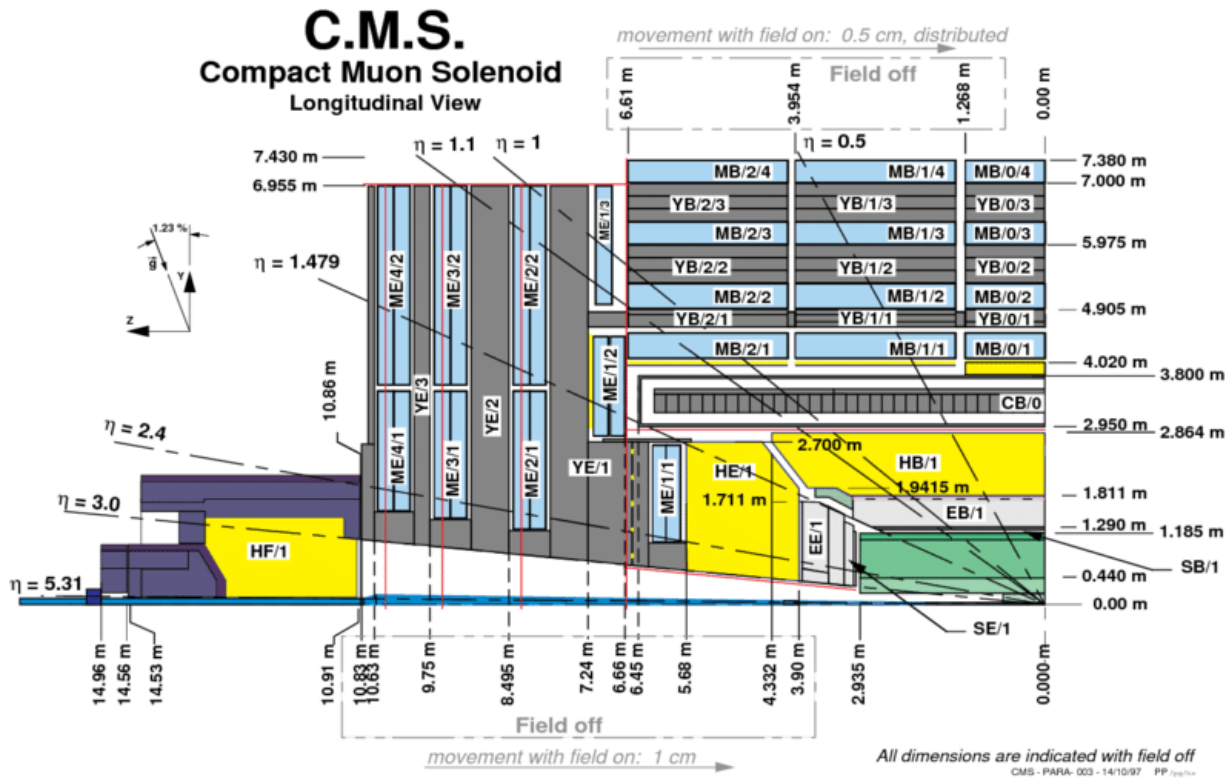


Figure X.3 – Vue longitudinale d'un quadrant du détecteur CMS [6]. Les directions correspondant à quelques valeurs de pseudo-rapacité sont illustrées et des mesures de distances par rapport au centre du détecteur, lieu des collisions, sont indiquées. Le sol de la caverne présente une inclinaison de 1,23 % par rapport à la direction de la gravité locale \vec{g} , ce que montre le schéma à gauche.

3 Événements simulés

3.1 Génération d'événements

3.2 Simulation du détecteur

4 Reconstruction des événements

4.1 L'algorithme de *Particle Flow*

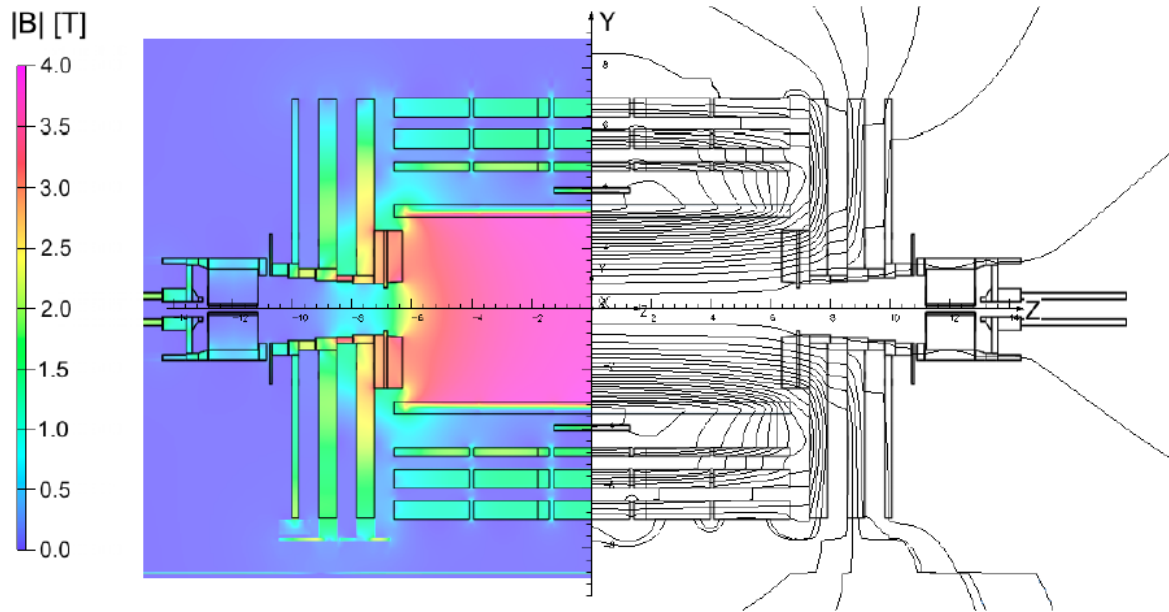


Figure X.4 – Valeurs de la norme du champ magnétique (à gauche) et lignes de champ (à droite) prédites dans la section longitudinale du détecteur CMS avec une valeur du champ centre de 3,8 T [7]. Entre deux lignes de champ, l'écart est de 6 Wb.

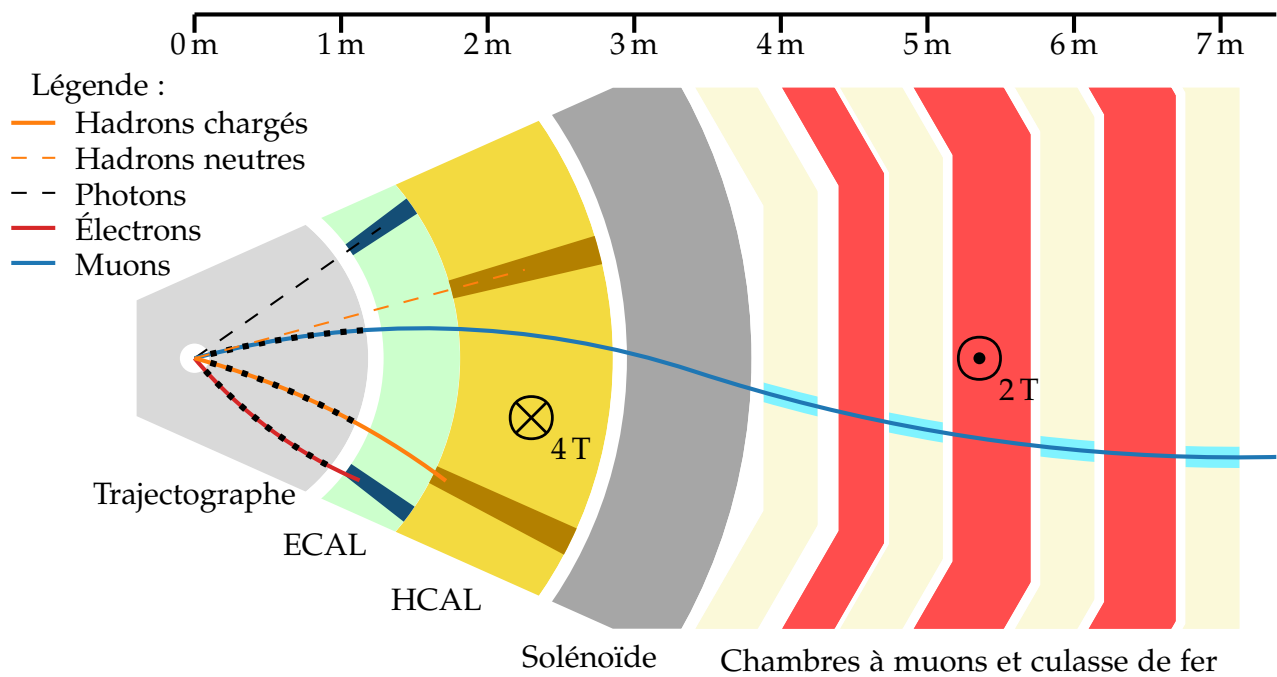


Figure X.5 – Coupe transverse schématique du détecteur CMS et signaux caractéristiques laissés par les particules.

4.2 Identification et reconstruction des particules

4.3 Objets de haut niveau

4.4 Énergie transverse manquante

5 Conclusion

Références

- [1] The ALICE Collaboration. « The ALICE experiment at the CERN LHC. A Large Ion Collider Experiment ». *Journal of Instrumentation* **3**.S08002 (2008). DOI : [10.1088/1748-0221/3/08/S08002](https://doi.org/10.1088/1748-0221/3/08/S08002). URL : <http://cds.cern.ch/record/1129812>.
- [2] The ATLAS Collaboration. « The ATLAS Experiment at the CERN Large Hadron Collider ». *Journal of Instrumentation* **3**.S08003 (2008). DOI : [10.1088/1748-0221/3/08/S08003](https://doi.org/10.1088/1748-0221/3/08/S08003). URL : <http://cds.cern.ch/record/1129811>.
- [3] The CMS Collaboration. « The CMS experiment at the CERN LHC. The Compact Muon Solenoid experiment ». *Journal of Instrumentation* **3**.S08004 (2008). DOI : [10.1088/1748-0221/3/08/S08004](https://doi.org/10.1088/1748-0221/3/08/S08004). URL : <http://cds.cern.ch/record/1129810>.
- [4] The LHCb Collaboration. « The LHCb Detector at the LHC ». *Journal of Instrumentation* **3**.S08005 (2008). DOI : [10.1088/1748-0221/3/08/S08005](https://doi.org/10.1088/1748-0221/3/08/S08005). URL : <http://cds.cern.ch/record/1129809>.
- [5] T. SAKUMA. *3D SketchUp images of the CMS detector*. CMS Document Database. Sept. 2018. URL : <https://cms-docdb.cern.ch/cgi-bin/PublicDocDB/ShowDocument?docid=13631>.
- [6] P. ARCE & coll. « The network of photodetectors and diode lasers of the CMS Link alignment system ». *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research* **A896** (2018), p. 1-23. DOI : [10.1016/j.nima.2018.04.004](https://doi.org/10.1016/j.nima.2018.04.004). URL : <http://cds.cern.ch/record/2637152>.
- [7] The CMS Collaboration. « Precise mapping of the magnetic field in the CMS barrel yoke using cosmic rays ». *Journal of Instrumentation* **5** (mar. 2010). DOI : [10.1088/1748-0221/5/03/t03021](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/t03021). URL : <http://dx.doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03021>.

