



## HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES

Date de la soutenance : **18 mars 2020**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Sébastien VIRET**

Titre de la thèse : « Le LHC vu des cuisines : de LHCb à CMS, en passant par ATLAS »



### Résumé

Depuis mon arrivée au CNRS en 2007, mon activité s'inscrit dans le développement et l'exploitation des résultats des expériences ATLAS et CMS, deux détecteurs de particules actuellement en fonctionnement au CERN à Genève. Ils sont installés auprès du grand collisionneur de hadrons (LHC), l'accélérateur de particules le plus puissant jamais construit. Les deux principaux objectifs d'ATLAS et CMS sont:

- **Comprendre** l'origine de la masse en établissant l'existence du boson de Higgs. Ce premier objectif a été atteint en 2012.
- **Observer** la matière avec un grossissement jamais atteint jusqu'à présent pour rechercher des phénomènes nouveaux ou des objets inconnus. On suppose en effet que le modèle standard est une théorie effective, valable jusqu'à une énergie de l'ordre du TeV ( $10^{12}$  electron-Volts). Au-delà, de nouveaux phénomènes sont attendus. Leur observation permettrait de commencer un nouveau chapitre de notre discipline, et de préparer le terrain pour de futures expériences.

ATLAS et CMS sont de complexes assemblages permettant de détecter et de mesurer les propriétés (charge électrique, quantité de mouvement, énergie) des particules créées lors de la collision des protons circulant dans le LHC. Chacun de ces gigantesques détecteurs contient environ 100 millions de cellules de détection indépendantes.

Le manuscrit est essentiellement consacré à mes activités au sein de la collaboration CMS que j'ai rejoint en 2010. Je reviens également brièvement, dans la première partie, sur mes travaux au sein des collaborations ATLAS (2007-2010) et LHCb (2005-2007).

Depuis 2011 mon travail est essentiellement axé autour de la remise à niveau de cette expérience en vue de la montée en puissance du LHC en 2026. Une adaptation du collisionneur et des détecteurs est en effet nécessaire pour pouvoir collecter encore 10 fois plus de données de collisions: c'est le projet HL-LHC.

L'IP2I est fortement impliqué dans ce projet, et en particulier dans le remplacement complet du trajectographe. Le défi principal de ce futur détecteur est de répondre à la question suivante: comment extraire et analyser rapidement des quantités énormes de données? La réponse implique deux tâches distinctes: pour extraire les données, il faut construire un nouveau détecteur; pour les analyser, il faut développer un nouveau système de reconstruction de traces en temps réel. L'extraction des données nécessite le développement d'un ASIC dédié installé sur chacun des modules de détection: le concentrateur (CIC). Je suis responsable de ce projet dans CMS depuis 2013. Quand à l'analyse des données extraites, j'ai pris part jusqu'en 2017 à la mise en oeuvre d'un système de reconstruction rapide basé sur des mémoires associatives.

Mes activités concernant le CIC sont décrites en détails dans la deuxième partie du manuscrit, le système de reconstruction de traces rapide est quant à lui abordé dans la troisième partie.