

## Ecole Doctorale des Sciences Fondamentales

### SUJET DE THESE

**Titre de la thèse : Recherche de signatures de nouvelle physique dans les données de du détecteur ATLAS à l'aide de méthodes de Machine Learning non supervisées**

Directeur de thèse : Julien Donini

Unité de rattachement : Laboratoire de Physique de Clermont

Equipe : ATLAS

Etablissement de rattachement : UCA

Courriel et téléphone : [julien.donini@cern.ch](mailto:julien.donini@cern.ch)

Co-encadrant éventuel : Samuel Calvet

Unité de rattachement : Laboratoire de Physique de Clermont

Etablissement de rattachement : UCA / CNRS / IN2P3

### Résumé :

Notre compréhension de l'infiniment petit s'appuie sur le Modèle Standard de la physique des particules. Bien que remarquablement performant, ce modèle ne peut cependant qu'être une approximation d'une théorie plus complète qu'il reste à identifier. Depuis 2009, à l'aide des données exceptionnelles produites par le collisionneur LHC (Large Hadron Collider), de nombreuses théories alternatives ont pu être testées et sans qu'apparaissent de preuves de leurs validités.

Dès lors, il devient intéressant d'investiguer une autre piste, à savoir la recherche d'anomalies. Il est en effet possible que les données contiennent des traces de nouvelles particules qui n'auraient pas été recherchées car aucune théorie ne les avait prédites.

L'essor récent du Machine Learning (ML) permet la mise en place d'algorithmes autorisant l'automatisation rapide de la recherche d'anomalies. Cette thèse se propose d'utiliser ces outils, et plus particulièrement les algorithmes développés au sein de l'équipe ATLAS du Laboratoire de Physique de Clermont [1] pour effectuer une recherche d'anomalies dans les données collectées par le détecteur ATLAS auprès du LHC [2].

## Ecole Doctorale des Sciences Fondamentales

Les algorithmes actuels, reposant essentiellement sur des réseaux de neurones artificiels, ont montré leurs performances sur des données simulées. Les défis à relever sont maintenant de prouver qu'on peut les adapter sur des données réelles sans introduire de biais, et afin d'identifier et de caractériser les potentielles anomalies qui pourraient être mises en évidence.

[1] <https://atlas-clermont.web.cern.ch>

[2] <https://atlas.cern/>

### Critères de sélection des candidats

Pour cette thèse de solide connaissances en physique des particules expérimentale et dans les techniques modernes de Machine Learning sont nécessaires. Le candidat.e devra également avoir des compétences en informatique (pratique du langage python, notions de C++) et en analyse statistique.

Le candidat.e sera classé.e sur la base des critères suivants: cursus d'études et expérience de la recherche, adéquation scientifique au sujet proposé, lettres de recommandation, capacité à travailler en équipe dans un milieu international, colloque.

La thèse de doctorat devra se dérouler à Clermont-Ferrand avec la possibilité de déplacements réguliers au CERN. Une bonne maîtrise de la langue anglaise est requise.

### L'équipe ATLAS Clermont

L'équipe ATLAS du LPC fait partie des membres fondateurs de la collaboration ATLAS et a toujours eu une importante contribution au calorimètre à tuiles scintillantes hadronique (TileCal), ainsi qu'à des analyses de physique, notamment en relation avec le quark top.

L'équipe ATLAS Clermont est également active sur les upgrades du détecteur ATLAS pour la phase 2 du HL-LHC, depuis plusieurs années maintenant dans TileCal et depuis 2018 dans HGTD (High Granularity Timing Detector).

L'équipe s'est spécialisée dans la recherche de la nouvelle physique dans les états finaux contenant un ou plusieurs quarks top (résonances  $t\bar{t}$ , résonances  $t\bar{t}b$ ) et a également contribué de manière significative à la recherche de la production associée d'un boson de Higgs et d'une paire de quarks top ( $t\bar{t}h$ ), qui a été observée en 2018. En outre l'équipe a initié puis mené dans ATLAS la recherche d'événements contenant quatre quarks top, une signature extrêmement complexe finalement observée en 2020.