

---

# Supersymétrie et outils Monte Carlo de précision au LHC

DIRECTEURS DE THESE : DANIEL BLOCH ET BENJAMIN FUKS  
INSTITUT PLURIDISCIPLINAIRE HUBERT CURIEN (IPHC)  
23 RUE DU LOESS, BP 28, 67037 STRASBOURG CEDEX  
TEL : 03 88 10 62 62 ; E-MAIL : [daniel.bloch@ires.in2p3.fr](mailto:daniel.bloch@ires.in2p3.fr)  
TEL : 03 88 10 62 28 ; E-MAIL : [benjamin.fuks@ires.in2p3.fr](mailto:benjamin.fuks@ires.in2p3.fr)

Les simulations Monte Carlo joueront un grand rôle dans le cadre du LHC, notamment dans l'optique de mise en évidence de physique au-delà du Modèle Standard. En effet, ces dernières donnent des prédictions raisonnables pour les formes des distributions qui peuvent ensuite être ajustées, dans une certaine mesure, aux données. D'un autre côté, des prédictions précises pour la normalisation et la forme des distribution, incluant si possible une estimation des incertitudes, sont parfois nécessaires pour certains types de signaux afin de pouvoir revendiquer une bonne compréhension des données et un contrôle correct des détecteurs. De plus, ces calculs de précision sont obligatoires pour l'extraction des paramètres libres de toute théorie de nouvelle physique, et plus spécialement afin de pouvoir différencier les nombreuses théories existantes.

Les activités de développement d'outils de simulation ont été très intenses ces dernières années. Des générateurs d'événements automatisés ont permis de résoudre le problème de l'automatisation des calculs à l'arbre pour de nombreuses classes de théories renormalisables. D'un autre côté, le développement de la plateforme FeynRules a permis l'implémentation directe de n'importe quel modèle de nouvelle physique dans certains de ces générateurs. Très récemment, des progrès significatifs ont également été achevés en ce qui concerne l'automatisation des calculs à l'ordre sous-dominant, comme la dérivation automatique des termes de soustraction ou le développement d'algorithmes propres aux calculs à boucles. Des procédures de matching avec les algorithmes de parton showering et les modèles d'hadronisation ont également été validées, à la fois pour les générateurs d'éléments de matrice à l'ordre dominant et ceux (non automatisés) à l'ordre sous-dominant.

Les outils Monte Carlo (non automatisés) de précision ne contiennent aucune implémentation de théories au-delà du Modèle Standard, mis à part quelques exceptions comme des bosons de jauge supplémentaires. Dans ce projet, nous allons nous concentrer sur le Modèle Standard Supersymétrique Minimal, la recherche des particules supersymétriques étant l'un des points principaux du programme expérimental du LHC au CERN. Nous implémenterons dans MC@NLO et POWHEG les processus liés à la production de particules supersymétriques, ces deux outils/méthodes permettant d'effectuer un matching entre les éléments de matrice à l'ordre sous-dominant et les algorithmes de parton showering et d'hadronisation. Au fur et à mesure de l'achèvement du projet, des applications phénoménologiques liées aux activités du groupe CMS de Strasbourg seront effectuées.

Les calculs effectués pourront également servir de référence pour la validation des futurs outils Monte Carlo automatisés de précision qui seront prochainement disponibles. En effet, la richesse des théories supersymétriques (contenu en champs, ...) permettront de tester un grand nombre de structures différentes n'apparaissant pas forcément dans d'autres théories au-delà du Modèle Standard.