

DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT

(Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : **07 décembre 2023**

Nom de famille et prénom de l'auteur : **Monsieur PALMIOTTO Marco**

Titre de la thèse : « *Scenarios de nouvelle physique pour la matière noire* »



Résumé

La question de la nature de la matière noire est un sujet important à la fois en physique des particules et en cosmologie. Pendant des décennies, le scénario de nouvelle physique (NP) le plus étudié offrant un candidat à la matière noire a été l'extension supersymétrique minimale du modèle standard (MSSM), pour lequel plusieurs logiciels ont été développés pour calculer les observables de la matière noire. Cependant, jusqu'à présent, aucune particule supersymétrique n'a été découverte dans les expériences de physique des particules, et d'autres scénarios de NP méritent d'être étudiés. Dans ce contexte, le logiciel SuperIso Relic, qui vise à étudier les observables de la matière noire dans le modèle cosmologique standard et dans des scénarios cosmologiques alternatifs, a jusqu'à présent été axé sur le MSSM et le NMSSM, et est en cours de développement afin d'étudier d'autres scénarios de NP. Pour atteindre cet objectif, il a besoin d'une nouvelle manière de gérer le calcul des éléments de matrice, car il repose sur un code FormCalc auto-généré, qui n'est donc pas conçu pour être généralisé.

Un effort dans la direction de la généralisation et de l'automatisation des calculs a déjà été réalisé grâce au développement du code MARTY, qui permet le calcul automatique des amplitudes, des sections efficaces et des coefficients de Wilson dans une grande variété de modèles de NP jusqu'au niveau des boucles. Cependant, une étape supplémentaire est nécessaire, afin de calculer les observables de la matière noire, telles que la densité relique de la matière noire, qui peut impliquer des milliers d'amplitudes de diffusion.

Dans ce travail, nous présentons le package DarkPACK, qui permet de générer automatiquement une bibliothèque numérique d'amplitudes de diffusion pour calculer les observables de la matière noire tels que la densité relique, et qui est interfacé avec SuperIso Relic v4.1. Avec DarkPACK, nous proposons un outil capable de gérer par lui-même toutes les étapes, de la définition du modèle, à la génération de la somme des amplitudes au carré, et au calcul des observables liées à la matière noire. DarkPACK se veut exhaustif, dans le sens où nous évitons les étapes d'input et d'output inutiles. Parmi les avantages de cette approche, il y a une plus grande flexibilité dans l'utilisation du code. En effet, il est plus facile de

modifier un algorithme s'il est écrit dans un cadre exhaustif préétabli. Pour ces raisons, nous avons choisi de nous appuyer sur MARTY pour la construction du modèle et les manipulations symboliques. Néanmoins, il est essentiel d'avoir la modularité comme une fonctionnalité, car cela permet une liaison facile avec des logiciels externes si nécessaire.

Mots-clés : matière noire, densité relique, physique des particules, BSM, supersymétrie, logiciel