

DRF : Sujet de thèse SL-DRF-20-0647

DOMAINE DE RECHERCHE

Physique théorique / Physique théorique

INTITULÉ DU SUJET

Scénarios de champ scalaire pour la matière noire

RÉSUMÉ DU SUJET

De nombreuses données et arguments théoriques montrent que près de 83% de la matière de l'Univers n'est pas constituée des particules ordinaires observées sur Terre (i.e., les particules du "modèle standard" comme l'électron) mais d'une substance inconnue appelée "matière noire".

Cette dernière n'interagit pas ou très peu avec la matière ordinaire et n'a été "observée" que par ses effets gravitationnels. Cette "masse manquante" est nécessaire pour expliquer les vitesses de rotation des galaxies spirales, les propriétés des amas de galaxies, les plus grandes structures de l'Univers aux échelles cosmologiques, et jusqu'aux propriétés du fond diffus cosmologique.

Le scénario qui a été privilégié depuis les années 1980 est celui de particules massives (>1 GeV) interagissant faiblement (WIMPS en anglais). En effet, de tels candidats sont en bon accord avec les observations (modèle de matière noire froide sans collisions) et apparaissent naturellement dans les théories supersymétriques qui sont une des extensions privilégiées du modèle actuel de la physique des particules. Cependant, malgré de nombreuses expériences dédiées depuis les années 1980, ces particules n'ont toujours pas été détectées. De surcroît, les mesures du LHC (collisionneur du CERN) n'ont pas encore montré de signes de nouvelle physique, associés à de nouvelles particules. Ceci a relancé l'intérêt pour les scénarios alternatifs, dont la possibilité que la matière noire soit associée à un champ scalaire remplissant tout l'espace.

La dynamique d'un tel champ étant distincte de celle de particules discrètes (par exemple il peut y avoir des effets d'interférence comme pour les ondes électromagnétiques ou les phénomènes quantiques), les observations cosmologiques aux échelles galactiques pourraient permettre de vérifier la pertinence de ce scénario et de distinguer entre les différents modèles. De plus, ces nouveaux effets pourraient résoudre les problèmes rencontrés aux échelles galactiques par le scénario standard des WIMPS.

Le sujet de cette thèse sera d'étudier divers modèles de champ scalaire pour la matière noire. Il faudra établir la cohérence théorique de ces modèles, calculer leurs prédictions concernant les structures cosmologiques et galactiques, et comparer ces dernières aux données pour déterminer quels sont les modèles les plus prometteurs. En pratique, cela nécessitera environ 30% de travail analytique, pour construire et étudier les grandes lignes de ces modèles, et 70% de travail numérique pour étudier la croissance des grandes structures et les phénomènes hors d'équilibre associés à ces modèles. Un goût pour les simulations numériques est donc nécessaire.

Eventuellement, une étude des scénarios de champ scalaire pour l'énergie noire (l'autre substance mystérieuse de la cosmologie actuelle qui est responsable de l'accélération récente de l'expansion de l'Univers) pourra aussi être développée, en profitant des techniques communes aux deux thématiques.

FORMATION NIVEAU MASTER RECOMMANDÉ

M2 physique theorique

INFORMATIONS PRATIQUES

Institut de Physique Théorique
Service de Physique Théorique
Centre : Saclay
Date souhaitée pour le début de la thèse : 01/10/2020

PERSONNE À CONTACTER PAR LE CANDIDAT

Philippe BRAX
CEA
SPhT/Service de Physique Théorique
CEA/Saclay
Email : philippe.brax@cea.fr

UNIVERSITÉ / ÉCOLE DOCTORALE

Paris-Saclay
Physique en Île-de-France (EDPIF)

EN SAVOIR PLUS

<https://www.ipht.fr>

DIRECTEUR DE THÈSE

Patrick VALAGEAS
CEA
DSM/IPhT
Orme des Merisiers
CEA/Saclay