

Titre : " Des simulations cosmologiques à la détection de matière noire - Physique baryonique et formation de galaxies spirales - Distribution et dynamique de la matière noire - Détection de la matière noire en direction du Soleil avec le télescope à neutrinos Antares »

Résumé :

Cette thèse interdisciplinaire traite de la formation de galaxies spirales et de la phénoménologie de la matière noire ainsi que de sa détection par le télescope à neutrinos ANTARES. Nous réalisons une série de simulations cosmologiques hydrodynamiques de haute résolution avec le code à grille adaptative RAMSES de la même galaxie spirale avec différents modèles de formation stellaire (loi de Kennicutt (KS) versus critère dépendant de l'hydrodynamique du gaz et de la turbulence (multiFF)) et de rétroaction de supernovae (refroidissement retardé (DC) versus rétroaction mécanique (ME)). Les résultats concernant la morphologie et les propriétés des galaxies sont comparés aux contraintes observationnelles et mettent en évidence l'importance de la physique baryonique sur la formation de galaxies spirales du type de la Voie-Lactée. Les scénarios plus élaborés (multiFF+DC ou multiFF+ME) sont clairement favorisés et donnent des masses stellaires et des disques plus réalistes. Les distributions résultantes de matière noire dans les halos sont aussi analysées et comparées montrant des différences très significatives. Ici encore, la maîtrise de la physique baryonique est déterminante en vue de comprendre la distribution de matière noire modifiée et contractée différemment par le potentiel baryonique de chaque simulation avec des impacts conséquents sur la dynamique et la détection directe et indirecte de matière noire. Par ailleurs, nous utilisons aussi ces informations sur la matière noire pour évaluer la validité de l'inversion d'Eddington pour prédire les distributions d'espace des phases à partir du potentiel gravitationnel. Ces résultats sont assez positifs et très pertinents afin d'améliorer et de calibrer les méthodes d'analyse des données du sondage GAIA. En outre, nous avons aussi réétudié les incertitudes astrophysiques relatives à la distribution de vitesse de matière noire dans le mécanisme de capture des WIMPS par le Soleil et évalué ces effets à environ 15-20% sur le taux de capture. Enfin, en utilisant 10 ans de données du télescope à neutrinos ANTARES et grâce à une amélioration de leur analyse, la sensibilité à la détection de matière noire provenant du Soleil par ANTARES a été améliorée d'un facteur 2-3 par rapport à l'analyse précédente d'ANTARES

Jury:

Adrienne SLYZ, University of Oxford, Rapporteur
Miquel ARDID RAMÍREZ, Universitat Politecnica de Valencia, Rapporteur
Marco CIRELLI, Sorbonne Université, LPTHE, Examineur
Gary MAMON, Sorbonne Université, IAP, Examineur
Eric KAJFASZ, AMU, CPPM, President
Pascal COYLE, AMU, CPPM, Directeur de thèse
Vincent BERTIN, AMU, CPPM, Directeur de thèse
Emmanuel NEZRI, AMU, LAM, Directeur de thèse

Saludos

Artur Nuñez-Castiñeyra

Dear all,

title : “From cosmological simulations to dark matter detection - Baryonic physics and spiral galaxy formation - Dark matter distribution and dynamics - Detection of dark matter toward the Sun with the ANTARES neutrino telescope”

Please find below the composition of the jury and the thesis abstract.

Abstract:

This interdisciplinary thesis addresses spiral galaxy formation and dark matter phenomenology as well as its detection by the ANTARES neutrino telescope. A suite of high resolution cosmological hydrodynamics simulations, with the adaptive mesh refinement code RAMSES, of the same galaxy is performed using different modellings of stellar formation (Kennicutt law (KS) versus gravito-turbulent criteria (multiFF)) and supernovae feedback (delayed cooling (DC) versus mechanical feedback (ME)). The results on the morphology and the properties of the galaxies are compared to observational constraints and highlight the impact of baryonic physics on Milky-Way like spiral galaxy formation. The most elaborated scenarios (multiFF+DC or multiFF+ME) are clearly favoured and give rise to more realistic stellar mass and disc morphology. The resulting dark matter distributions in halos are also analyzed and compared showing some significant differences. Here again, the understanding of baryonic physics is crucial to understand the dark matter distribution. Namely, it is specifically modified and contracted by the baryonic potential of each simulation with a determining impact on direct and indirect dark matter detection. Moreover, we also use those informations about the dark matter to probe the Eddington inversion method aiming at predicting phase-space distribution from the gravitational potential. Those results are positive and very consistent and promising in view of GAIA data analysis improvement and calibration. Furthermore, we also revisit the astrophysical uncertainties related to the dark matter velocity distribution relevant in the capture by the Sun and evaluate those effects to about 15-20% on the capture rate. Finally, using 10 years data of the ANTARES neutrino telescope and thanks to an improved analysis, the sensitivity to dark matter detection from the Sun by ANTARES is improved by a factor 2-3 with respect to the previous ANTARES analysis.

Jury:

Adrienne SLYZ, University of Oxford, Reviewer
Miquel ARDID RAMÍREZ, Universitat Politècnica de València, Reviewer
Marco CIRELLI, Sorbonne Université, LPTHE, Examiner
Gary MAMON, Sorbonne Université, IAP, Examiner
Eric KAJFASZ, AMU, CPPM, President
Pascal COYLE, AMU, CPPM, Supervisor
Vincent BERTIN, AMU, CPPM, Supervisor
Emmanuel NEZRI, AMU, LAM, Supervisor