Les 3 et 5 juillet derniers nous avons eu le plaisir de voir décerner le titre de docteur à deux de nos doctorants. A l'issue de leur soutenance de thèse **Joanna Berteaud** et **Joaquim Iguaz** ont été officiellement admis au rang de docteur.

Joanna Berteaud, docteur en Astrophysique et Milieux Dilués et Joaquim Iguaz, docteur en Physique Théorique. Ils ont tous les deux prêté serment en s'engageant à respecter les principes et exigences de l'intégrité scientifique dans la suite de leur carrière professionnelle quel qu'en soit le secteur ou le domaine d'activité.

Nous les félicitons!

Soutenance de thèse de Joanna BERTEAUD

Élucider des mystères astrophysiques grâce aux objets compacts

Certains objets astrophysiques sont si compacts que leur gravité de surface devient incroyablement élevée. Ils sont liés aux phénomènes les plus énergétiques de l'Univers, comme l'émission de photons X et gamma. Au cours des trois dernières années, j'ai essayé d'expliquer deux mystères astrophysiques avec de tels objets. L'excès du centre galactique (GCE) est un signal gamma énigmatique détecté par un télescope nommé le Fermi Large Area

Telescope (LAT) en 2009. Initialement pensé être causé par l'annihilation de particules de matière noire, un débat est maintenant en cours entre cette hypothèse et une autre, qui ne nécessite pas de nouvelle physique : les étoiles à neutrons en rotation ultra-rapide et fortement magnétisées appelées pulsars millisecondes (MSPs). Ces objets seraient situés dans le bulbe galactique et seraient trop peu lumineux pour être détectés en tant que sources ponctuelles individuelles par le LAT, mais leur émission cumulée expliquerait, au moins partiellement, le GCE. Des MSPs à rayons gamma ont été détectés dans le disque galactique et dans des amas globulaires et ces détections n'indiquent pas encore la nécessité d'une composante dans le bulbe. Les MSP du bulbe sont probablement très faibles et leur détection est difficile. En développant un modèle d'émission multilongueurs d'onde et en simulant cette population ainsi que son émission en rayons gamma et X, j'ai montré que certains de ces MSPs avaient probablement déjà été détectés dans les observations passées de l'observatoire de rayons X Chandra. Par conséquent, j'ai sélectionné des candidats MSPs parmi des sources Chandra. Cette sélection basée sur les rayons X a été affinée à l'aide de recoupements avec des catalogues de sources couvrant l'ensemble du spectre électromagnétique, fournissant un échantillon prometteur de candidats. Selon ma simulation, tous ces candidats ne peuvent pas être des MSPs. En effet, une analyse spectrale dédiée a révélé une forte raie de fer dans le spectre cumulé des candidats. Cette émission est caractéristique des variables cataclysmiques, des systèmes binaires dans lesquels une naine blanche - un autre type d'objet compact - accrète la matière d'une étoile compagnon. La détection d'une pulsation identifiera définitivement un candidat comme un MSP et, à cette fin, j'ai effectué des observations radio. Les premières analyses des données collectées sont encourageantes. Le deuxième mystère abordé dans cette thèse est la matière noire. Alors qu'elle représente environ un quart de la densité d'énergie de l'Univers actuel, sa nature est encore débattue. La plupart des candidats à la matière noire sont des particules, mais ici aussi, des objets compacts pourraient être la solution. Les trous noirs primordiaux (PBHs) ont été formés, hypothétiquement, au tout début de l'Univers, avant la nucléosynthèse primordiale. Ils pourraient expliquer la matière noire. Les PBHs les plus légers émettraient des photons via l'évaporation de Hawking. Leur signal peut être recherché dans les données diffuses galactiques au MeV, mais cette gamme d'énergie a été peu explorée et son spectre n'a été mesuré qu'à partir d'un seul instrument dans le passé. En utilisant 16 ans de données INTEGRAL, j'ai effectué une étude minutieuse de l'émission diffuse galactique entre 30 keV et 8 MeV. Plus précisément, j'ai étudié la contribution de la diffusion Compton inverse, qui est dominante à ces énergies. J'ai extrait le spectre de la plus haute qualité à ce jour du signal diffus galactique. Ensuite, j'ai utilisé ce spectre pour poser des contraintes grâce à l'évaporation de Hawking sur la matière noire PBH. En supposant une distribution de masse monochromatique, j'ai montré que les PBHs ne peuvent pas rendre compte de toute la matière noire s'ils sont plus légers que 4x10^17 g. Ce résultat représente la contrainte la plus forte à ce jour sur la matière noire PBH dans cette gamme de masse.

Soutenance de thèse de Joaquim IGUAZ

Un conte de trous noirs primordiaux: des aspects cosmologiques aux recherches astrophysiques

Les trous noirs primordiaux (PBH) peuvent se former au tout début de l'univers et peuvent être associés à de nombreuses signatures cosmologiques et astrophysiques. Dans cette thèse, j'explore la physique liée aux PBH depuis sa possible formation aux premiers stades de l'univers jusqu'aux possibles signatures d'une population de PBH dans notre propre galaxie. Je présente ici une histoire fascinante avec les PBH comme personnage unique et principal et jouant les rôles de : la matière noire (DM), les objets coalescents détectés par LIGO/Virgo et les trous noirs supermassifs (SMBH). Après une introduction, la thèse est divisée en trois chapitres principaux organisés chronologiquement : Dans le premier chapitre, j'aborde la possible formation des PBH lors de la phase de 'preheating' qui suit immédiatement la période d'inflation cosmique. Dans le deuxième chapitre, je présente une discussion sur les implications des phénomènes de l'univers primordial, notamment la transition de phase de la chromodynamique quantique (QCD) et l'annihilation électron-positron, sur la distribution de masse des PBH se formant à ces époques ; j'analyse ensuite les contraintes de ce scénario à partir d'un certain nombre d'observations : le motif spécifique des anisotropies du fond diffus cosmologique (CMB)indu tes par l'accrétion sur les PBH, les distorsions spectrales du CMB, les recherches d'ondes gravitationnelles et les comptages directs des SMBH à haut décalage vers le rouge. Enfin, dans le dernier chapitre, j'étudie l'évaporation des PBH légers via l'évaporation de Hawking et ses éventuelles signatures observables sur les flux de rayonnement gamma galactiques et isotropes mesurés. Aucun signal PBH n'est détecté et nous fixons la limite la plus forte sur PBH en tant que DM dans la gamme de masse à l'étude.

Une discussion sur d'autres directions de recherche conclut la thèse, tandis que les aspects techniques sont rapportés dans les annexes.