

---

# Modèles de matière noire à l'ère de *Gaia*

DIRECTEUR DE THESE : BENOIT FAMAHEY

OBSERVATOIRE ASTRONOMIQUE DE STRASBOURG, 11, RUE DE L'UNIVERSITE,  
6700 STRASBOURG

TEL : 03 68 85 24 13 ; E-MAIL : [BENOIT.FAMAHEY@ASTRO.UNISTRA.FR](mailto:BENOIT.FAMAHEY@ASTRO.UNISTRA.FR)

La mission Gaia de l'Agence Spatiale Européenne a livré son deuxième catalogue de données en avril dernier [1], fournissant les distances et vitesses sur le ciel de plus d'un milliard d'étoiles de la Voie Lactée avec une précision inégalée. Un des buts principaux de cette mission spatiale est d'établir des modèles dynamiques de la Galaxie, incluant la matière visible et la mystérieuse matière noire.

A partir des vitesses mesurées des étoiles de part et d'autre du disque de la Galaxie, on peut en principe déduire le champ gravitationnel et la densité de matière noire dans le disque, ce qui fournit des contraintes importantes sur notre modèle de formation des galaxies, voire sur le modèle cosmologique lui-même. Cependant, les méthodes permettant de déduire la densité de matière noire dans le disque reposent sur des hypothèses d'équilibre et de symétrie qui ont été invalidées par les données révélées par Gaia au printemps dernier [2]. Le disque de la Voie Lactée est fortement perturbé, probablement par des interactions avec une (ou des) galaxie(s) satellite(s). Il faut donc élaborer de nouvelles méthodes permettant de déduire le champ gravitationnel et la densité de matière noire dans une telle configuration hors équilibre. C'est ce que nous proposons d'explorer dans la première partie de cette thèse.

En outre, un des problèmes majeurs dans notre compréhension actuelle de la formation des galaxies au sein du modèle cosmologique standard est l'uniformité des profils de matière noire en fonction de la distribution de matière baryonique [3]. Les tentatives pour expliquer cette uniformité en terme de rétroaction ('feedback') due aux effets gravitationnels de la matière baryonique se heurtent à un problème d'ajustement fin ('fine-tuning') peu naturel de ces processus de rétro-action en fonction de la distribution de baryons. Nous proposons dans la deuxième partie de cette thèse d'étudier des scénarios alternatifs au modèle standard et de les tester avec les données Gaia. Dans ces scénarios, la corrélation observée entre la distribution de matière baryonique et le champ gravitationnel serait la conséquence de propriétés exotiques de la matière noire.

Un premier cadre théorique que nous nous proposons de tester est celui dans lesquels la matière noire passe par une transition de phase aux échelles galactiques, où elle se comporterait comme un superfluide [4]. Dans ce contexte, certains courants de marée de galaxies satellites devraient afficher des caractéristiques particulières liées à la traversée du rayon de transition entre la phase superfluide et la phase 'normale' de la matière noire, signatures que Gaia nous permettra de rechercher et de tester.

Une autre hypothèse consiste à considérer de nouvelles interactions entre matière noire et baryons qui mèneraient à des solutions à l'équilibre respectant naturellement les relations d'échelles observées aux échelles galactiques. Cette nouvelle approche spéculative a été défrichée dans Famaey et al. [5], et de nombreux aspects de ces modèles doivent encore être testés. Ces tests seront d'autant plus pertinents lorsqu'ils seront réalisés à l'aune des données Gaia.

[1] Gaia Collaboration et al. 2018, A&A, 616, A1

[2] Haines, T.; D'Onghia, E.; Famaey, B.; Laporte, C.; Hernquist, L. 2019, arXiv:1903.00607

[3] Ghari, A.; Famaey, B.; Laporte, C.; Hagi, H. 2019, arXiv:1811.06554

[4] Berezhiani, L.; Famaey, B.; Khoury, J. 2018, JCAP 09 021

[5] Famaey, B.; Khoury, J.; Penco, R. 2018, JCAP, 03, 038