

---

# Structure et évolution de régions de formation stellaire à l'heure de Gaia

DIRECTEUR DE THÈSE : LAURENT CAMBRÉSY ET ARNAUD SIEBERT  
OBSERVATOIRE ASTRONOMIQUE DE STRASBOURG, 11, RUE DE L'UNIVERSITÉ, 67000 STRASBOURG  
TEL : 03 88 85 24 35 ; E-MAIL : [LAURENT.CAMBRESY@ASTRO.UNISTRA.FR](mailto:LAURENT.CAMBRESY@ASTRO.UNISTRA.FR)

Le voisinage solaire contient plusieurs nuages moléculaires géants, qui sont les sites de formation d'étoiles (Orion, Taurus, Cygnus-X, etc.). Ces régions ont été largement observées dans divers domaines spectraux, notamment aux longueurs d'onde millimétriques, dans l'infrarouge ou dans les rayons X, afin d'étudier leurs populations jeunes.

Cependant, notre connaissance de la morphologie et de l'évolution de ces régions de formation d'étoiles reste très partielle. Certains de ces nuages et de leur population stellaire semblent former des structures cohérentes dont la forme exacte, l'évolution, voire l'existence font encore l'objet de débats. Un exemple manifeste est la *Ceinture de Gould* ([1]) pour laquelle on évoque maintenant une *Radcliffe wave* [2]. S'agit-il d'un anneau en expansion issu de l'explosion d'une supernova il y a plusieurs millions d'années ou d'une structure plus large reliant deux bras spiraux mais dont on ne comprend pas le mode de formation ?

Nous proposons d'utiliser une méthode de machine learning pour inverser l'équation de Volterra de première espèce  $A\langle d|l,b\rangle = \int_0^d \rho(x) ds$ , où  $A$  est l'absorption totale le long de la ligne de visée  $s$ , et  $\rho(x)$  la densité d'absorption. En présence d'incertitudes sur les mesures ou sur la borne d'intégration cette équation est mal-conditionnée et résulte dans des densités négatives. Des méthodes de machine learning ont été développées pour corriger ces défauts et permettre l'inversion dans le cas d'un grand nombre de données, ce qui était une limitation des méthodes précédentes.

Pour reconstruire les cartes d'absorption des nuages, nous utiliserons les données provenant de la mission Gaia de l'ESA qui apporte des mesures d'absorption, d'extinction et de distance pour un grand nombre d'étoiles de la Voie Lactée.

Une fois les cartes 3D obtenues, nous comparerons la distribution des étoiles jeunes à ces cartes pour en déduire des contraintes sur la formation stellaire des nuages. Pour ce faire nous pourront tirer partie des bases de données du CDS, notamment SIMBAD qui permettra de produire un premier échantillon d'étoiles jeunes. La comparaison de la distribution de ces étoiles avec les structures des nuages moléculaires permettra de contraindre l'histoire de la formation stellaire dans ces régions. Dans un second temps, l'analyse des mouvements propres des étoiles jeunes, disponibles grâce aux observations Gaia, nous permettra d'appréhender des aspects dynamiques avec pour objectif de contraindre le passé des amas d'étoiles jeunes ainsi que leur évolution.

[1] C. A. Perrot and I. A. Grenier, A&A 404, 519 (2003)

[2] J. Alves et al., Nature 578, 237 (2020)