
APPROCHE MULTI-ECHELLES DE LA FORMATION & L'EVOLUTION DES AMAS D'ETOILES

DIRECTEUR DE THESE : PR. CHRISTIAN BOILY, HDR
OBSERVATOIRE ASTRONOMIQUE DE STRASBOURG, 11 RUE DE L'UNIVERSITE, F-67000,
STRASBOURG
Tel : 03 68 85 24 36 ; Courriel : christian.boily@astro.unistra.fr

Contexte : Les méthodes numériques de calcul permettent aujourd'hui d'intégrer avec une très haute précision les **orbites & tracés évolutifs** de toutes les étoiles d'une association (ou *amas*) de quelque 100,000 étoiles [1] immergée dans le champ de marée de sa galaxie hôte qui recense, elle, quelque 100 milliards d'étoiles [2]. Ces avancées **multi-échelles** permettent de mieux appréhender les questions que soulèvent les données cinématiques (*HIPPARCOS*, *RAVE*, à l'horizon 2017 : *GAIA*) et spectroscopiques [3] quant à l'origine des courants d'étoiles découverts au voisinage du Soleil et le halo de la Voie Lactée. La **formation et l'évolution** d'associations stellaires constituent un élément clé pour décoder le cycle des étoiles naissant au sein d'une galaxie et leur impact sur celle-ci (courants, couleurs, enrichissement en métaux, ..).

Plan de recherche : Le projet de recherche portera sur le développement de modèles théoriques d'amas au moyen de **calculs numériques hybrides** N-corps + hydrodynamique SPH, afin d'explorer l'évolution d'une population réaliste d'étoiles incluant les étoiles multiples (binaires, triples, ..) dans les premiers stades de la vie d'un amas encore enfoui dans un nuage de gaz. La problématique des amas jeunes et denses a été abordée dans le cadre d'une collaboration avec les chercheurs de l'IPAG de Grenoble (ANR *DESC*) dans une étude détaillée des amas d'Orion et de la constellation du Taureau. Le travail s'inscrit dans la continuité de cette collaboration en mettant l'accent sur l'anisotropie des interactions étoiles-étoiles et des étoiles avec le potentiel galactique local (mélange de gaz et d'étoiles) pour des systèmes évoluant sur des échelles de temps très courtes (< 10 millions d'années).

Logistique : Pour mener à bien ce programme de recherche, le candidat disposera d'un jeu d'intégrateurs numériques opérationnels sur la ferme informatique de Strasbourg (phigrape, Nbody6++, en mode multi-processeurs *MPI* performant sur cartes graphiques *GPU* reliées par réseau haut-débit Infiniband). Une version hybride intégrant l'hydrodynamique par technique SPH, aujourd'hui en phase de tests, sera à disposition courant 2014. Une bibliothèque spectrale (telle *STELIB*, [4]) permet de reconstruire des observables par une sélection en bandes larges (indices des couleurs, spectres intégrés). L'implantation d'un champ de marée arbitraire est testée et prête à l'emploi. Les tracés évolutifs stellaires pour les étoiles simples et doubles sont également implémentés. Le candidat pourra explorer différents diagnostics pour la formation d'étoiles exotiques, afin de consolider les statistiques de formation de ces étoiles et mieux appréhender les incertitudes sur leur détection.

[1] Boily, C.M. 2010. The internal Dynamics of Star Clusters (Invited Review). Dans *Star clusters: basic galactic building blocks throughout time and space*, Comptes-rendus du Symposium 266 de l'UAI, Ed. R. de Grijs & J. R.D. Lépine (Cambridge : Presses de l'Université), p. 238-249

[2] Renaud, F., Gieles, M. & Boily, C. M. 2011. *Evolution of star clusters in arbitrary tidal fields*, MNRAS 418, 759

[3] Fouesneau, M., Lançon, A., Chandar, R. et al. 2012. *Analyzing Star Cluster Populations with Stochastic Models: The Hubble Space Telescope/Wide Field Camera 3 Sample of Clusters in M83*, ApJ 750, 60

[4] Leborgne, J.-F., Bruzual, R., Lançon A. et al. 2003. *STELIB: A library of stellar spectra at $R \sim 2000$* , A&A 402, 433