

# Hydrodynamique & sous-structures galactiques

DIRECTEUR DE THESE : PR. CHRISTIAN BOILY, HDR

CO-DIRECTEUR DE THESE : DR. LAURENT CAMBRESY, 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 observations de régions de formation stellaire telle NGC1333 [1] indiquent que les étoiles se forment en groupes dans un milieu gazeux dense par contraction gravitationnelle. Toutefois l'état final de ces sous-structures est une fonction forte de l'efficacité du gaz à intégrer l'objet compact qu'est une étoile. Ainsi l'ensemble des étoiles baignent dans un gaz résiduel qu'elles n'ont pas su intégrer ; ce gaz est ensuite soufflé/dispersé par le rayonnement stellaire [2,3]. L'enjeu majeur est de comprendre les propriétés des populations d'étoiles en relation avec leur environnement et notamment de déterminer l'origine des différences cinématiques parmi les étoiles, comme mesurées pour l'amas NGC1333.

**Plan de recherche** : Le projet comprend deux phases. Dans un premier temps, il consiste à déterminer de manière statistiques les propriétés des amas stellaires jeunes mais sans gaz résiduel, en les immergeant dans le disque de la Voie Lactée (variant leur position par rapport au Soleil). La complétude de l'étalonnage, en particulier pour les étoiles de faible luminosité intrinsèque, permettra de contraindre les biais observationnels, plus spécifiquement en ce qui touche à l'âge des étoiles et des proto-étoiles (incertitudes relatives importantes). Il s'agira dans un deuxième temps d'ajouter une composante gazeuse interne à l'amas, pour affiner les statistiques de détections ainsi que les variations temporelles importantes emmenées principalement par les étoiles massives. Il est attendu que l'impact des étoiles massives sera la clé pour déterminer si l'amas reste lié ou non (par le jeu de leur rayonnement puissant sur le gaz résiduel), modifiant ainsi la cinématique de l'ensemble des étoiles.

**Logistique** : La disponibilité de cartes d'extinction tri-dimensionnelles [4] permet aujourd'hui de construire des observables à partir de modèles théoriques des amas stellaires (âges, fonction de masses contraintes). La configuration initiale des amas s'appuiera sur une méthode nouvelle mise au point par intégration aux N-corps [5]. La photométrie des étoiles et leur évolution procéderont de programmes déjà implémentés (MESA, Stelib). L'immersion dans le potentiel de la Voie Lactée sera adaptée d'une technique numérique éprouvée [6]. L'évolution temporelle du système gaz-étoiles se basera sur le paquet Amuse (<http://amusecode.org>) en collaboration avec S.Portegies-Zwart (Leiden, Pays-Bas).

[1] J.B. Foster et al. 2015. *In-sync. II. Virial stars from subvirial cores—the velocity dispersion of embedded pre-main-sequence stars in NGC 1333*, The Astrophysical Journal **799**, 136

[2] Nguyễn-Luông, Q., et al. 2013. *Low-velocity shocks traced by extended SiO emission along the W43 ridges: witnessing the formation of young massive clusters*, The Astrophysical Journal **75**, 88

[3] Dale, J.A., Ercolano, B. & Bonnell, I.A. 2015. *Early evolution of embedded clusters*, MNRAS **451**, 987

[4] Green, G.M. et al. 2015. *A Three-dimensional Map of Milky Way Dust* The Astrophysical Journal **810**, 25 (url : <http://argonaut.skymaps.info>)

[5] Dorval, J., Boily, C.M., Moraux, E. et al. 2016. *Hubble-Lemaître fragmentation and the path to equilibrium of merger-driven cluster formation*, MNRAS, sous presse

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

