

---

# Impact des réactions de fusion par effet tunnel quantique sur le cycle de vie des étoiles massives

*Quantum tunneling nuclear fusion and the life cycle of massive stars*

DIRECTION DE THESE : SANDRINE COURTIN <sup>1</sup>.

CO-ENCADRANT : MARCEL HEINE <sup>1</sup>,

<sup>1</sup>INSTITUT PLURIDISCIPLINAIRE HUBERT CURIEN ET UNIVERSITE DE STRASBOURG

TEL: 03 88 10 68 67; E-MAIL: SANDRINE.COURTIN@IPHC.CNRS.FR

Les états moléculaires, très déformés, sont une des caractéristiques surprenantes des noyaux légers de la couche sd. Les exemples les plus frappants sont l'état de Hoyle (3 alpha) dans  $^{12}\text{C}$  et les agrégats  $^{12}\text{C}+^{12}\text{C}$  et  $^{12}\text{C}+^{16}\text{O}$  dans  $^{24}\text{Mg}$  et  $^{28}\text{Si}$ , d'intérêt majeur en structure nucléaire, mais aussi en astrophysique [1]. Notre équipe est fortement engagée dans l'étude de ces états ainsi que de la nucléosynthèse et l'abondance d'éléments nécessaires à la vie comme le carbone et l'oxygène [2].

Nous proposons dans cette thèse une étude expérimentale des réactions  $^{12}\text{C}+^{12}\text{C}$  et  $^{12}\text{C}+^{16}\text{O}$  aux énergies stellaires en utilisant de nouvelles techniques spectroscopiques développées dans le projet STELLA (STeLLar Laboratory), auprès de l'accélérateur Andromède [3].

Les campagnes d'expériences correspondantes auront lieu en 2019-2020, dans un bon timing la thèse. En particulier, auprès de l'expérience STELLA, nous mesurerons avec précision les sections efficaces des réactions  $^{12}\text{C}+^{12}\text{C}$  et  $^{12}\text{C}+^{16}\text{O}$  aux énergies d'intérêt astrophysique (fenêtre de Gamow). L'étudiant(e) sera en charge de l'analyse d'une partie des données de ces expériences.



**Figure 1** : Expérience STELLA auprès de l'accélérateur Andromède (Orsay). Haut : Détecteurs  $\text{LaBr}_3$ . Bas : Chambre à réaction.

En collaboration avec l'équipe de théorie de l'Université Nationale d'Australie (C. Simenel et al.), l'étudiant(e) pourra interpréter ses résultats en termes de suppression de la fusion aux énergies astrophysiques et de répulsion de Pauli via des calculs Hartree-Fock dépendant du temps. Il sera enfin amené à discuter les fonctions d'excitation en termes de résonances moléculaires et d'impact sur le cycle de vie des étoiles massives. Durant la thèse, l'étudiant(e) travaillera dans une collaboration internationale (France, Australie, UK, Allemagne, Danemark, USA) en France et auprès de plusieurs installations de faisceaux dans le monde (Italie, Allemagne, Japon, USA).

[1] D. G. Jenkins and S. Courtin, Journ. Phys. G 42 034010 (2015).

[2] D.G. Jenkins and O.S. Kirsebom, Physics World, February 2013 (IOP Publishing) - <http://physicsworld.com/cws/article/indepth/2013/feb/07/the-secret-of-life>

[3] M. Heine et al., Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, A 903 (2018) 1–7.

**Composition de l'équipe pour cette étude à l'IPHC** : C. Beck (DR, CNRS), S. Courtin (PR, Unistra), M. Heine (CR, CNRS), M. Moukaddam (MC, Unistra).