

Le coeur d'une étoile jeune fait chavirer son champ magnétique



Date de mise en ligne : mercredi 6 mars 2013

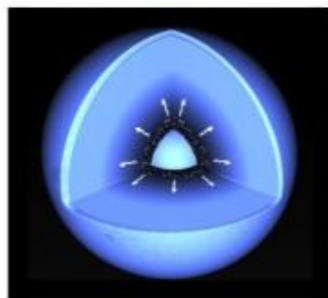
Description :

La naissance d'un coeur convectif modifie le champ magnétique

**Observatoire de Paris - PSL Centre de recherche en astronomie et
astrophysique**

Des chercheurs de l'Observatoire de Paris et du Service d'Astrophysique-Laboratoire AIM du CEA-Irfu viennent d'observer un changement d'orientation inattendu du dipôle magnétique fossile d'une jeune étoile massive, l'étoile de Herbig HD 190073. Les étoiles massives sont connues pour posséder des champs magnétiques fossiles stables sur des dizaines d'années et selon les théoriciens ces champs fossiles pourraient même être stables sur des millions d'années, c'est-à-dire sur la durée de vie d'une étoile. Or, en 2011 et 2012, dans le cadre d'un large programme d'observation du magnétisme des étoiles massives, les scientifiques ont constaté un changement global de l'orientation du champ magnétique observé à la surface de l'étoile HD 190073. La seule hypothèse actuellement plausible est que le basculement de l'axe magnétique de l'étoile soit dû à la naissance de mouvements convectifs au coeur de l'étoile. Un tel événement n'avait jamais été observé auparavant et fait l'objet d'un article qui vient d'être publié dans la revue *Astronomy & Astrophysics*.

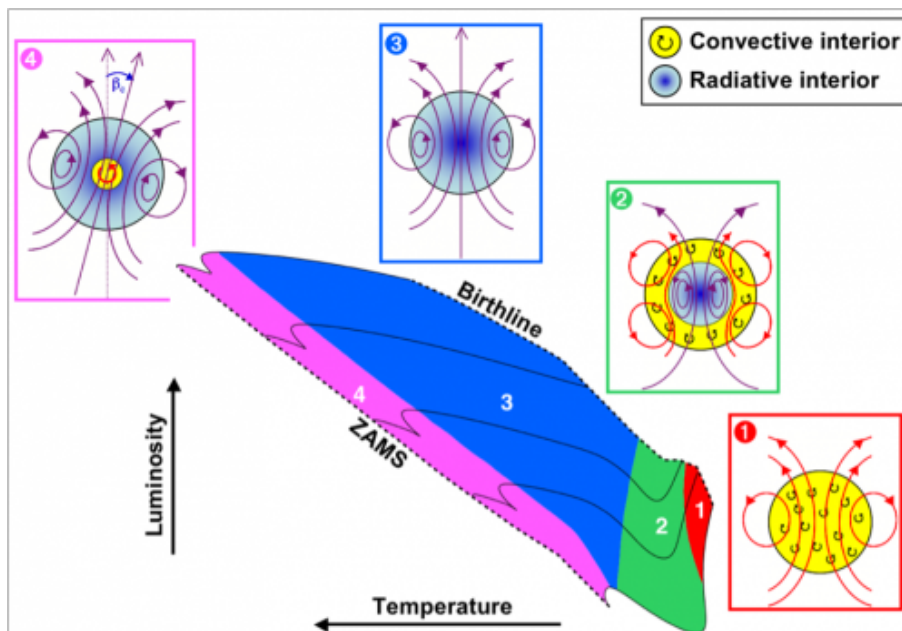
L'évolution d'une étoile massive



Une étoile massive *Credits : Degroote / KU-Leuven*

Après sa naissance, une jeune étoile massive, comme les astres de plus faible masse, est tout d'abord complètement convective. Comme dans l'eau qui bout, des mouvements de matière à grande échelle dans l'étoile permettent alors d'évacuer l'énergie vers l'extérieur de l'étoile (Etape 1). De ce fait, à partir d'un flux magnétique initial, l'étoile génère un champ magnétique par le mouvement des charges électriques, par un mécanisme dit « dynamo ». Puis, par la suite, il se forme un coeur stable dit radiatif où la convection est absente, et l'énergie est évacuée par le rayonnement de l'étoile uniquement (Etape 2). Ce coeur radiatif grandit jusqu'à ce que l'enveloppe convective extérieure ait complètement disparu (Etape 3). Le champ magnétique, généré dans les régions initialement convectives, se transforme alors, à mesure de leur conversion en zones radiatives, en un champ magnétique dit fossile stable et généralement dipolaire, c'est à dire présentant deux pôles comme le champ terrestre.

Enfin, lorsque l'étoile est sur le point d'atteindre la « séquence principale » où elle passera l'essentiel de sa vie, elle établit un régime stable dans lequel l'hydrogène est converti en hélium par les réactions thermonucléaires et un coeur convectif se crée à nouveau en son centre du fait du caractère fortement exothermique des réactions nucléaires qui y prennent place (Etape 4). L'apparition d'un champ magnétique dynamo généré dans cette région centrale convective peut alors perturber la configuration initiale et se traduire par un basculement du champ magnétique initial.



Etapes de l'évolution d'une jeune étoile massive. Dans un diagramme température-luminosité (diagramme de Hertzsprung-Russell), pour chaque étape, la structure de l'étoile et le type de champ magnétique associé sont schématisés. L'étoile étudiée, HD 190073, se situe à la transition entre les étapes 3 et 4.

Le basculement de HD 190073

Les premières observations de l'étoile HD 190073 obtenues au Télescope Canada-France-Hawaii (CFHT) à Hawaii (USA), entre 2004 et 2009 ont montré qu'elle possédait un champ magnétique dipolaire et stable sur cette période, en accord avec la théorie du champ fossile dans les étoiles massives. La surprise est arrivée en 2011 et 2012, lorsque cette étoile est observée une nouvelle fois dans le cadre des larges programmes d'observation MiMeS [1] au CFHT, au Télescope Bernard Lyot (TBL) au Pic du Midi (France) et à l'Observatoire Européen Austral ESO. La variation observée du champ magnétique de surface semble alors indiquer que l'axe du champ magnétique s'est déplacé. Son axe n'est plus confondu avec l'axe de rotation de l'étoile, mais incliné, causant une variation périodique du champ observé. Selon les chercheurs, ce changement ne peut s'interpréter que par la perturbation apportée par l'apparition du champ dynamo produit par le coeur convectif de l'étoile en formation.

En effet, selon des simulations numériques récentes [2], le champ magnétique dynamo généré dans le coeur convectif des étoiles massives et de masses intermédiaires se couple avec le champ magnétique fossile de leur enveloppe radiative. Ce couplage a lieu à la frontière entre le coeur et l'enveloppe, et entraîne un changement d'orientation de l'axe du champ fossile.

Pour la première fois, cette transition semble avoir été observée dans une étoile, l'étoile HD 190073.

Référence :

"The dramatic change of the fossil magnetic field of HD 190073 : evidence of the birth of the convective core in a Herbig star ?"

E. Alecian, C. Neiner, S. Mathis, C. Catala, O. Kochukhov, J. Landstreet, the MiMeS collaboration, *Astronomy & Astrophysics*, vol. 549, L8.

voir l'archive : <http://arxiv.org/abs/1301.1804> /

Contact :

- E. Alecian
Observatoire de Paris - LESIA - CNRS
- C. Neiner
Observatoire de Paris - LESIA - CNRS

[1] MiMeS (pour Magnetism in Massive Stars) est un projet international mené par la France et le Canada pour étudier le magnétisme des étoiles massives, notamment grâce à trois grands programmes d'observations et des développements théoriques.

[2] " Effects of Fossil Magnetic Fields on Convective Core Dynamos in A-type Stars", Featherstone, N., Browning, M., Brun, A., Toomre J., The Astrophysical Journal, Volume 705, Issue 1, pp. 1000-1018 (2009).