

Un motif universel pour les géantes rouges



Date de mise en ligne : lundi 1er novembre 2010

Grâce aux données du satellite CoRoT (Convection, Rotations et Transits planétaires) du CNES, une équipe internationale menée par des chercheurs de l'Observatoire de Paris démontre que les étoiles géantes rouges, ce que deviendra le Soleil en fin de vie, partagent toutes une forte homologie de structure interne. Cela les distingue des étoiles naines, comme le Soleil ou la majeure partie des étoiles, dont les diversités de structure sont bien plus importantes.

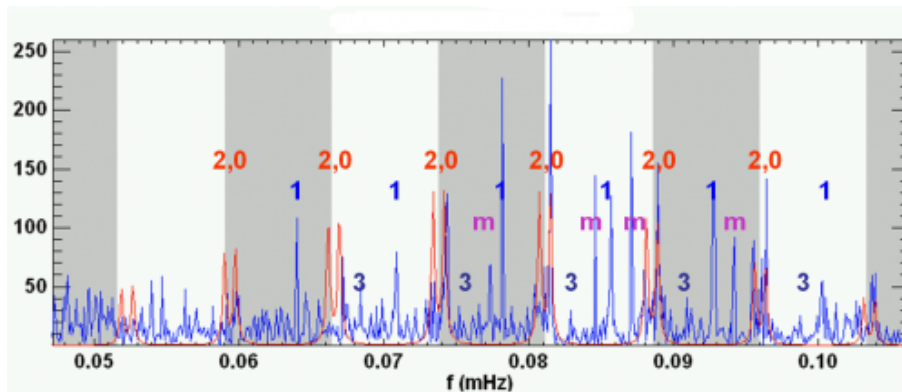


Figure 1 : Spectre d'oscillation typique d'une géante rouge, avec identification des degrés radiaux d'oscillations (de 0 à 3) et des modes mixtes (m) au voisinage des modes de degré 1.

L'examen de la grande séparation a montré dans un premier temps que le millier de géantes rouges montrant des oscillations ressemblant à celles mesurées sur le Soleil présentent des spectres d'oscillation très semblables. Les dissemblances des spectres semblent fortuites, uniquement dues au caractère aléatoire de l'excitation des ondes, une technique a été imaginée pour les corriger et retrouver une information moins bruitée. Après correction, il est alors prouvé que, à un facteur d'échelle près, toutes les étoiles géantes oscillent sur le même motif (Figure 2). Ceci met fortement en évidence l'homologie de structure des géantes, contrairement aux étoiles naines, qui brûlent encore l'hydrogène dans leur cœur.

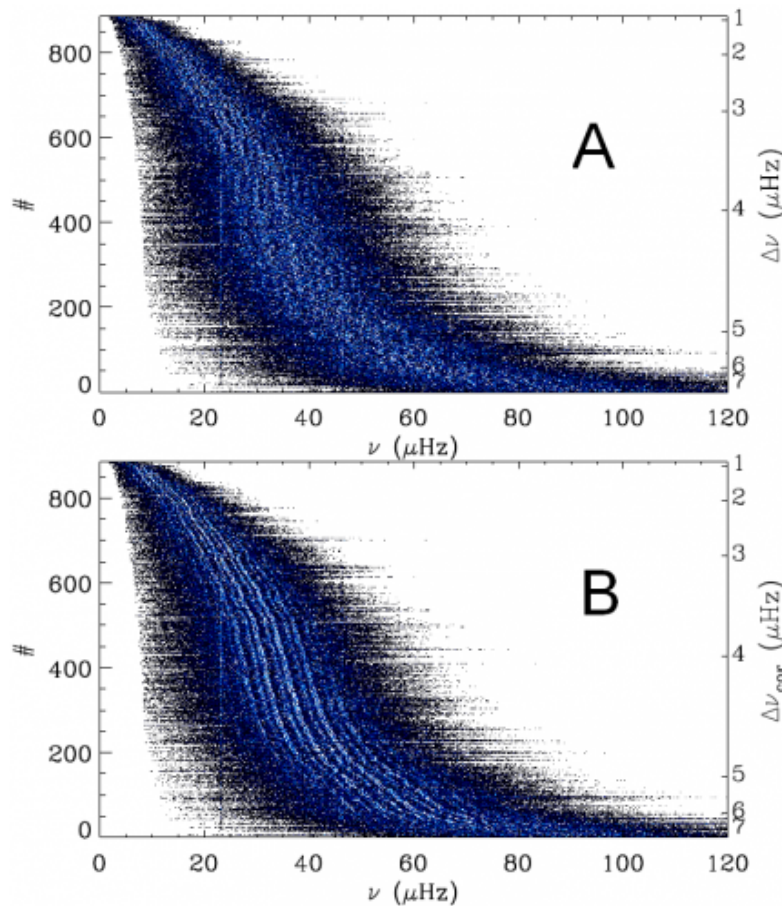


Figure 2 : Spectres d'oscillation des géantes observées par CoRoT, classés par grande séparation. Le classement A ne tient pas compte de l'identification du motif universel : l'aspect de la figure est brouillé ; en B, après correction et classement selon cette correction, le motif universel apparaît, et c'est cet accord qui valide la méthode et ses conséquences. Cliquer sur l'image pour l'agrandir

Ce résultat est riche d'une très heureuse conséquence. Avec l'identification de ce motif universel - car toutes les étoiles géantes rouges qui présentent un spectre d'oscillation suivent ce motif - l'identification des spectres d'oscillation devient évidente. La mesure des fréquences propres d'oscillation et l'identification des degrés angulaires et ordres radiaux des modes d'oscillation permet alors d'exploiter les spectres en détail. Les très petits écarts de fréquences entre le motif universel mis en évidence et un spectre réel, qui distinguent chaque étoile, peuvent être interprétés en physique stellaire pour reconstruire la structure interne des géantes rouges (structure du coeur radiatif, base de l'enveloppe convective, région de seconde ionisation de l'hélium...). Note 1 : La grande séparation varie comme la racine carrée de la masse volumique de l'étoile. Les géantes rouges étant en moyenne 1000 fois moins denses que le Soleil, leur grande séparation est une trentaine de fois plus petite que celle du Soleil. Les valeurs mesurées par CoRoT varient, selon le rayon stellaire (que l'on peut déduire des mesures sismiques), de 0.6 à 10 milliardième de Herz (périodes entre 1 et 15 jours). Plus le rayon stellaire est grand, moins l'étoile est dense, et plus graves sont les fréquences d'oscillation. Note 2 : Lancé le 27 décembre 2006, CoRoT a été développé et est exploité par l'Agence spatiale française (CNES) en lien avec ses partenaires nationaux (Observatoire de Paris et CNRS-INSU) et internationaux (Autriche, Allemagne, Belgique, Brésil, Espagne et l'Agence spatiale européenne). CoRoT est équipé d'un télescope de 27 centimètres de diamètre, associé à une caméra composée de 4 détecteurs CCD (charge-coupled device), sensible aux très petites variations d'intensité lumineuse des étoiles. Référence : The universal red-giant oscillation pattern ; an automated determination with CoRoT data B. Mosser, K. Belkacem, M.J. Goupil, E. Michel, Y. Elsworth, C. Barban, T. Kallinger, S. Hekker, J. DeRidder, R. Samadi, F. Baudin, F.J.G. Pinheiro, M. Auvergne, A. Baglin, C. Catala, 2010, Accepted in A&A Letters Contact Benoît Mosser (Observatoire de Paris, LESIA et CNRS)