

F/35 Upper End Upgrade

It has been recognized that the infrared upper end has a number of severe shortcomings which affect image quality. The past eight months at CFHT have been spent correcting the structural and mechanical design problems. Currently, we are in the process of building, with Automation Systems Associates LTD. (ASA) of B.C. (Canada), a new focus and collimation assembly. This new unit will eliminate the current collimation and erratic focus problems and provide CFHT with a base for tip-tilt capabilities. The ASA unit will have focus and collimation adjustment features incorporated into a very stiff and compact design. Attached to this unit will be a modular chopping secondary. The rebuilt rotator and newly commissioned f/35 secondary mirror will be removable from ASA's focus unit, such that if, in the near future, a tip/tilt capability is required it may be switched with the chopping modula. The IR support spiders are also to be replaced with ones made of a composite design. The new spiders will improve the structural stability, being made of a stiffer material yet providing improved damping characteristics. The resonate vibrations of the whole assembly are being thoroughly investigated and every effort is being made to make CFHT's IR capabilities the best possible whether chopping or tip/tilt correcting.

E. Stokes

Automated Primary Mirror Collimation

To achieve the best possible image quality at most telescope positions, we are currently evaluating bids to design, fabricate and test active axial definers for the Primary Mirror support system.

Coma at the Prime focus is known to vary depending on the telescope position as was recently reported by Racine and Salmon. The proposed system would involve computer controlled drive screws, replacing all three axial definers in the primary mirror cell. The driven system will be designed so that it can be varied with each slew of the telescope.

The proposed schedule calls for the complete and tested mechanisms to be delivered to CFHT in early 1993, with installation tentatively planned for the time of the next aluminization of the Primary Mirror.

D. Cowley

SCIENTIFIC NEWS

Mesure Sismologique de la Quantité d'Hydrogène dans les Naines Blanches

La majorité des étoiles naines blanches sont enrobées d'une mince couche d'hydrogène; ce sont les étoiles de type spectral DA. On admet généralement que cette enveloppe est un résidu de carburant nucléaire ayant survécu aux phases évolutives précédentes, résidu qui se serait ensuite diffusé rapidement vers la surface dans l'intense champ gravitationnel qui caractérise ces étoiles. La mesure de la quantité exacte d'hydrogène dans une naine blanche de type DA pourrait avoir une incidence fort importante sur notre compréhension des mécanismes de formation de ces cadavres stellaires, et de l'évolution des étoiles en général. La sismologie stellaire, appliquée aux deux douzaines de naines blanches de type DA variables (les étoiles ZZ Ceti), nous fournit, depuis peu, un outil très prometteur pour la détermination de l'épaisseur de cette couche. Dans le but d'exploiter à fond ce potentiel, nous avons entamé, au TCFH, un programme d'observations sismologiques d'étoiles ZZ Ceti. Ce programme complète nos travaux théoriques axés sur le développement et la mise oeuvre de nouveaux outils analytiques et numériques qui nous permettent, en parallèle, de mieux cerner les propriétés physiques des naines blanches pulsantes.

Au cours de leur lent refroidissement, les naines blanches de type DA passent par une étroite bande d'instabilité dans le diagramme HR ($13,000 \geq T_{\text{eff}} \geq 11,000$ K), à l'intérieur de laquelle des modes de pulsation non radiaux de type *g*, dont la gravité est la force de rappel, sont excités. L'excitation de ces

modes est intimement liée au mécanisme de recombinaison de l'hydrogène dans les couches superficielles des naines blanches qui traversent la bande d'instabilité. Généralement, plusieurs modes de pulsation sont excités simultanément et produisent des variations multi-périodiques d'intensité lumineuse. Il est important de se rendre compte que les variations de volume et les déformations géométriques associées aux modes de pulsation non radiaux sont tout à fait négligeables dans une naine blanche, à cause de son énorme gravité de surface. Il convient donc de visualiser un mode de pulsation en terme d' *onde de température* qui se déplace à la surface d'une étoile sphérique, de volume constant. La technique idéale pour l'étude des variations lumineuses associées à de telles ondes est la photométrie à haute résolution temporelle, que l'on fait généralement avec une grande bande passante, en "lumière blanche", afin de maximiser le taux de comptage des photons. La courbe de lumière ainsi obtenue est soumise, entre autres, à une analyse de Fourier, qui permet une détermination précise des *périodes* des modes excités détectés, les quantités les plus fondamentales de la sismologie stellaire. Typiquement, le temps d'échantillonnage de la courbe de lumière d'une naine blanche pulsante est de 10 s, et les périodes en jeu varient de ~100 à ~1200 s.

Le spectre de périodes de pulsation d'une naine blanche dépend de sa structure mécanique: dans ces étoiles, l'équilibre hydrostatique est dominé par la pression des électrons dégénérés, et la stratification chimique *y* est importante. En général, un mode de pulsation de type *g* est spécifié par 3 "nombres quantiques:" *k* le nombre d'onde radial, qui est égal au nombre de noeuds de la fonction propre du mode dans la direction radiale; *l*, le degré, et *m* l'ordre azimutal de l'harmonique sphérique Y_l^m qui décrit la dépendance angulaire de la fonction

propre du mode. Pour une étoile sphérique, la période d'un mode de pulsation ne dépend que des nombres k et l . En présence de stratification chimique, la théorie permet de penser que certains modes (ceux avec des noeuds dans la partie radiale de leurs fonctions propres qui tombent près de la base de la couche d'hydrogène) sont excités de façon sélective. Pour un l donné, ces modes sont séparés d'une valeur constante δk dans l'espace des nombres d'onde, valeur qui dépend de l'épaisseur de la couche d'hydrogène. Les modes excités ont donc des périodes dont les rapports et les différences rendent compte de l'épaisseur de cette couche. On peut donc, en principe, déterminer, cette quantité fondamentale à partir du spectre observé de périodes.

En pratique, cette analyse est compliquée par le fait que l'identité des modes observés (c.à.d. les valeurs de k et l) n'est pas connue a priori. Des considérations géométriques font penser que $l \leq 3$ dans les naines blanches, mais il n'y a pas de contraintes équivalentes pour k . Il s'agit alors de comparer les périodes observées (en tenant compte du fait que les modes attendus ne sont peut être pas tous présents et que des modes supplémentaires peuvent être excités) avec des périodes calculées à partir de modèles évolutifs de naines blanches. On essaie tout particulièrement d'isoler des rapports et des différences de périodes que l'on retrouve dans certains modèles. Notre banque de périodes calculées contient à l'heure actuelle plus de 100,000 modes (pour $l \leq 3$). Pour exploiter à fond le potentiel de cette technique, il faut, en parallèle, pouvoir disposer du plus grand nombre possible de modes observés, une contrainte qui motive notre programme de recherche au TCFH de modes de faibles amplitudes dans les naines blanches pulsantes.

Au cours de 3 missions récentes à Mauna Kea, nous avons obtenu des courbes de lumière de plusieurs naines blanches pulsantes de type DA. Grâce à la grande ouverture du TCFH et à la qualité exceptionnelle du site, nos données sont assurément les meilleures de leur genre. A titre d'exemple, la Figure 11 illustre une partie d'une courbe de lumière obtenue pour l'étoile G207-9 dont la brillance apparente, $V = 14.6$, est typique des naines blanches pulsantes. On y remarque, entre autres, la présence d'interférences destructives entre les modes, et le niveau de bruit remarquablement faible. Nos observations ont été obtenues à l'aide de LAPOUNE, le photomètre à 3 canaux de l'Université de Montréal. Cet instrument a été construit spécialement pour l'étude des phénomènes photométriques rapides dans les étoiles, et permet l'enregistrement simultané de l'intensité lumineuse de l'étoile-cible, de celle d'une étoile de comparaison, et de celle du ciel.

La Figure 12 montre le spectre d'amplitude de Fourier d'une courbe de lumière de G207-9 dans l'intervalle 0-10 mHz. Le niveau du bruit y est très faible, de ~ 0.6 millimagnitude aux basses fréquences à moins de 0.3 millimagnitude pour des fréquences supérieures à ~ 4 mHz, un niveau *exceptionnellement faible pour ce genre d'observations, mais typique de l'apport du TCFH à ce domaine*. Cet abaissement significatif du niveau du

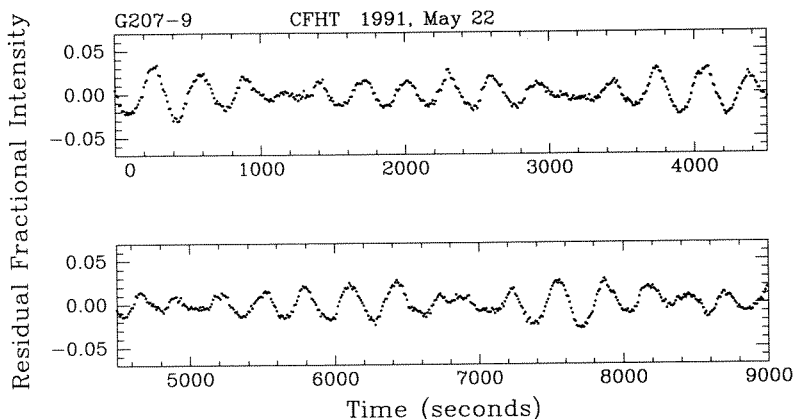


Figure 11: Courbe de lumière de G207-9 exprimée en intensité résiduelle en fonction du temps. Chaque point correspond à l'intensité lumineuse en "lumière blanche" échantillonnée pendant 10 s. La courbe de lumière est continue de gauche à droite et de haut en bas. Les variations maximales de luminosité sont de l'ordre de 3.5%.

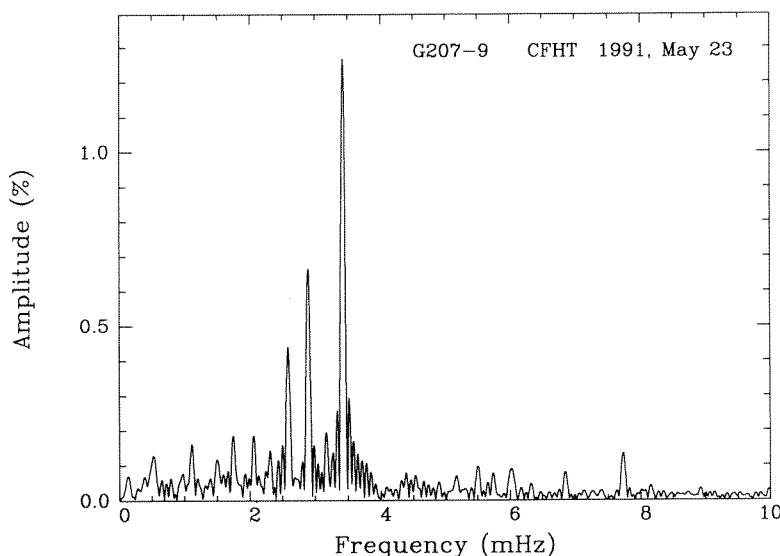


Figure 12: Spectre de Fourier d'une courbe de lumière de G207-9. Le diagramme montre l'amplitude (%) en fonction de la fréquence (mHz). Au-delà de 10 mHz et jusqu'à la fréquence de Nyquist, le spectre est complètement compatible avec du bruit et n'est donc pas illustré.

bruit nous permet, pour la première fois, de relever la présence d'une bonne vingtaine de périodes de pulsation dans G207-9. En se remémorant que seules quelques périodes étaient connues avant ces observations, on appréciera sans peine le gain important d'information obtenu au TCFH. En particulier, et au contraire de la situation antérieure, nous disposons désormais d'un nombre suffisant de périodes observées pour construire les rapports et les différences de périodes nécessaires à une comparaison détaillée avec nos calculs théoriques. Nous pensons pouvoir mener à terme de telles comparaisons et ainsi, en fin de compte, mesurer la quantité résiduelle d'hydrogène non seulement dans G207-9, mais aussi dans d'autres naines blanches pulsantes.

G. Fontaine, P. Bergeron, F. Wesemael, P. Brassard
 Département de Physique, Université de Montréal
 G. Vauclair
 Observatoire Midi-Pyrénées