



## PROPOSITION DE PROGRAMME DE RECHERCHE

Période Ete 2004

<u>Type de programme :</u> (cocher la case correspondante) Court terme <input type="checkbox"/> Long terme <input checked="" type="checkbox"/>	
Titre du programme : <b>Etoiles Be binaires</b>  Résumé du programme : <p>Nous proposons de suivre les variations en <math>H\alpha</math> de quelques étoiles Be binaires en interaction avec une étoile géante froide pour étudier la stabilité de leur disque d'accrétion, en particulier en étudiant si le transfert de matière est variable ou non d'un cycle à l'autre. D'autre part, nous proposons également de suivre des étoiles Be suspectées d'être binaires afin de vérifier ce fait et d'établir leur période de binarité. Pour cela des mesures précises (à haut rapport signal sur bruit) de vitesses radiales dans les raies photosphériques bleues sont nécessaires. Une éventuelle interaction entre les composantes pourra être recherchée en observant <math>H\alpha</math> à plus faible résolution, au cours de la présumée période orbitale.</p>	
Nombres de nuits demandées : ~ <b>10 heures / étoile</b> Lune : <input type="checkbox"/> NL <input type="checkbox"/> PQ <input type="checkbox"/> PL <input type="checkbox"/> DQ	
Dates préférentielles : 1 : <b>toute l'année</b> 2 :	
Périodes à éviter :	
Chercheur principal : <b>Anne-Marie Hubert</b> Adresse : <b>GEPI</b> <b>Observatoire de Meudon</b> <b>5, place Jules Janssen</b> <b>92195 Meudon Cedex</b> E-mail : <b>Anne-Marie.Hubert@obspm.fr</b> Tél. : <b>01.45.07.78.56</b> Fax : <b>01.45.07.78.72</b>	Collaborateurs : <b>Michèle Floquet</b> <b>Coralie Neiner</b>

Remplir un formulaire par programme. En faire un fichier Post-Script à envoyer a [cneiner@rssd.esa.int](mailto:cneiner@rssd.esa.int) avant le 15 janvier 2004.

Titre du programme : Etoiles Be binaires

S'agit-il de la poursuite d'un programme antérieur ?

OUI

NON

Nom du chercheur principal : Anne-Marie Hubert

## 1 Justification scientifique du programme

*Remplacez votre programme dans le contexte scientifique international actuel (avec les références bibliographiques nécessaires) et mettez en relief les questions auxquelles les observations demandées sont appelées à répondre.*

On reconnaît les étoiles Be par leur spectre de lumière particulier qui montre les raies d'hydrogène en émission au lieu d'être en absorption. Cette émission peut apparaître subitement et aussi disparaître. Environ 20% de toutes les étoiles B de notre galaxie sont des étoiles Be. Leur comportement est souvent très complexe et nous ne savons pas pourquoi certaines étoiles B deviennent des Be. Les étoiles Be les plus massives et plus chaudes ont des vents variables plus forts que les étoiles B normales de type spectral similaire. Ces vents variables créent des variations rapides dans les raies Ultra-Violettes sensibles au vent. Les étoiles Be ont aussi des variations dans l'intensité et le spectre de leur lumière optique et Infra-Rouge sur des échelles de temps de l'heure à la décennie. Les phases d'émission dans les raies d'hydrogène, appelées "le phénomène Be", reflètent des changements dans la structure du disque de matière qui entoure ces étoiles et qui est créé par des éjections de matière provenant de l'étoile. La première étoile Be a été observée en 1867, mais l'origine de ce phénomène est toujours incompris, en particulier la nature discontinue des éjections de matière, à part dans un cas. On considère en général que le disque des étoiles Be est dû à leur vitesse de rotation très rapide. Mais les calculs montrent que la rotation à elle-seule ne peut pas expliquer la formation du disque. Une autre explication est nécessaire pour comprendre comment la matière peut obtenir assez de moment angulaire pour être éjectée et rester en orbite autour de l'étoile.

Quelques explications ont été proposées récemment pour résoudre ces énigmes, dont la présence de pulsations non-radiales ayant des périodes très rapprochées. Les interférences constructives de ces différentes périodes créent une augmentation de l'amplitude de pulsation, qui permet d'éjecter de la matière. Des pulsations ont été observées dans des étoiles B. Leur rôle dans le déclenchement de la perte de masse, dans le cas des étoiles Be, n'est pas démontré, sauf pour l'étoile  $\mu$  Cen pour laquelle les éjections de matière semblent coïncider avec les battements des pulsations non-radiales. Une autre explication est la présence d'un champ magnétique. Le vent qui s'échappe de l'étoile est forcé de tourner avec elle et avec le champ magnétique, obtenant ainsi le moment angulaire nécessaire. Les observations requises pour détecter un champ magnétique dans ce type d'étoiles sont très difficiles à obtenir. Un champ magnétique a cependant été récemment détecté dans deux étoiles Be : l'étoile Be classique  $\omega$  Ori et l'étoile Be lente  $\beta$  Cep.

Cependant, plusieurs étoiles Be sont des étoiles binaires. Lorsque la période de binarité est courte, les deux étoiles peuvent entrer en interaction si l'une d'entre elles remplit son lobe de Roche (ce qui est le cas si le compagnon est une étoile géante). La présence d'un compagnon géant proche est donc aussi une explication au phénomène Be pour certaines étoiles. En étudiant les variations de la raie  $H\alpha$  pendant plusieurs cycles de la binaire il est possible d'étudier la stabilité du disque d'accrétion qui se forme autour de l'étoile B qui devient ainsi une étoile Be, en recherchant si le transfert de matière est régulier ou variable d'un cycle à l'autre. D'autre part, certaines étoiles Be sont suspectées binaires mais ce fait doit être confirmé et la période de binarité doit être déterminée. Ceci est possible en étudiant les vitesses radiales des raies photosphériques bleues. Cependant un haut rapport signal sur bruit est nécessaire. Ces étoiles peuvent aussi faire l'objet d'un suivi en  $H\alpha$  à plus faible résolution pour rechercher une interaction éventuelle de l'étoile Be avec le compagnon présumé, en particulier si la période de binarité suspectée est courte.

## 2 Justification de la faisabilité du programme avec le réseau ARAS

*Indiquez ce qui doit être réellement observé et ce qui doit ressortir des observations (notamment en terme de rapport signal/bruit, résolution spectrale, etc) afin de démontrer que le programme est réalisable avec l'instrumentation ARAS.*

Le suivi  $H\alpha$  des étoiles Be binaires peut être réalisé avec un petit télescope équipé d'un spectrographe de résolution 5000 environ. Le rapport S/B devra être d'au moins 100.

Le suivi des raies bleues devra plutôt être réalisé avec un télescope de 60 cm (par exemple Musicos à Saint Véran), afin d'assurer la couverture du domaine bleu et un bon rapport S/B. En effet, avec un grand domaine de longueur d'onde nous obtiendrons plus de raies bleues. De plus, avec la grande résolution (35000) et le bon rapport S/B (300) de Musicos, nous verrons des détails dans les raies qui ne peuvent pas être observés avec les petits télescopes.

### 3 Justification du nombre de nuits demandées

- *Sont à prendre en compte le nombre d'objets du programme, le temps d'intégration par objet (y compris les étoiles standard) pour obtenir le rapport signal/bruit requis, et les temps d'étalonnages instrumentaux.*

Les cibles proposées couvrent toute l'année, mais chacune d'entre elles n'est visible qu'environ 6 mois par an.

Chaque étoile devra être observé pendant 3 cycles de la binaire, c'est-à-dire entre 2 semaines et 4 mois selon l'étoile.

En moyenne une cinquantaine de spectres répartis sur 3 cycles seront nécessaires. Par conséquent, pour les étoiles avec une période de binarité courte, plusieurs spectres par nuit doivent être obtenus. Pour les étoiles avec une période longue, un spectre par nuit sera suffisant.

- *S'il s'agit d'un programme à long terme, indiquez le nombre de nuits déjà attribuées au programme, et justifiez le nombre de nuits supplémentaires nécessaires à son achèvement.*

### 4 Propriété des données

- *Ce programme nécessite-t-il de conserver la propriété des données au-delà de la période normale de 1 an ? Si oui, justifier.*

non

- *Ce projet fait-il l'objet d'une campagne couplée à d'autres moyens d'observations ? Lesquels ?*

non

### 5 Coordonnées équatoriales (2000) et magnitudes des astres à observer

*Cette information est indispensable ; ajoutez une annexe si nécessaire.*

Voir la table 1 ci-jointe.

### 6 Attributions précédentes

*Liste des programmes ARAS précédents dont a bénéficié le demandeur au cours des trois dernières années, et rapport succinct sur les résultats obtenus.*

Table 1: Etoiles Be

HD	Name	alpha	delta	V	Type	Période	$\lambda$
41335	HR 2142	06 04 14	-06 42 32	5.3	B2Vne	80	H $\alpha$
174237	CX Dra	18 46 43	+52 59 17	5.9	B2.5Ve+F5III	6.7?	H $\alpha$
200120	59 Cyg	20 59 50	+47 31 15	4.7	B1.5Vnne	28.17	H $\alpha$
216200	14 Lac	22 50 22	+41 57 12	5.9	B3IVe+F9IV	10.0854	H $\alpha$
23302	17 Tau	03 44 53	+24 06 48	3.7	B6IIIe	4.292?	H $\alpha$ + bleu
23630	$\eta$ Tau	03 47 29	+24 06 18	2.9	B7IIIe	4.135?	H $\alpha$ + bleu
25940	48 Per	04 08 40	+47 42 45	4.0	B3Ve	16?	H $\alpha$ + bleu
45542	$\nu$ Gem	06 28 58	+20 12 44	4.1	B6IIIe	40.198?	H $\alpha$ + bleu
45995	HR 2370	06 31 10	+11 15 05	6.1	B2IVe	5.286	H $\alpha$ + bleu
58978	FY CMa	07 26 59	-23 05 10	5.6	B0IVep	12?	H $\alpha$ + bleu
148184	$\chi$ Oph	16 27 01	-18 27 23	4.4	B1.5Ve	34.12	H $\alpha$ + bleu
203025	HR 8153	21 17 19	+58 36 41	6.4	B2IIIe	5.4136	H $\alpha$ + bleu
224559	LQ And	23 58 46	+46 24 47	6.5	B3-4IV-Ve	7.4132	H $\alpha$ + bleu

Pas de programmes ARAS précédents. Voir cependant le programme de suivi d'étoiles Be de Christian Buil (<http://www.astrosurf.com/buil/us/bestar.htm>).

## 7 Publications

*Liste des 5 publications (recentes) les plus pertinentes de l'équipe proposante, liées au projet envisagé.*

- Horn J., Hubert A.-M., Hubert H., Koubsky P. & Bailloux N., 1992, A&A 259, 5 : 'CX Draconis - The orbit parameters for both components.'
- Floquet M., Hubert A.-M., Hubert H., Ballereau D. & Chauville J., 1995, A&A 294, 227 : 'The binary system of the Be star KX Andromedae.'
- Neiner C., Hubert A.-M., Floquet M., Jankov S., Henrichs H.F. et al., 2002, A&A 388, 899 : 'Non-radial pulsation, rotation and outburst in the Be star omega Orionis from the MuSiCoS 1998 campaign.'

**Date : January 19, 2004**

- 
- Vous ne devez remplir qu'un seul formulaire par programme
  - Les informations concernant ARAS sont disponibles sur <http://astrosurf.com/aras>
  - Les publications basées sur des observations effectuées avec les télescopes associés à ARAS doivent en faire mention par une note dans le titre.
  - Les publications basées sur des observations effectuées avec ARAS doivent avoir ARAS comme co-auteur.
-