



## PROPOSITION DE PROGRAMME DE RECHERCHE

Période Ete 2004

<p><b>Type de programme :</b> <i>(cocher la case correspondante)</i></p> <p>Court terme <input type="checkbox"/> Long terme <input checked="" type="checkbox"/></p>	
<p>Titre du programme : <b>Suivi d'étoiles Be</b></p> <p>Résumé du programme :</p> <p>Nous proposons de suivre une quinzaine d'étoiles Be brillantes, à raison d'un spectre par mois pendant 4 ans. Ce suivi permettra l'étude des variations à long-terme des étoiles Be. Notamment nous aimerions savoir si ces variations sont cycliques afin d'essayer de comprendre l'origine de ces variations. Ces observations peuvent être effectuées sur Musicos à Saint Véran et éventuellement complétées par des observations à H<math>\alpha</math> sur des télescopes plus petits.</p>	
<p>Nombres de nuits demandées : <b>1 spectre/mois/étoile = 10n</b> Lune : <input type="checkbox"/> NL <input type="checkbox"/> PQ <input type="checkbox"/> PL <input type="checkbox"/> DQ</p> <p>Dates préférentielles : 1 : <b>toute l'année</b> 2 :</p> <p>Périodes à éviter :</p>	
<p>Chercheur principal :</p> <p><b>Coralie Neiner</b></p> <p>Adresse : <b>Estec, ESA</b> <b>Keplerlaan 1</b> <b>2201 AZ Noordwijk ZH</b> <b>Netherlands</b></p> <p>E-mail : <b>cneiner@rssd.esa.int</b> Tél. : <b>0031715656523</b> Fax : <b>0031715654697</b></p>	<p>Collaborateurs :</p> <p><b>Michele Floquet</b> <b>Anne-Marie Hubert</b></p>

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 : Suivi d'étoiles Be

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

Nom du chercheur principal : Coralie Neiner

## 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.

L'étude des variations spectrales des étoiles Be indiquent que ces étoiles subissent non seulement des variations à court terme dues aux pulsations, à la rotation etc, mais aussi des variations à long-terme. Ces variations longues sont difficiles à étudier, faute de suivi régulier d'étoiles Be sur des longues périodes de temps. Nous ne savons donc pas si ces variations sont cycliques par exemple et nous ne connaissons pas leur origine. Pourtant les variations longues pourraient être un ingrédient important pour comprendre les étoiles Be elles-mêmes, ainsi que leur relation avec les étoiles B normales. C'est ce suivi à long-terme d'étoiles Be que nous proposons de réaliser dans ce programme : suivre une quinzaine d'étoiles Be brillantes pendant plusieurs années, à raison d'un spectre par mois.

## 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.*

Ce programme devra être effectué sur Musicos à Saint Vêran. En effet, avec un grand domaine de longueur d'onde nous obtiendrons beaucoup de raies (notamment les raies d'Hel), ce qui nous permettra de voir la corrélation entre les émissions des différentes raies et d'étudier différentes espèces chimiques. 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.

Cette étude peut cependant s'accompagner d'une étude uniquement sur la raie H $\alpha$ , avec un S/B de 100 et des petits télescopes. Autrement dit, ce programme peut donc être réalisé collectivement. Voir par exemple le suivi d'étoiles Be de Christian Buil.

### 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.

Il n'est pas nécessaire que les étoiles soient observées la même nuit. Elles peuvent être observées des nuits différentes et à n'importe quel moment du mois.

15 étoiles \* 1 spectre (1 heure) par mois \* chacune 6 mois par an = 7.5 \* 1 heure par mois = 10 nuits par an

- *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.*

Ce programme devra se poursuivre sur plusieurs années.

### 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	vsini	Type
5394	$\gamma$ Cas	00h 56.7	+60 43	2.47	230	B0Ve
11415	$\epsilon$ Cas	01h 54.4	+63 40	3.40	30	B3Ve
23302	17 Tau	03h 44.9	+24 07	3.70	85	B6IIIe
24912	$\xi$ Per	03h 59.0	+35 47	4.04	215	O7e
25940	48 Per	04h 08.7	+47 43	4.04	155	B4IVe
33328	$\lambda$ Eri	05h 09.2	-08 45	4.27	220	B2IVn
35411	28 Ori	05h 24.5	-02 24	3.36	30	B1Ve
37202	$\zeta$ Tau	05h 37.6	+21 09	3.00	310	B2IIIpe
37490	Ome Ori	05h 39.2	+04 07	4.57	195	B3IIIe
109387	$\kappa$ Dra	12h 33.5	+69 47	3.87	250	B5IVe
164284	66 Oph	18h 00.2	+04 24	4.64	220	B2Vne
200120	59 Cyg	20h 59.5	+47 31	4.74	300	B1.5Vnne
202904	$\nu$ Cyg	21h 17.9	+34 54	4.43	260	B2Vne
205021	$\beta$ Cep	21h 28.6	+70 34	3.23	28	B1IVe
217675	o And	23h 01.5	+42 19	3.63	200	B6IIIpe

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.*

- Neiner C., Hubert A.-M., Frémat Y., Floquet M., Jankov S. et al., 2003, A&A 409, 275 : 'Rotation and magnetic field in the Be star  $\omega$  Orionis.'
- 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.'
- Floquet M., Neiner C., Janot-Pacheco E., Hubert A.-M., Jankov S. et al, 2002, A&A 394, 137 : 'Variability and pulsations in the Be star 66 Ophiuchi.'

**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 telescopes 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.
-