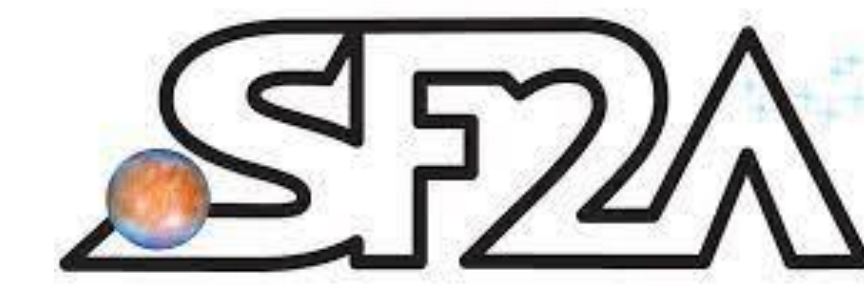


Nouveaux résultats d'analyse de quelques spectres du programme scientifique amateur des Observateurs Associés au Télescope Bernard Lyot OATBL



Anica Lekic ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾, Martin Grandidier ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾



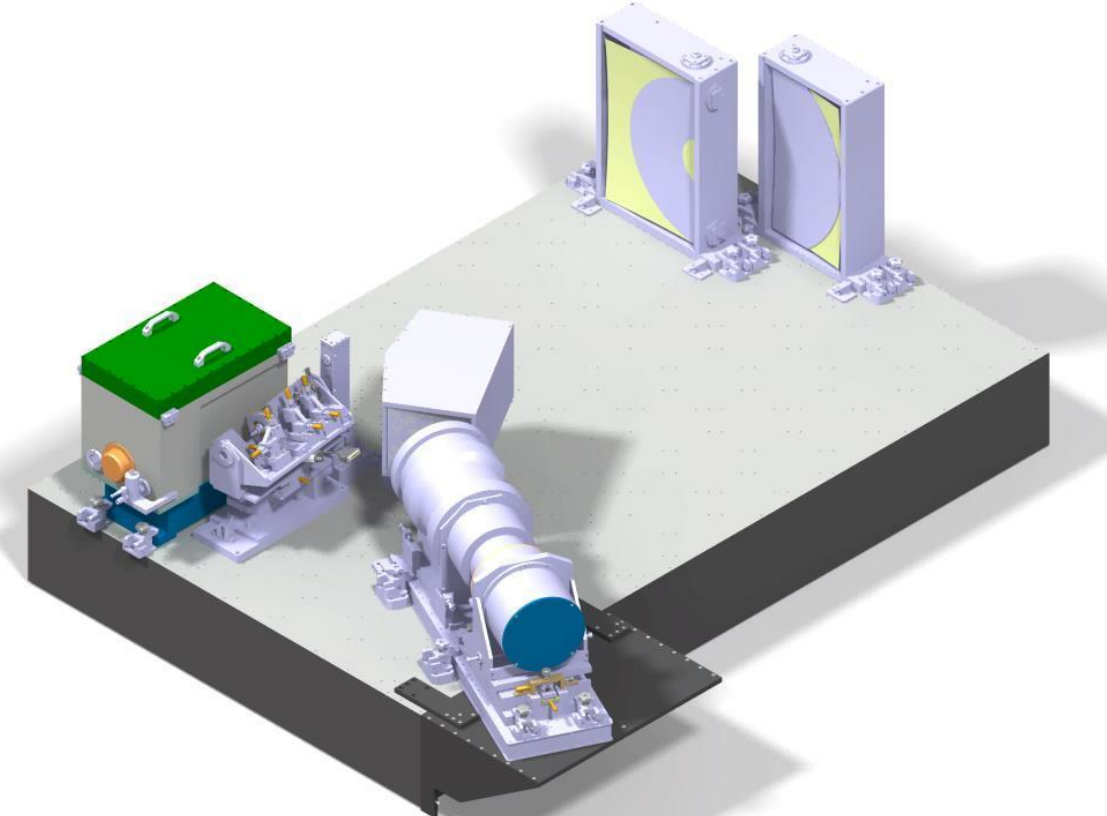
(1) Observateurs Associés au Télescope Bernard Lyot (OATBL) ; (2) Institut Polytechnique des Sciences Avancées (IPSA) ; (3) Société Astronomique de France (SAF)

La collaboration amateurs-professionnels des OATBL

- Depuis 2016, les OATBL remplissent le planning des observateurs de service, en plus des statutaires.
- Les OATBL sont là pour suppléer les statutaires si le planning ne peut pas être rempli.
- Depuis 2018, Le programme amateur se focalise sur l'étude des étoiles à hautes métallicités.
- Certains outils et programmes sont réalisés par des membres pour dépouiller les données.
- L'association est intergénérationnelle, .
- L'association des OATBL est constitué de personnes d'horizons différents. La plupart sont des retraités et d'autres des étudiants ou salariés.
- En 2020 et 2021, un projet inter-école a été mis en place pour travailler sur les données des OATBL. Nous présentons ici les premiers résultats.



Du nouveau au Pic du Midi : Néo-Narval au TBL



Depuis septembre 2019, l'instrument Narval qui était couplé au TBL, a été remplacé par son successeur : Néo-Narval. Cet instrument réalise une stabilisation en vitesse radiale (vélocimétrie) < 3m/s du spectrographe Narval/TBL.

En dehors des études initialement menées avec son prédécesseur, Néo-Narval permettra également d'étudier les liens entre activité stellaire et magnétisme autour d'étoiles hôtes d'exoplanètes.

Dans un but d'organisation des données, un nouveau moyen de les structurer a été mis en place à partir de fichiers fits contenant tout ce que l'instrument produit en sortie.

Maintenant, les fichiers fits sont structurés en extensions et contiennent dans une première partie les métadonnées et l'information reliée aux conditions d'observation, et en second lieu les informations concernant les données contenues dans l'extension « data ».

Contactez-nous et adhérez !



Anica Lekic, membre du bureau des OATBL, membre du CA de la SAF et vice-présidente à la CT2A/SAF, enseignante à l'IPSA

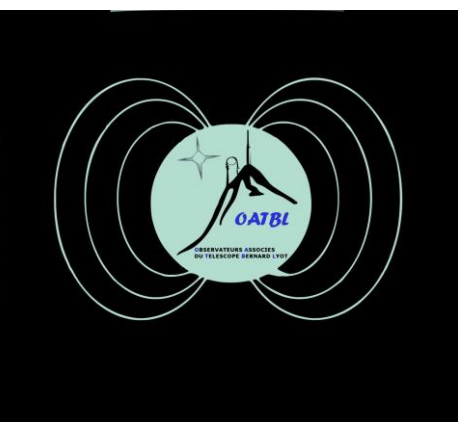
Anica.lekic@ipsa.fr



Martin Grandidier, étudiant à l'IPSA, Membre du CPS du TJMS
Martin.grandidier@gmail.com

Page Web Officielle des OATBL
<http://oatbl.free.fr/wordpress/>

Les OATBL remercient fortement Chloé Gac et Loïc Capitaine, qui ont pu travailler sur ces données avec l'OMP, ainsi que les précédentes équipes



Caractéristiques des étoiles à haute métallicité de notre programme

Les OATBL travaillent depuis maintenant trois ans activement sur l'analyse des spectres obtenus grâce à Narval et à Néo Narval depuis son installation et mise en route. Le programme scientifique amateur des OATBL est constitué de 36 spectres dont une partie obtenue avec Néo-Narval.

Dans l'échantillon des étoiles observées et traitées, on remarque une grande proportion dans la constellation de la grande ourse, de la girafe ainsi que le cygne. La plupart de nos étoiles se situent dans des constellations circum-polaires, ce qui facilite leur observation.

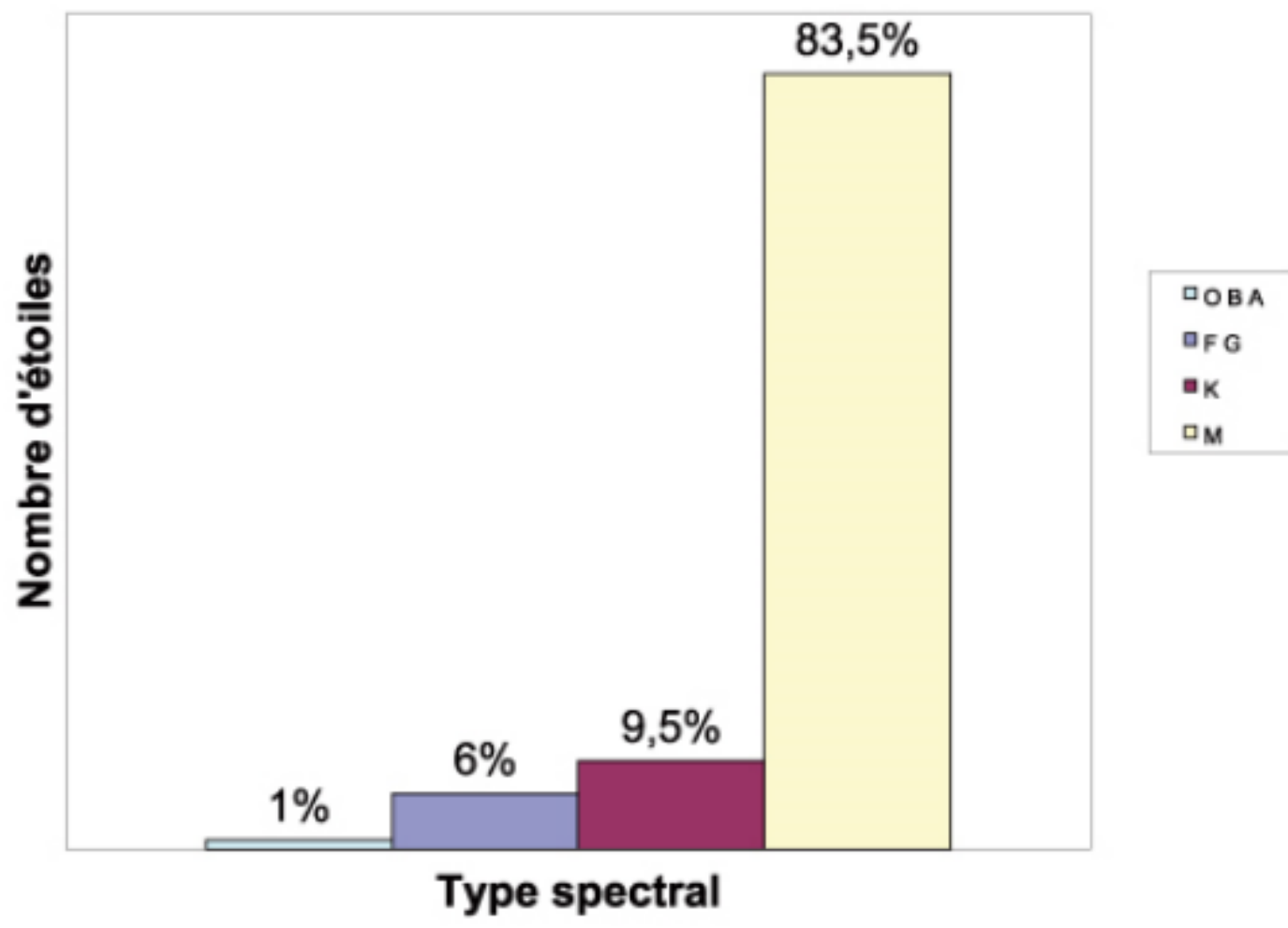
On remarque que la plupart de nos étoiles observées sont des étoiles de type spectrale O ou A pour plus de 83%.
Donc la plupart de ces étoiles sont très chaude les types O > 25 000 Kelvins et les types A entre 7 500 et 10 000 Kelvins.

L'effet doppler-Fizeau nous permet de déterminer le décalage en Blueshift ou Redshift de nos étoiles et de ainsi pouvoir savoir le mouvement par rapport à l'observateur de l'étoile.

On arrive à un résultat de 13 Blueshift, 14 Redshift et 9 cas indéterminés car le résultat de f n'est pas assez important pour savoir si la qualité des images ne nous donne pas un résultat erroné.

Modèle	Gauss	Lorentz	Voigt
Fonction	$G(x) = e^{-\frac{x^2}{b^2}}$	$L(x) = \frac{1}{1+x^2}$	$\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{e^{-at^2}}{b+(x-t)^2} dt$
Profil sur MagicPlot	$G(x) = a * e^{-\frac{\ln 2 * (x-x_0)^2}{d_x^2}}$	$L(x) = \frac{a}{1 + \frac{(x-x_0)^2}{d_x^2}}$	Association Gauss + Lorentz

$$f = f_0 * \frac{c \pm V_r}{c \pm V_s}$$



Lors du traitement de nos étoiles pour faire l'étude de la raie H α , nous utilisons des modèles mathématiques dans MagicPlot soit des gaussiennes, lorentziennes ou des profils de Voigt (combinaison des deux). Ces profils sont intéressants car ils nous permettent de savoir si l'étoile à une importante pression de surface ou non.

- Gauss : Haute pression de surface
- Lorentz : basse pression de surface
- Voigt : moyenne pression de surface

Ces profils vont nous renseigner sur la largeur à mi hauteur d'H α qui va nous permettre par la suite de retrouver la température effective.

Zoom sur β Herculis

β herculis fait partie de la constellation d'Hercule et est un des constituant d'un système binaire. Elle est âgée de 9 milliards d'années de la séquence principale avec une température de 6000 K. Son spectre présente des raies d'hydrogène faible et des raies de fer plus importantes.

On peut remarquer grâce à ce spectre que c'est un système binaire semi-détaché, avec un échange de matière important. A la suite d'une seconde observation, on peut constater qu'un disque de débris gravite autour de l'étoile. Cependant dans la théorie ces disques de matière ne sont pas censés être présents puisqu'ils résultent d'impact d'astéroïdes. De ce fait, la matière est par la suite éjectée donc on peut émettre l'hypothèse d'une création permanente de matière.

$$T = \left(\frac{15,46}{6562,82} \right)^2 * \frac{(3 \cdot 10^8)^2 * 9,11 \cdot 10^{-31}}{8 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot \ln 2} = 5945 \text{ K}$$
$$R = \sqrt{\frac{L}{4\pi\sigma T_{eff}^4}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3,828 \cdot 10^{26}}{4\pi \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 5945^4}} = 1,33 R_{soleil}$$
$$g = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 0,94 \cdot 2 \cdot 10^{30}}{(1,33 \cdot 6963 \cdot 10^8)^2} = 146,34$$

$$\text{Ainsi } \log g = \log(146,34 \cdot 100) = 4,165$$

On a voulu ainsi comprendre cette énigme : est-ce que la haute métallicité de l'étoile ne serait-elle pas en lien avec la présence de ce disque de matière alors que l'étoile ne semble pas présenter d'exoplanète dans son orbite ?

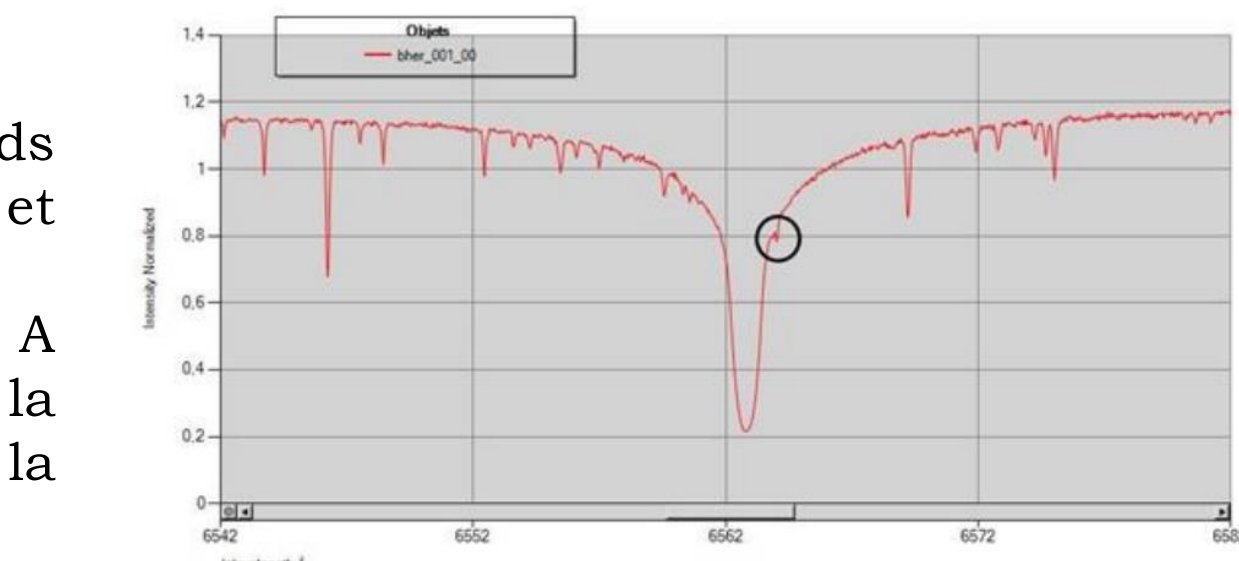
On cherche alors à voir si la répartition de la métallicité de l'étoile est la même qu'une autre.

Nous avons donc calculé la température effective de l'étoile, autrement appelé température de surface. Grâce à cela, on peut en déduire le rayon de l'étoile et arriver à la gravité de surface de l'étoile.

Nos résultats nous ont ensuite permis de faire un premier bilan et notamment de comparer avec la littérature.

Ce premier bilan nous a montré une étoile avec une taille 1/3 supérieure à celle du soleil, avec un log(g) de 4,16 qui se rapproche beaucoup de la valeur attendue dans la littérature. Cependant, le rayon de l'étoile est supérieur à celui qu'on devrait trouver d'environ 1,1 fois celui du soleil. Les raies du fer étaient toutes présentes, à l'exception de 4 raies et l'on a pu trouver une abondance de fer II identique avec les résultats des astronomes professionnels.

Pour cette étoile, la différence d'abondance en Fer II entre l'étoile et le soleil ne nous ont pas permis de statuer réellement sur la métallicité. En effet, nous ne sommes pas capables de dire si ce chiffre est cohérent ou non, car nous n'avons aucun accès aux données des professionnels. C'est la raison pour laquelle le dialogue a pris de nouvelle avec les professionnels. L'idée sera à l'avenir d'avoir ce genre de calculs et d'analyse des résultats, identiques pour les autres étoiles et pour en déduire des paramètres pertinents de ces étoiles.



$$[\text{Fe}/\text{H}] = \log_{10} \frac{N_{\text{Fe}}/N_{\text{H}}}{(N_{\text{Fe}}/N_{\text{H}})_{\odot}} \simeq \log_{10} \frac{N_{\text{Fe}}}{(N_{\text{Fe}})_{\odot}}$$

$$\left[\frac{\text{Fe}}{\text{H}} \right]_{\text{Bher}} = \log \left(\frac{N_{\text{Fe}}}{N_{\text{H}}} \right)_{\text{Bher}} = \log \left(\frac{N_{\text{Fe}}}{N_{\text{H}}} \right)_{\text{Bher}} - \log \left(\frac{N_{\text{Fe}}}{N_{\text{H}}} \right)_{\text{Soleil}}$$
$$= \text{Abondance}(\text{Fe}_{\text{Bher}}) - \text{Abondance}(\text{Fe}_{\text{Soleil}})$$
$$= 6,89 - 7,50 = -0,61 \text{ dex}$$

Perspective pour la suite de l'analyse des spectres du programme scientifique des OATBL

Les OATBL souhaitent poursuivre leur étude spectroscopique méticuleuse de la raie de l'hydrogène la plus intense, afin de mieux comprendre les mécanismes qui sont à l'œuvre dans les étoiles du programme scientifique. Y a-t-il une corrélation entre métallicité et paramètre de cette raie ? Qu'en est-il de l'intensité du champ magnétique ? Y a-t-il un lien entre métallicité et intensité du champ magnétique ? Ces étoiles possèdent-elles des exoplanètes autour d'elles ? Existe-t-il un lien entre métallicité et existence d'exoplanètes en tenant compte d'une intensité moyenne de champ magnétique ? Des questions passionnantes auxquelles souhaiteraient répondre les OATBL et tous les membres qui participent de près ou de loin à l'analyse de ces spectres, en lien étroit avec les astronomes de l'OMP.