

COLLABORATIONS PRO-AM EN PHOTOMÉTRIE SUR LES ÉTOILES DE TYPES BINAIRES À ÉCLIPSES

L. Corp^{1,2,3}

Abstract. Après avoir décrit les différents types de binaires à éclipses, cinq axes de recherches accessibles aux astronomes amateurs sont présentés, la technique utilisée étant ici la photométrie.

Keywords: Eclipsing binaries, O’Connell effect, oEa stars

1 Introduction

Dans cet article sont présentés les différents axes de recherches où les astronomes amateurs peuvent être très utiles: la modélisation 3D des étoiles binaires, l’interprétation des $O - C$ (observé moins calculé), la recherche de l’effet O’Connell, la mise en évidence des variations des étoiles oEa et l’observation des étoiles “oubliées”.

2 Les binaires à éclipses

Une étoile binaire à éclipses est une étoile binaire dans laquelle le plan de révolution des deux astres se trouve sensiblement sur la ligne de visée de l’observateur, ceux-ci s’éclipsant ainsi mutuellement de façon périodique (Figure 1).

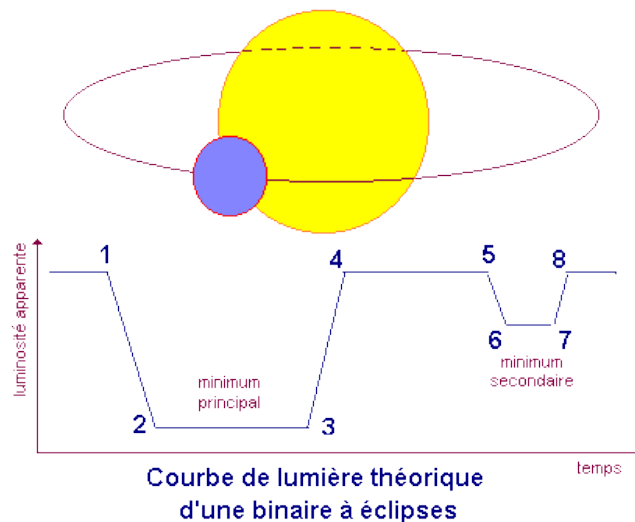


Fig. 1. Exemple d’une courbe de lumière d’une binaire à éclipse. Positions 2 à 3 : minima primaire, Positions 6 à 7 : minima secondaire. Source <http://www.cosmovisions.com/biec.htm>.

¹ American Association of Variable Star Observers

² GEOS, Groupe Européen d’Observation Stellaire)

³ Commission des Étoiles Doubles, Société Astronomique de France

2.1 Les différents types

Par simplification, seulement trois types sont présentés en utilisant les courbes de lumière:

- EA ou détachés: minimum principal bien marqué, minimum secondaire important ou presque indécélable.
- EB (Beta Lyræ) ou Semi-détaché (SD) : Minimum principal bien marqué, minimum secondaire aussi important que le primaire, courbe arrondie due à l'attraction gravitationnelle des étoiles.
- EW (W Ursæ Majoris) ou Overcontact (C) : Minimum principal quasiment identique au minimum secondaire, courbe arrondie due à l'attraction gravitationnelle des étoiles, étoiles naines âgées en contact dont la période est inférieure à la journée.

Des exemples schématiques de ces trois types de binaires à éclipses sont présentés dans la Figure 2.



Fig. 2. (Gauche) Courbe de lumière d'une binaire à éclipse de type EA. (Centre) Courbe de lumière d'une binaire de type EB. (Droite) Courbe de lumière d'une binaire de type EW.

À partir de l'obtention des courbes de lumière (photométrie) et des vitesses radiales (spectroscopie), nous pouvons déterminer les masses, les rayons, les températures des étoiles, l'inclinaison et l'excentricité du système, ce qui permet de définir la loi Masse-Luminosité, établir une modélisation 3D et en connaître la distance.

3 Les axes de recherche

3.1 Modélisations 3D et envoi des données obtenues

- Prédire l'observation des minima primaire et secondaire de l'étoile
- Observer cette étoile en effectuant des time-series sur une période couvrant plusieurs heures afin de ne pas manquer les minima
- Dépouillements: Après pré-traitement des images, il faut réaliser la courbe de lumière et en extraire les données
- Modélisation: à partir des données extraites il est possible de réaliser, en connaissant les paramètres du système observé, une modélisation 3D

Envoi des données: il est très important d'envoyer les résultats obtenus soit à une association étudiant ce type d'étoiles (par exemple l'AAVSO: <http://www.aavso.org>), soit à un astronome professionnel.

3.2 Les résidus $O - C$

Le but est d'obtenir une courbe de lumière complète: comprenant les minima et les maxima. Idéalement il faut avoir les données avec différents filtres photométriques: B, V, R_c sinon en V (Johnson) ou r (Sloan).

Mise en évidence des $O - C$ (observé moins calculé): Entre l'instant du minima observé et l'instant calculé par les éphémérides, il peut exister un écart. Cet écart ($O - C$) est reporté sur une courbe. A partir de beaucoup de points de mesures, des phénomènes deviennent ainsi visibles (Fig. 3).

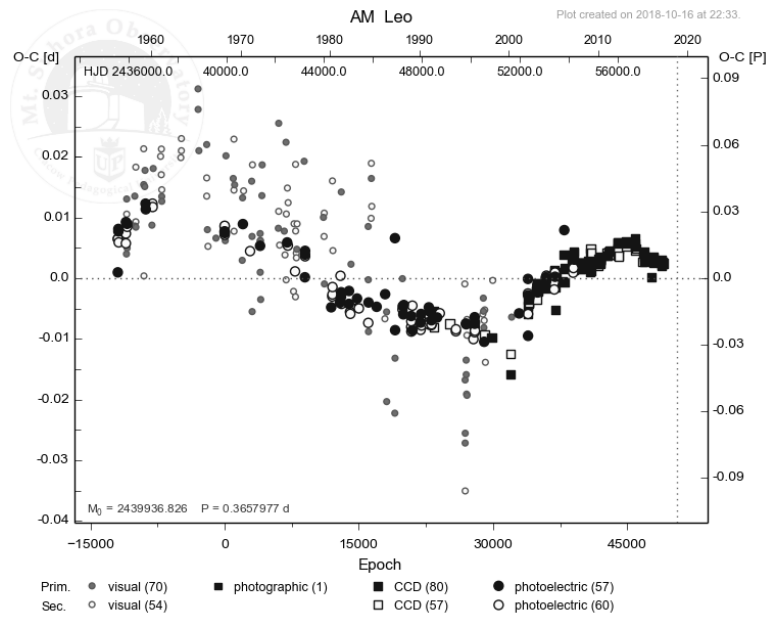


Fig. 3. Courbe $O - C$ de l'étoile AM LEO. Source: J.M. Kreiner, 2004, Acta Astronomica, vol. 54, pp. 207-210.

3.3 Effet O'Connell

L'effet O'Connell se produit uniquement pour les étoiles de type EW. Il est nécessaire de réaliser une courbe de lumière complète afin de détecter les différentes hauteurs des maxima. Cela peut être réalisé en multi-filtres. Même si cela n'est pas totalement compris, cela serait dû à des points chauds sur les étoiles ou des poussières entre les étoiles (voir Fig. 4).

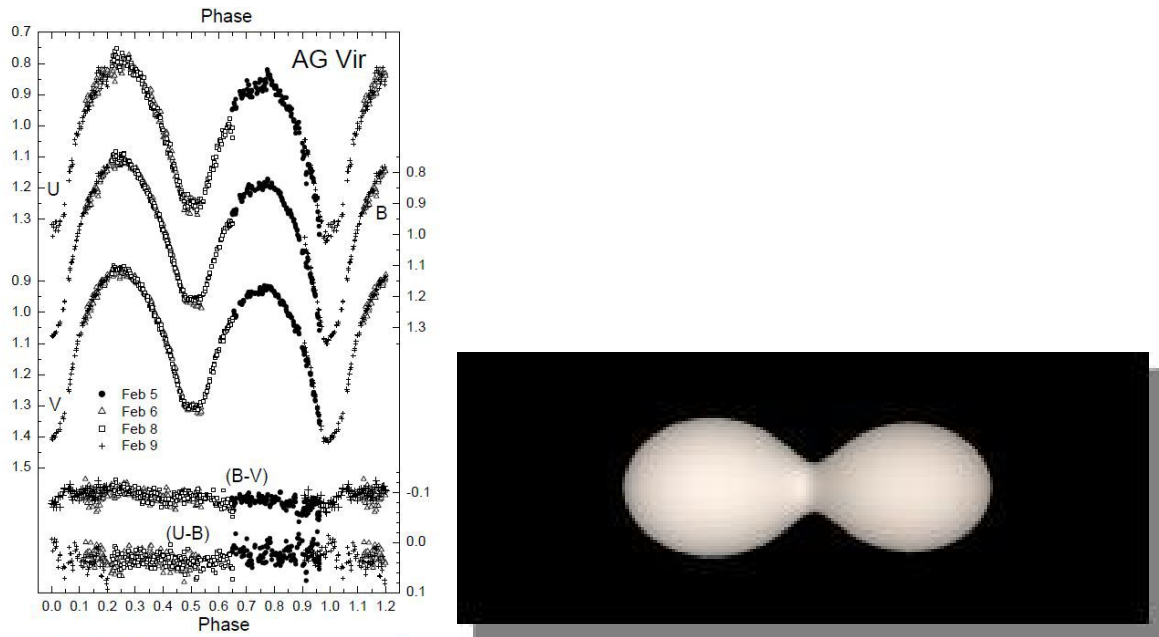


Fig. 4. Effet O'Connell pour l'étoile DU Boo et modélisation 3D de l'étoile XY Leo (StarLight Pro 2.1.39) Source: Pribulla *et al.*, 2011, Astron. Nachr., 332, pp. 607-615.

3.4 Étoiles oEA

Des variations sur le plateau pour les étoiles de type EA peuvent être mises en évidence, ces étoiles se nomment de type oEa.

L'étude consiste à détecter les micro-amplitudes de l'ordre de la millimag, les pulsations peuvent durer de 30mn à 3 heures. La composante principale est de type spectral A ou F, étoile pulsante de la classe Delta Scuti. A ce jour, quelques dizaines ont été détectées au sol (voir par exemple Fig. 5), quelques centaines dans l'espace. La référente de ce projet est Patricia Lampens (Observatoire Royal de Belgique).

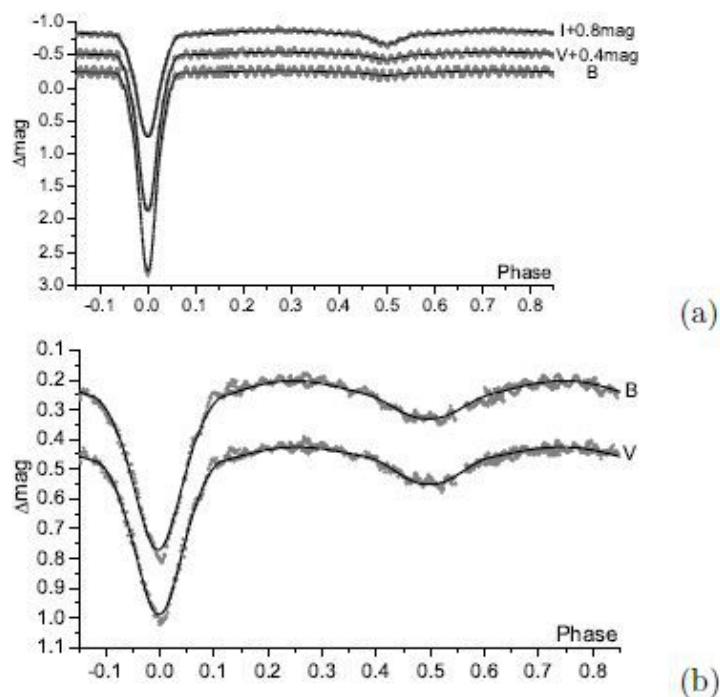


Fig. 5. Variations observées sur BO Her (a) et RR Lep (b).

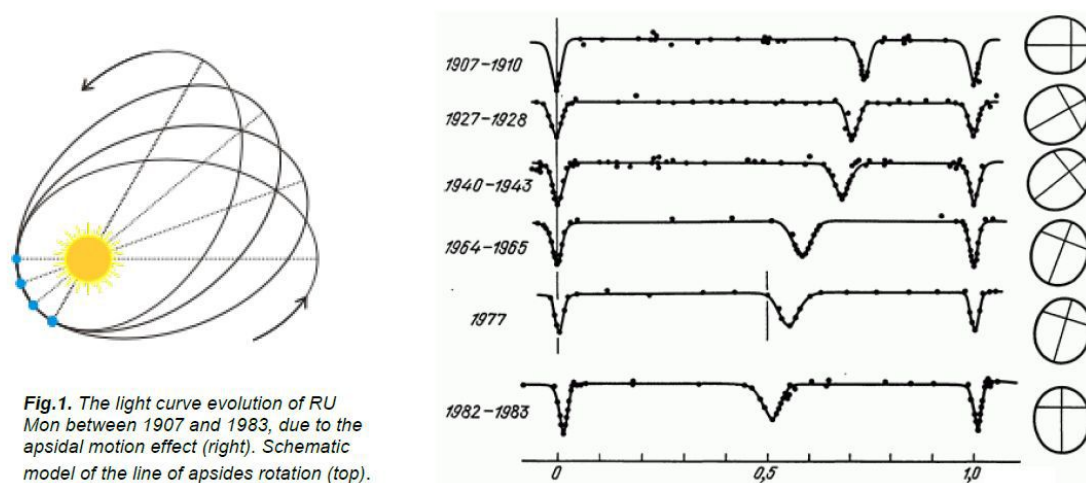


Fig. 6. Courbe de lumière affectée par le changement du plan orbital de la seconde composante. L'étoile secondaire change de plan orbital, ce type de phénomène nécessite de nombreuses années d'observations afin d'être mis en évidence.

3.5 Binaires à éclipses “oubliées”

Ce sont des binaires à éclipses perdues ou non ré-observées. Une soixante d'étoiles sans données depuis 2016 (source AAVSO) doivent être réobservées. Pour ces étoiles nous avons perdu la durée des périodes, les amplitudes des minima ou les durées des éclipses. La liste peut être demandée au responsable de la commission “Binaires à éclipses” de cette association.

4 Pour aller plus loin

On consultera avec profit les sites suivants:

- L'association étatsunienne des observateurs d'étoiles variables (AAVSO), section des binaires à éclipses: <https://www.aavso.org/aavso-eclipsing-binary-section>
- Les binaires éclipsantes de l'hémisphère Sud (Variables Stars South): <https://www.variablestarssouth.org/research-areas/eclipsing-binaries> et en particulier <http://www.eclipsingbinaries.prettyhill.org>
- Le *Open European Journal on Variable stars* (OEJV): <http://var.astro.cz/oejv>
- L'atlas de Cracovie des binaires à éclipses (*Crakow Atlas of EBs*), Source des *O–C*: <http://www.as.ap.krakow.pl/o-c/cont.html>

Et enfin le chapitre 20 (*How to Measure the Minima of Eclipsing Binaries; an Amateur's Experiences*) de l'ouvrage de référence par Bob Argyle (ed) (2012) *Observing and Measuring Visual Double Stars* (Berlin: Springer-Verlag) apporte beaucoup plus de précisions.

5 Conclusions

Les 5 points ne peuvent pas être développés en totalité, toutefois les astronomes amateurs ne sont pas nombreux à collaborer avec les professionnels sur ces sujets. Il serait souhaitable qu'il y ait une meilleure collaboration, tant les sujets à étudier peuvent bénéficier des observations des amateurs.