Mesures photométriques d'étoiles variables diverses : sixième partie : travail de maturité

Autor(en): **Coquile, Loren**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **63 (2005)**

Heft 327

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-897748

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Mesures photométriques d'étoiles variables diverses

Sixième partie - Travail de maturité

LOREN COQUILLE

2. Courbe obtenue et interprétations

CD17 (=USNO-A2.0 1050-19031360)

J'ai mesuré cette étoile durant mon stage du 14 au 28 juillet 2003 à l'observatoire de St-Luc. Sur trois nuits (2003.07.17, 2003.07.18 et 2003.07.19), nous avons fait 172 poses de 180 secondes. La réduction des données photométriques a été effectuée une première fois par DORAN DELUZ[31] et moi-même le 19 juillet 2003 à l'OFXB avec un programme récemment installé, puis une deuxième fois par RAOUL BEHREND le 30 juillet 2003 à l'observatoire de Genève pour des raisons techniques.

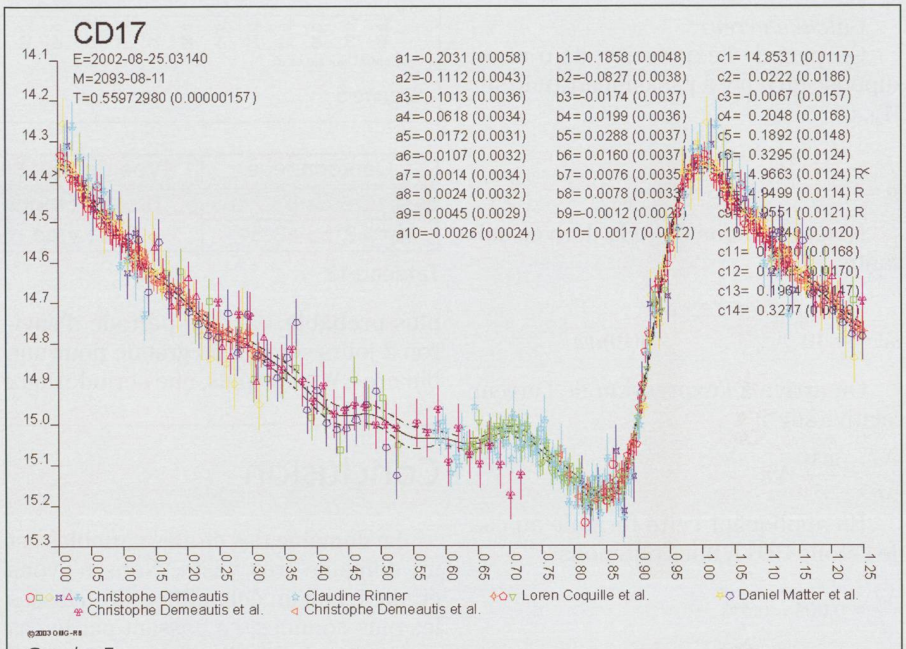
On voit que la courbe est éventuellement encore à compléter au niveau de la moitié de la période environ. D'autre part, plusieurs points sont à mettre en évidence. Premièrement, nous pouvons remarquer que la courbe présente peu de dispersion au niveau de la «montée». Cela rend compte du mode de pulsation de l'étoile, qui s'effectue selon un mode fondamental. En effet, si l'étoile ne pulsait pas en simple mode, deux (ou plus) fréquences de pulsation se superposeraient et l'on assisterait inévitablement à une variation de période (voir paragraphe «Variations de période» sous «Les RR Lyrae»), qui mènerait à une dispersion plus grande des mesures, puisqu'elles n'ont pas été réalisées en même temps, c'est-à-dire sur une seule période.

Deuxièmement, nous voyons une sorte de «bosse» en fin de «descente». Elle est due à un mécanisme hydrostatique ayant lieu lorsque l'étoile dégonfle: à un certain moment, l'étoile ne peut plus continuer à dégonfler, un blocage s'effectue, donnant lieu à une onde de choc qui la fait briller plus. Ensuite seulement interviennent les mécanismes d'opacité et de transfert d'énergie, qui vont faire regonfler l'étoile.

Il est possible de calculer la distance de cette étoile, grâce à l'une des formules démontrées à la section précédente. Il sera nécessaire pour cela d'utiliser le fait que les RR Lyrae ont toute une magnitude absolue d'environ 0.6. Nous allons donc utiliser la formule donnant la distance d'une étoile dont on connaît la magnitude visuelle et la magnitude absolue, en étant conscients que l'estimation de la distance à laquelle on va aboutir ne sera pas d'une grande précision, puisque nous utilisons une approximation.

Sur la courbe de CD17, nous pouvons estimer les magnitudes maximale et minimale atteinte par l'étoile aux valeurs suivantes:

$$m_{max} = 14.35 \pm 0.01 \qquad \Delta m_{max} = 0.01$$
$$m_{min} = 15.17 \pm 0.01 \qquad \Delta m_{min} = 0.01$$



Graphe 5

Coordonnées	Type de variable	Sous-type	Période	Amplitude
α= 21h 00m 21.3s	RR Lyrae	RRab	0.56 j	~0.8 magn.
δ= +15° 48' 35"				

Tableau 12

Figure 40

[31] Elève de quatrième année au collège de Candolle, stagiaire à l'Observatoire de St-Luc.

La magnitude moyenne de l'étoile est donc:

$$m_{moy} = \frac{m_{max} + m_{min}}{2} = \frac{14.35 + 15.17}{2} = 14.76$$

$$\Delta m_{moy} = \frac{\Delta m_{max} + \Delta m_{min}}{2} = 0.01$$

On peut maintenant utiliser la formule donnant la distance de l'étoile en parsec:

$$d = 10^{\left(1+\frac{m-M_{abs}}{5}\right)} = 10^{\left(1+\frac{14.76-0.6}{5}\right)} = \boxed{6.79 \cdot 10^3 [pc]}$$

Ce qui donne en années-lumière (sachant qu'un pc équivaut à 3.26 al):

$$d = 6.79 \cdot 10^3 [pc] \cdot 3.26 \left[\frac{al}{pc}\right] = \boxed{2.21 \cdot 10^4 [al]}$$

Calcul d'erreur:

On part de l'expression de d et on suppose qu'il n'y a pas d'incertitude sur M_{abs}:

$$d = 10^{\left(1+\frac{m_{moy}-M_{abs}}{5}\right)} = F(m_{moy})$$

Nous obtenons donc la dérivée suivante:

$$dd = \frac{1}{5} \cdot 10^{\left(1+\frac{m_{moy}-M_{abs}}{5}\right)} \cdot \ln(10) dm$$

On arrive à l'expression de l'erreur relative sur d:

$$\frac{\Delta d}{d} = \frac{\ln 10}{5} \Delta m$$

En appliquant cette formule au cas de l'étoile CD17, nous obtenons:

$$\frac{\Delta d}{d} \cong 0.005 = 0.5\%$$

La distance de CD17 est donc de :

$$\boxed{6.76 \cdot 10^3\, pc \leq d \leq 6.82 \cdot 10^3\, pc}$$

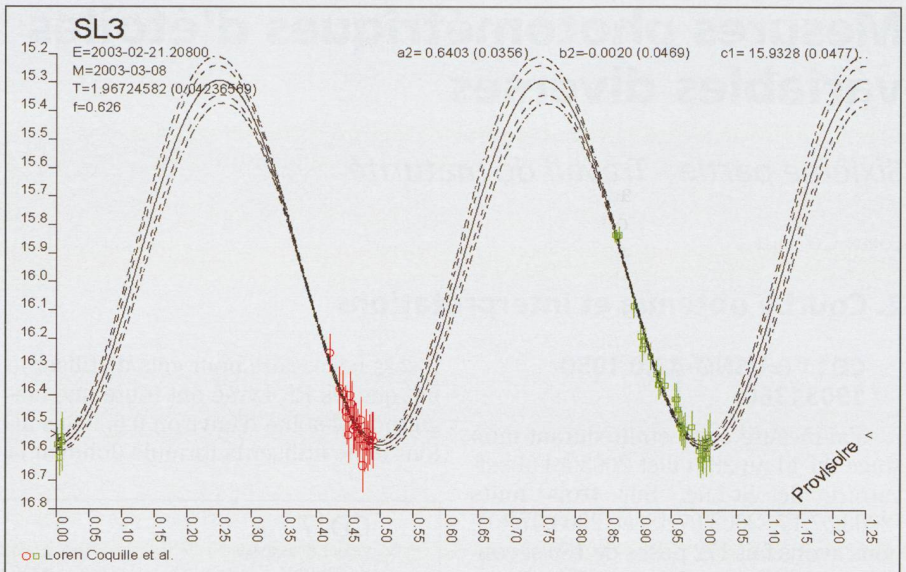
C'est-à-dire:

$$\boxed{2.20 \cdot 10^4\, al \leq d \leq 2.22 \cdot 10^4\, al}$$

SL3

Cette étoile a été découverte dans le champ de ASAS, lors de la réduction des données photométriques de cette étoile par RAOUL BEHREND le 27 avril 2003 à l'observatoire de Genève.

La courbe de luminosité est encore très peu précise, et il faudrait refaire des mesures pour pouvoir l'améliorer. L'amplitude et la période indiquées sont provisoires. En effet, en ce qui concerne la période, elle peut être de 1.967j s'il s'agit d'une binaire (par exemple de type EW; il y a deux éclipses), ou alors de la moitié (0.984j) s'il s'agit d'une RR Lyrae. Cette dernière possibilité est la plus probable, car une période d'environ 2 jours serait trop grande pour une binaire EW, et de plus, une période deux fois plus petite coïnciderait parfaitement avec les périodes observées des RR Lyrae.



Graphe 6

Coordonnées	Type de variable	Période	Amplitude
α= 12h24m53.146s	probablement	1.967j pour deux	~1.3 magn.
δ= +3°53'43.34''	RR Lyrae	périodes,	

Tableau 13

Conclusion

Le domaine des étoiles variables est un domaine très vaste. Nous n'avons étudié ici qu'un échantillon des classes les plus connues, en passant par le cas particulier des étoiles à transit, mais il en existe bien d'autres. A titre d'exemple: les variables semi-régulières, les irrégulières, les rotatives, les éruptives, les étoiles U Geminorum ou variables cataclysmiques (déjà évoquées), les RV Tauri, les β Canis Majoris, les δ Scuti, les α Canum Venaticorum ou variables à spectre magnétique, les Z Camelopardalis, les novae, les novae récurrentes, les supernovae, les étoiles symbiotiques, les P Cygni, les R Coronae Borealis, etc. Vu sous cet angle, ce travail est assez restrictif.

A l'inverse, l'étude d'une seule classe d'étoiles variables aurait amplement justifié un travail de maturité. Le champ de ce travail paraît alors trop étendu. Il n'a en effet été possible que d'aborder les bases propres à chaque sujet. Le choix que j'ai fait a toutefois eu l'avantage de me limiter à un niveau théorique que je suis en mesure de maîtriser, bien qu'il ait fallu évoquer quelques subtilités un peu plus ardues pour moi. Approfondir plus aurait souvent nécessité de faire appel à des notions de niveau universitaire.

Quoi qu'il en soit, les étoiles variables sont loin d'être entièrement comprises. Les données du satellite Hipparcos ont déjà permis et vont encore permettre de donner un élan à la recherche dans ce domaine. Les connaissances évoluent de manière quantitative certes, puisque l'on mesure toujours plus d'étoiles variables, mais aussi de manière qualitative: on découvre en effet des étoiles dont les propriétés physiques n'avaient encore jamais été observées, ce qui mène à la détermination de nouvelles classes, par exemple.

Quand à la quête des exoplanètes, elle ne fait que commencer. On en connaît environ une centaine à ce jour, et les techniques de détection ne cessent de se perfectionner. «La découverte de planètes en dehors du système solaire est l'un des plus enthousiasmants progrès scientifiques du passage au troisième millénaire. Sommes-nous seuls dans l'Univers? Cette question posée depuis plus de deux mille ans semble pouvoir bientôt trouver une réponse.»[32]

Bref, le domaine des étoiles variables comme celui des exoplanètes sont des domaines en pleine évolution, à laquelle des amateurs peuvent contribuer.

[32] Extrait du quatrième de couverture du livre «Les nouveaux mondes du cosmos» de MICHEL MAYOR et PIERRE-YVES FREI.

Postface

Etant arrivée au terme de ce travail, je pense pouvoir affirmer que les principaux buts que je m'étais fixés ont été atteints.

Tout d'abord, sur le plan scientifique, j'ai trouvé le sujet des étoiles variables très intéressant et enrichissant. C'est en effet l'une des rares branches de l'astrophysique qui donne la possibilité aux amateurs de participer activement à l'avancée des connaissances, en faisant part de leurs mesures. Saisir cette occasion a été d'une grande satisfaction pour moi, d'une part en pouvant compléter les courbes de luminosité d'étoiles récemment découvertes, et d'autre part en ayant découvert d'autres étoiles variables dans ces mêmes champs. La petite aventure qui a consisté à mesurer l'étoile Cyg2001 (présumée à transit) était une expérience non moins intéressante, bien qu'un peu décevante.

Concernant la réalisation des mesures en général, j'ai appris à faire fonctionner la caméra CCD de l'observatoire de Saint-Luc, et je maîtrise maintenant plus ou moins l'acquisition des images ainsi que le prétraitement. J'ai encore besoin d'aide pour le traitement des images proprement dit, et il me manque une certaine dextérité en informatique (surtout avec Linux!) pour pouvoir faire face à tous les aléas et les difficultés que l'on peut rencontrer.

D'autre part, la météo n'était pas au beau fixe durant chacun de mes stages. C'est un des facteurs que j'ai dû apprendre à gérer. Est-il nécessaire de citer cette grisaille monotone qui élit chaque année domicile dans notre chère cuvette genevoise? Je n'ai pu effectuer aucune nuit de mesure à l'Observatoire de Genève pour cette raison. Il a également fait mauvais temps dix jours de suite durant mes seize jours de stage à l'OFXB en août 2002!

Quand à l'aspect théorique de mon travail, il m'a permis d'acquérir les bases indispensables à l'étude des étoiles variables. La compréhension des méthodes permettant d'obtenir diverses informations sur les étoiles (masse, rayon, distance, etc.) était une de mes principales motivations à la réalisation de ce travail. Pensant initialement que cela était possible uniquement à partir de courbes photométriques, je me suis vite rendue compte qu'une analyse photométrique de la lumière était insuffisante dans de nombreux cas, et qu'il était nécessaire de faire appel à d'autres méthodes: j'ai notamment remarqué que la méthode donnant la masse des binaires à éclipses nécessite une mesure astrométrique, qui est impossible à réaliser pour des binaires spectroscopiques; j'ai montré la complémentarité de l'astrométrie, la spectrométrie, et la photométrie dans mon chapitre sur les exoplanètes; la méthode BW pour les étoiles pulsantes nécessite également une importante part de spectrométrie, etc. N'ayant eu la possibilité de réaliser que des mesures photométriques, je n'ai pu appliquer l'ensemble des formules théoriques aux étoiles étudiées, comme je le souhaitais au départ, mais l'aspect auquel je donne le plus d'importance, c'est-à-dire la compréhension de la théorie, a été pleinement satisfait.

D'autre part, au cours de l'année, j'ai eu l'occasion de rencontrer plusieurs personnes, dont des spécialistes du domaine des étoiles variables ou des exoplanètes. Je pense notamment à RAOUL BEHREND, de l'Observatoire de Genève, qui a effectué la réduction de certaines images et qui a permis la découverte de nouvelles étoiles variables, mais aussi à MICHEL MAYOR, qui a consacré du temps à mes questions sur les étoiles à planètes. J'ai beaucoup apprécié leur gentillesse et leur disponibilité.

En résumé, la réalisation de ce travail de maturité a été une expérience plus que positive à bien des égards. «Je veux bien qu'on sache que le peu que j'ai appris jusqu'ici n'est presque rien à comparaison de ce que j'ignore et que je ne désespère pas de pouvoir apprendre»[33]...

LOREN COQUILLE
18, rue de Vermont, CH-1202 Genève

[33] Dixit Descartes in «Discours de la Méthode»

Bibliographie

Voici la liste des ouvrages que j'ai utilisés au cours de la réalisation de ce travail, tous chapitres confondus:

ACKER AGNÈS, *ASTRONOMIE*. Introduction, Masson, Collection De caelo, Paris, 1992, 376 pages.
ACKER AGNÈS / JASCHEK CARLOS, *ASTRONOMIE*. Méthodes et calculs, Masson, Collection De caelo, Paris, 1995, 284 pages.
BRADLEY W. CAROLL / DALE A. OSTLIE, *An introduction to Modern Astrophysics*, Addison-Wesley, USA, 1996, 1360 pages.
BUIL CHRISTIAN, *CCD Astronomy*, Willmann-Bell Inc., Richmond (USA), 1991, 321pages.
CEVEY DANIEL / THELIN MIREILLE, *Cours d'option complémentaire de physique Astronomie I – L'Univers tel qu'on l'observe*, Collège Rousseau, 2001, 112 pages.
CRM / CRP / CRC, *Formulaires et Tables*, Editions du Tricorne, Genève, 1992, 261 pages.
DELHAYE J., *Cours d'Astrophysique générale*, Hermann, Paris, 1969-70, 266 pages.
Dictionnaire Le Petit Larousse 2003, Larousse, Paris, 2002, 1818 pages.
Encyclopédie Microsoft® Encarta® 99. © 1993-1998 Microsoft Corporation.
HAÏT JEAN-FRANÇOIS, Article (dossier) : *Ils vont découvrir 1000 planètes*, Ciel & Espace n°396, Mai 2003, p. 41.
HENAREJES PHILIPPE, Article : *Etoiles variables, Les danseuses du firmament*, Ciel & Espace n°394, Mars 2003, pp. 36-48.
KARTTUNEN HANNU / KRÖGER PEKKA / OJA HEIKKI / POUTANEN MARKKU / DONNER KARL JOHAN, *Fundamental Astronomy*, Springer, Physics and Astronomy, Helsinki, 2000, 531 pages.
KLOTZ ALAIN / MARTINEZ PATRICK, *Le Guide Pratique de l'Astronomie CCD*, Imprimerie Ménard, Toulouse, 1994, 297 pages.
MARTIN EMILIE, Article : *Pourquoi la Lune a-t-elle une face cachée ?*, Ciel & Espace n°396, Mai 2003, p. 59.
MAYOR MICHEL / FREI PIERRE-YVES, *Les nouveaux mondes du cosmos*, Seuil, science ouverte, Paris, 2001, 259 pages.
PECKER J.-C. / SCHATZMAN E., *Astrophysique générale*, Masson, Paris, 1959, 756 pages.
PETIT MICHEL, *Les étoiles variables*, Masson, Paris, 1982, 260 pages.
SEGUIN MARC / VILLENEUVE BENOÎT, *Astronomie & Astrophysique*, ERPi, Saint-Laurent (Québec), 1995, 550 pages.

J'ai également consulté bon nombre de sites Internet, dont les adresses sont citées ci-dessous. J'ai préféré les classer selon l'ordre chronologique du travail, puisqu'il est difficile de savoir a priori de quel sujet ils traitent, contrairement aux livres.

Etoiles variables en général
http://obswww.unige.ch/~behrend/page cou.html
http://www.astrosurf.com/lombry/menu-variables.htm

Introduction générale
wwwrc.obs-azur.fr/fresnel/gi2t/recherche/stellaire/cepheides/cepheides.htm#Ancre3
www.unil.ch/sc/pages/bazar/articles/phys/astro/2_astro.htm
www.astrosurf.com/lombry/Documents/evolstar_bmauclaire.pdf

Fonctionnement de la caméra CCD
http://www.bdl.fr/Phemu03/ntph05.html
http://pccorot15.obspm.fr/COROTCAL/Banc%20CCD/carac%20CCD%20contenu.html

Etoiles binaires à éclipses
http://astronomy.ifrance.com/astronomy/pages/etoiles/etoilesdb.html

Programmes d'animation pour les étoiles binaires
http://instruct1.cit.cornell.edu/courses/astro101/java/binary/binary.htm
http://instruct1.cit.cornell.edu/courses/astro101/java/eclipse/eclipse.htm
http://www.physics.sfasu.edu/astro/dansoftware.html

Etoiles à transit planétaire
http://www.astrocosmos.net/canvas.php?rubrique=1

Etoiles variables pulsantes
http://www.astrosurf.com/lombry/magnitudes.htm
http://savar.astronomie.ch/volume6/page5/odba0
asso.nordnet.fr/carl/kepler.htm$

Glossaire
http://www.astrosurf.com/lombry/glos-af.htm#A
http://members.aol.com/_ht_a/grosso33/glossair/glossair.htm

Sources des illustrations

Figures

Figure 1: provient du cours d'option complémentaire d'astronomie du Collège Rousseau
Figure 2: provient du livre *Fundamental Astronomy* de HANNU KARTTUNEN, P.K., H.O. et M.P.
Figure 3: provient du livre *Le Guide Pratique de l'Astronomie CCD* d'ALAIN KLOTZ et P.M.
Figure 4: provient du livre *Le Guide Pratique de l'Astronomie CCD* d'ALAIN KLOTZ et P.M.
Figure 5: provient du livre *Le Guide Pratique de l'Astronomie CCD* d'ALAIN KLOTZ et P.M.
Figure 6: provient du site wwwrc.obsazur.fr/fresnel/gi2t/recherche/stellaire/cepheides/cepheides.htm#Ancre3
Figure 7: provient du livre *Le Grand Livre du Ciel* des éditions Bordas
Figure 8: provient du site www.astrosurf.com/lombry/Documents/evolstar_bmauclaire.pdf avec modifications personnelles
Figure 9: provient du livre *Les étoiles variables* de MICHEL PETIT, avec modifications personnelles.
Figure 10: provient du livre *Les étoiles variables* de MICHEL PETIT, avec modifications personnelles.
Figure 11: production personnelle
Figure 12: provient du livre *Les étoiles variables* de MICHEL PETIT, avec modifications personnelles.
Figure 13: provient du livre *Les étoiles variables* de MICHEL PETIT, avec modifications personnelles.
Figure 14: provient du livre *Astrophysique générale* de J.-C. PECKER et E.S., avec modifications personnelles.
Figure 15: provient du livre *Fundamental Astronomy* de HANNU KARTTUNEN, PK, HO et MP.
Figure 16: production personnelle
Figure 17: production personnelle
Figure 18: production personnelle
Figure 19: négatif d'un champ CCD réalisé à l'Observatoire de Saint-Luc, avec marque ajoutée
Figure 20: négatif d'un champ CCD réalisé à l'Observatoire de Saint-Luc, avec marque ajoutée
Figure 21: provient du livre *Les nouveaux mondes du cosmos* de MICHEL MAYOR et P-Y.F.
Figure 22: provient du livre *Les nouveaux mondes du cosmos* de MICHEL MAYOR et P-Y.F.
Figure 23: production personnelle
Figure 24: provient du livre *Les nouveaux mondes du cosmos* de MICHEL MAYOR et P-Y.F.
Figure 25: production personnelle
Figure 26: provient du livre *Les nouveaux mondes du cosmos* de MICHEL MAYOR et P-Y.F.
Figure 27: production personnelle
Figure 28: provient du livre *Les nouveaux mondes du cosmos* de MICHEL MAYOR et P-Y.F.
Figure 29: production personnelle, avec spectres provenant de l'Encyclopédie Encarta 99
Figure 30: production personnelle
Figure 31: provient du dossier *Ils vont découvrir 1000 planètes* tiré du *Ciel & Espace* n°396
Figure 32: négatif d'un champ CCD réalisé à l'Observatoire de Saint-Luc, avec marque ajoutée
Figure 33: provient du livre *Les étoiles variables* de MICHEL PETIT, avec modifications personnelles.
Figure 34: provient du livre *Les étoiles variables* de MICHEL PETIT, avec modifications personnelles.
Figure 35: provient du livre *Les étoiles variables* de MICHEL PETIT, avec modifications personnelles.
Figure 36: provient du livre *Les étoiles variables* de MICHEL PETIT, avec modifications personnelles.
Figure 37: provient du livre *Les étoiles variables* de MICHEL PETIT, avec modifications personnelles..
Figure 38: provient du livre *Astronomie & Astrophysique* de MARC SEGUIN et B.V., avec modifications personnelles
Figure 39: provient du livre *Les étoiles variables* de MICHEL PETIT, avec modifications personnelles.
Figure 40: négatif d'un champ CCD réalisé à l'Observatoire de Saint-Luc, avec marque ajoutée

Tableaux

Tableau 1: provient du cours d'option complémentaire d'astronomie du Collège Rousseau, avec modifications personnelles.
Tableau 2: provient du site http://www.astrosurf.com/lombry/menu-variables.htm avec modifications personnelles
Tableau 3: provient du site www.astrosurf.com/lombry/Documents/evolstar_bmauclaire.pdf avec modifications personnelles
Tableau 4: production personnelle
Tableau 5: production personnelle
Tableau 6: production personnelle
Tableau 7: production personnelle
Tableau 8: production personnelle
Tableau 9: production personnelle
Tableau 10: production personnelle
Tableau 11: provient du livre *Les étoiles variables* de MICHEL PETIT, avec modifications personnelles.
Tableau 12: production personnelle
Tableau 13: production personnelle

Graphes

Graphe 1: courbe de luminosité de LB34 réalisée avec un programme de l'Observatoire de Genève
Graphe 2: courbe de luminosité de ASAS J122418+0351.6 réalisée avec un programme de l'Observatoire de Genève
Graphe 3: courbe de luminosité de SL2 réalisée avec un programme de l'Observatoire de Genève
Graphe 4: courbe de luminosité de SL3 réalisée avec un programme de l'Observatoire de Genève
Graphe 5: courbe de luminosité de SL4 réalisée avec un programme de l'Observatoire de Genève
Graphe 6: courbe de luminosité de CD17 réalisée avec un programme de l'Observatoire de Genève

Remerciements

J'aimerais ici remercier chaleureusement toutes les personnes qui m'ont aidé dans la réalisation de ce travail de maturité (je les cite, comme à mon habitude, dans l'ordre alphabétique, car je ne saurais procéder à une autre classification [!]):

Raoul BEHREND,
astronome à l'Observatoire de Genève, spécialiste des mesures d'étoiles variables, pour la réduction des données photométriques de LB34, ASAS et CD17, pour le temps qu'il a consacré à mes questions, ainsi que pour les livres que j'ai pu emprunter à l'observatoire. C'est avec lui que les étoiles SL2, SL3 et SL4 ont été découvertes.

Daniel CEVEY,
professeur de Physique au collège Rousseau, maître accompagnant de ce travail, pour le temps qu'il m'a consacré, les explications qu'il m'a données, et les livres qu'il m'a prêtés.

Michel MAYOR,
directeur de l'Observatoire de Genève, pour les explications qu'il m'a données (concernant la méthode utilisée pour la détermination de la masse d'une exoplanète), et pour les articles qu'il m'a fournis.

Dominique NAEF,
doctorant à l'observatoire de Genève, pour les courbes de transit (photométriques et spectroscopique) de HD209458, ainsi que pour les explications qu'il m'a données.

Yves REVAZ,
doctorant à l'Observatoire de Genève, pour la réduction des données photométriques de Cyg2001.

Nicolas WAELCHLI,
responsable de l'Observatoire de St-Luc, pour son aide précieuse, notamment en informatique, lors des nuits de mesure, ainsi que pour ses explications.

KLEIN-INSERATE
PETITE ANNONCE

• *A vendre:*
VENTE DE CAMERA CCD
Camera CCD Model Hisis33, avec chip Thomson TH7895M, 512 x 512 pixel, classe 1. Pixels carrés†de 19micron de coté. Dimension réelle du chip: 9.7 x 9.7mm. Temps du download: binning 1x1: 11sec†; binning 2x2: 4sec. Non antiblooming. Refroidissement par circulation à l'air avec possibilité de refroidissement à liquide. Sensibilité: 40% quantum efficiency. Toujours fonctionnée tres bien. Age: 5 ans. Vente en Europe chez:

http://gwgalla.tread.it/europixel/europixelweb/welcomeframe.htm

Prix de vente à neuf: 5100 Euro. Mon prix: 2000 Euro (3200 CHF). Ideal pour débuter en astronomie CCD avec une caméra performante dotée d'un assez grand capteur. Plusieurs images faites avec cette caméra sont à voir sur

http://aida.astronomie.info/sposetti/

Contacter: stefanosposetti@freesurf.ch