

Les astronomes amateurs et les étoiles doubles

Edgar Soulié

(Président de la Commission des Etoiles Doubles de la Société Astronomique de France

Texte de la conférence présentée à la tribune de la SAL en décembre 1998

Pendant près d'un siècle et demi, de 1650 jusqu'à la fin du XVIIIe siècle, les étoiles doubles ne furent que des curiosités célestes parmi d'autres. La découverte du mouvement orbital de certaines étoiles doubles par William Herschel (la première page de son article fondamental est reproduite à la page 231 de la réf. 1) déclencha l'ardeur d'observateurs talentueux et persévérants pour la mesure de ces astres.

Le premier « astronome moderne » en ce sens qu'il observait avec une lunette de bonne qualité optique ayant une monture équatoriale fut Wilhelm Struve (2). Les étoiles doubles visuelles, c'est-à-dire celles dont les composantes sont vues séparées par l'œil humain à la lunette astronomique ou au télescope sont à l'origine du développement des lunettes astronomiques au XIXe siècle. Pendant cinq générations de 1820 à 1975, des astronomes professionnels ou amateurs ont poursuivi les mesures des couples connus et la recherche de nouvelles étoiles doubles et en ont découvert de très intéressantes. Ils les ont répertoriées dans des catalogues. Pour les étoiles doubles physiques ou binaires qui avaient déjà parcouru un arc important, ils ont calculé des orbites et déterminé des masses.

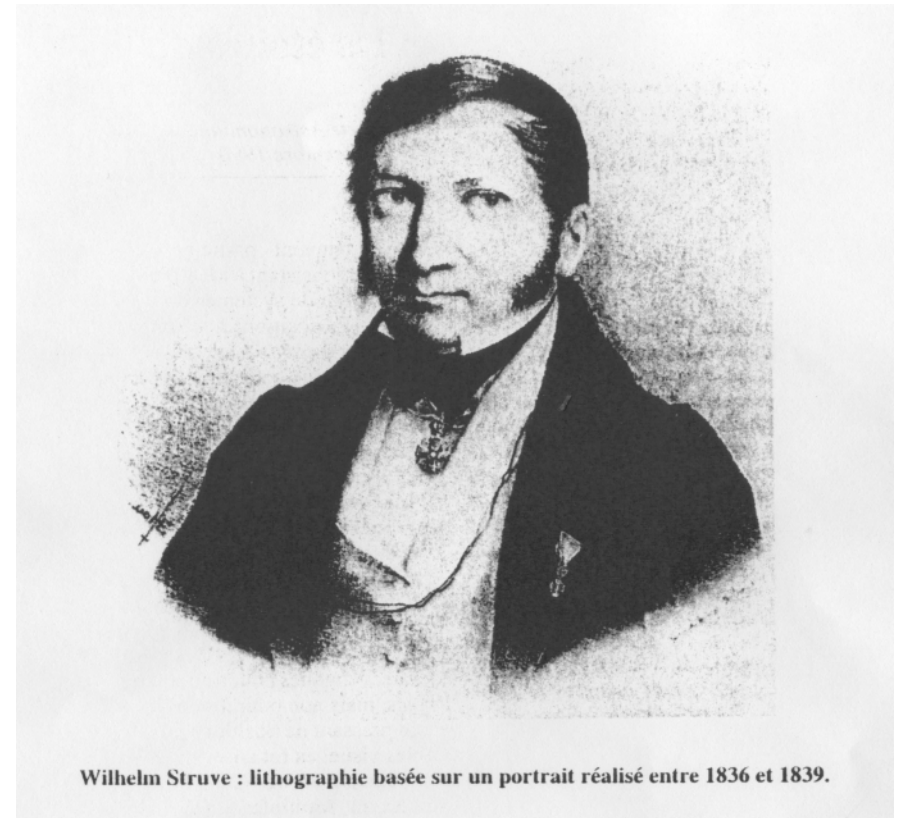
Vers 1975, les astronomes professionnels ont abordé de nouvelles techniques, telles que l'interférométrie des tavelures, et ceux qui ont continué les mesures visuelles furent moins nombreux que durant le siècle et demi précédent, alors que le nombre de systèmes connus avait sensiblement crû. Dans ces conditions, la tâche consistant à observer les étoiles doubles visuelles n'est que très partiellement assurée par les astronomes professionnels.

Compte tenu de cette situation et des instruments accessibles de nos jours aux astronomes amateurs, ceux-ci peuvent faire œuvre utile dans ce domaine. Les astronomes

amateurs peuvent participer à une tâche importante consistant à identifier sur le ciel un grand nombre de systèmes dont on cherche à connaître des positions avec une précision de l'ordre de la seconde de degré. Cette précision est meilleure que celle avec laquelle les positions sont données dans le catalogue appelé « INDEX 1961 » et publié par Jeffers et van den Bos en 1963 (3).

Les astrométristes avaient proposé que le satellite astrométrique Hipparcos observe entre autres des étoiles doubles. Une condition nécessaire à l'observation d'un astre par ce satellite était que les coordonnées précises de cet astre figurent dans le fichier informatique contenant le programme des observations prévues pour ce satellite. Des positions précises étaient connues pour de nombreuses étoiles simples, mais non pour les étoiles doubles. Le besoin pressant de positions précises d'étoiles doubles visuelles fut à l'origine de la création du « Catalogue de Composantes d'étoiles Doubles et Multiples » (CCDM) par Jean Dommangeat et O. Nys (4). Le travail se poursuit.

Par ailleurs, les astronomes amateurs peuvent mesurer des étoiles doubles visuelles. De telles mesures sont régulièrement faites depuis l'époque de Wilhelm Struve. Lorsqu'un astronome découvre une étoile double, il note non seulement ses coordonnées équatoriales, mais encore l'angle de position et la séparation angulaire qui définissent la position relative d'une composante par rapport à l'autre en coordonnées polaires sur la voûte céleste. Le nom est du découvreur est dès lors attaché à l'étoile ; ainsi parle-t-on des étoiles COU et MLR pour désigner les étoiles doubles découvertes par Paul Coureau et par Paul Muller, respectivement.



Wilhelm Struve : lithographie basée sur un portrait réalisé entre 1836 et 1839.

Au moment de la découverte, on ne peut pas savoir si le couple est optique, c'est-à-dire dû à un effet de perspective, ou physique, c'est-à-dire constitué de deux étoiles réellement assez proches dans le ciel. Des mesures ultérieures sont indispensables pour révéler le mouvement et donner une indication sur la nature du couple. L'étude des mouvements propres des composantes des couples assez écartés permet de déceler la nature du couple. Pour mesurer l'angle de position et la séparation angulaire, l'observateur a besoin d'une méthode de mesure et de l'équipement correspondant.

Plusieurs membres de la Commission des Etoiles Doubles de la SAF ont beaucoup pratiqué la « méthode des passages » ou du chronomètre, sous la conduite d'André Debackere (voir réf. 5). Leurs travaux ont montré la limite de la méthode : les mesures sont dispersées malgré la rigueur des observateurs, comme l'a montré le regretté Paul Viel (6). Cette méthode peut cependant être proposée dans une phase d'apprentissage, lorsque l'observateur ne dispose pas d'un accessoire appelé micromètre.

Plusieurs types de micromètres ont été proposés (voir réfs. 7 et 8, chapitre 111). Je mentionne ci-après ceux qui ont été utilisés par des membres de la Commission des Etoiles

Doubles de la SAF. Le micromètre le plus utilisé depuis l'époque de Wilhelm Struve est le micromètre à fils, inventé par Auzout en 1666 (voir réf. 8, chapitre III). Sa réalisation relève de la mécanique de précision, de telle sorte qu'elle n'est pas à la portée d'un amateur. Au moins deux micromètres à fils sont commercialisés actuellement, vendus sous les marques Darbinian et Retel (voir liste de fournisseurs en annexe). Jean-François Courtot (28 rue d'Alsace 52000 Chaumont) utilise le micromètre Retel avec satisfaction. Le regretté professeur Jacques Le Beau a utilisé pendant de nombreuses années un micromètre à fils sur la lunette de 50 cm de l'Observatoire de Nice, et publié ses mesures (dix-neuf articles dans la revue *Observations et Travaux* de 1982 à 1996). Jean-Claude Thorel continue d'utiliser le même instrument dès que la qualité du ciel le permet (voir ses mesures publiées sous la forme de dix-sept articles dans *Observations et Travaux* de 1989 à 1996 et d'un article dans *Astronomy & Astrophysics, Supplement Series*).

La Commission des Etoiles Doubles a réalisé un micromètre à double image à partir d'une invention de Bernard Lyot (9) et en a confié la fabrication et la distribution à la société MECA-PRECIS de Chatillon-sur-Indre. Ce micromètre comportant une lame de spath permet aussi de bonnes mesures, et est utilisé notamment par Tofol Tobal qui observe à Vilanova i La Geltru (Catalogne, Espagne). Le micromètre à grille de diffraction, décrit dans la réf. 10, et utilisé par André Debackere (5), présente sur les deux précédents l'avantage qu'un astronome amateur peut le réaliser facilement. Mais il présente l'inconvénient de réduire significativement l'énergie dans l'image principale et de n'être pas applicable lorsque la composante la plus faible est peu lumineuse. D'autre part, il faut disposer de trois micromètres dont les grilles ont des pas différents afin de couvrir les différents domaines de séparation angulaire. Ce micromètre fut beaucoup utilisé par Maurice Duruy, un amateur français (1894-1984) très connu parmi les amateurs britanniques de la « Webb Society » (voir réf. 11).

La photographie des étoiles doubles a permis des mesures affranchies de la subjectivité de l'observateur. Mais la technique photographique présente des inconvénients: d'une part, la définition de l'image est limitée par la taille du grain de l'émulsion photographique et d'autre part l'effet Schwarzschild, ou écart à la loi de réciprocité entre temps de pose et luminosité, a pour conséquence un allongement important du temps de pose pour les astres peu lumineux. Par ailleurs, il faut disposer d'une machine à mesurer les clichés.

Le regretté professeur Pierre Janny de Clermont-Ferrand avait réalisé une telle machine qui lui avait permis de bonnes mesures des éléments de position pour des couples dont les séparations étaient de quelques secondes de degré (12). Les caméras (en fait appareils photographiques) avec Dispositif à Transfert de Charge (en abrégé DTC, ou en anglais CCD) évitent à la fois la machine à mesurer et l'effet Schwarzschild. Comme les autres techniques, l'acquisition et la mesure d'images d'étoiles doubles par caméra DTC nécessite un apprentissage. Elle présente en outre une certaine complexité, car il faut s'assurer de la qualité mécanique et optique de l'instrument (et de l'état du ciel lié à la turbulence atmosphérique), de la mise en place de la chaîne d'acquisition d'images (comportant la caméra et le micro-ordinateur avec le logiciel d'acquisition d'image), mettre en place l'étoile double dans le champ de visée, vérifier la mise au point, faire la calibration des photosites, choisir des instants auxquels des images seront acquises, sauvegarder les fichiers d'images et finalement traiter ces images avec un logiciel spécifique des étoiles doubles, tel que ceux décrits par Guy Morlet et moi-même (13). Il me semble que cette technique convient pour des amateurs observant en équipe. La technique est maintenant bien maîtrisée par l'équipe constituée par Maurice Salaman et Guy Morlet; depuis quelques années, Florence et Pascal Mauroy de Porticcio (Corse) collaborent avec eux. Avec les nouvelles caméras dont les photosites (ou « pixels ») sont petits (9 microns de côté), des couples ayant une séparation de 1,6 seconde de degré ont été atteints.

La caméra DTC peut apparaître comme la panacée pour un club parce qu'elle est polyvalente, c'est-à-dire apte à « photographier » aussi bien la planète Mars que les étoiles doubles ou d'autres objets. Mais les étoiles doubles dont la mesure est la plus utile, parce que des orbites pourront être déterminées dans quelques années ou décennies, sont serrées (entre 0,5 et 1 seconde de degré). Pour de telles étoiles, un micromètre à fils ou à double image apparaît nécessaire tant que la technique DTC n'a pas atteint une résolution comparable à celle que ces micromètres permettent d'atteindre.

Pour des astronomes amateurs défavorisés par le climat de la région où ils habitent, il pourrait être intéressant de faire des « séjours astronomiques » chez des astronomes-hôteliers comme Joseph Grumel (Ecole d'Astronomie Copernic Haute Corréo 05400 La Roche-des-Arnauds, Hautes-Alpes), Patrick Lagrange (Ecole Communale 04330 Bileux Alpes de Haute-Provence), ou dans une résidence économique proche d'un observatoire comme à Dax (en liaison avec Michel Lefebvre Résidence Chanzy 25, rue de Chanzy 40100 Dax, Landes). Une autre possibilité très intéressante est offerte par l'association « AstroQueyras », qui exploite un télescope de 62 cm d'ouverture, ouverture relative 1/15, installé au Pic de Chateaurenard à 2930 mètres d'altitude (s'adresser à Jean-François Touillaud 2, rue J. Brel, Appartement 16, 91100 Corbeille Essonnes ou à Xavier Anterrieu 56, rue du terrier 34770 GIGEAN). La technique de mesure pourra dépendre de l'équipement trouvé sur place.

L'astronome amateur possédant un micromètre à fils ou un micromètre à double image pourra l'emporter sans trop se charger et utiliser un accessoire qu'il connaît déjà. Le choix des couples à observer mérite un grand soin. Dans une phase d'apprentissage qui pourra durer une année, l'observateur s'attachera à mesurer des couples bien connus et à mettre au point sa propre technique de mesure. Ensuite, l'observateur choisira chaque couple à observer en fonction de plusieurs critères :

- les coordonnées équatoriales, en fonction de la latitude du lieu et de la saison, afin que le couple observé ne soit pas trop bas sur l'horizon

- la séparation angulaire

- la magnitude estimée du couple et la différence de magnitude, qui doit être faible pour que les deux composantes soient observables sans difficulté particulière

- les dates des observations les plus récentes. Il vaut la peine de réobserver les couples qui n'ont pas été observés depuis vingt-cinq, cinquante ans, voire un siècle, ou depuis leur découverte.

Dans la perspective de la détermination des orbites et des masses, il convient, je le répète, d'observer des couples assez serrés compte tenu de l'instrument utilisé, dont les observations montrent un mouvement assez rapide. Les couples dont la période dépasse cinq cents ans pourront attendre trente ans sans que la connaissance des orbites y perde grand chose! Des mesures faites tous les ans sont au contraire souhaitables pour les couples dont la période est de l'ordre d'une vingtaine d'années. Pour choisir les couples à observer, il est indispensable de consulter des catalogues d'étoiles doubles. Des conseils sur le choix des couples à observer peuvent être demandés à Jean Dommangeat à l'Observatoire Royal de Belgique ou à Jean-Claude Thorel (26, avenue Alfred Borriglione 06100 Nice). Ceux qui voudront mesurer des « couples négligés » pourront consulter par exemple une liste établie par Paul Muller, président d'honneur de la Commission des Etoiles Doubles, et publiée dans le « bulletin intérieur » de la Commission. Les mesures relatives à un couple peuvent être demandées à l'Observatoire Naval de Washington (Brian Mason : Astrometry Department, U.S. Naval Observatory, 3450 Massachusetts Avenue, NW Washington, D.C. 20392-5420, Etats-Unis; adresse électronique : bdm@idraco.usno.navy.mil). Enfin, aucune observation ou mesure n'est utile si elle n'est pas publiée. L'astronome amateur observe pour son plaisir, mais s'il veut faire œuvre *utile*, il ne doit pas perdre de vue la nécessité absolue de publier ses observations

ou mesures. Le domaine scientifique des étoiles doubles n'aurait pas émergé dès le début du XIXe siècle si William Herschel n'avait pas publié en 1803 un article fondamental dans lequel il exposait l'essentiel de ses observations! La revue «Observations et travaux » a publié des « Règles de présentation des mesures d'étoiles doubles visuelles » (14) destinées à aider les observateurs à préparer leurs listes de mesures sous une forme qui permettra aux futurs observateurs et aux calculateurs d'orbites d'en prendre connaissance efficacement.

Remerciements : L'auteur remercie Jean Dommanget, Pascal Mauroy et Jean-Claude Thorel pour la relecture critique du manuscrit.

Bibliographie

- ↑ « Les étoiles doubles » par Paul MULLER, chapitre 12 (pages 211 à 231) de l'ouvrage Intitulé « Les étoiles. Le système solaire » publié sous la responsabilité scientifique du bureau des Longitudes, Gauthier-Villars, Paris, 1979 relié XII +292 pages
- « Resolute and undertaking characters : the lives of Wilhelm and Otto Struve » par Alan H BATTEN, D Reidel publishing Company, Dordrecht, Pays-bas, 1988 relié 259 pages
- H.M. JEFFERS et W.H. van den BOS, Index Catalogue of visual Double Stars 1961.0, Publication of the Lick Observatory, 21(parts 1 and 2), 1963
- Jean Dommanget et O. NYS, Catalogue des Composantes d'étoiles Doubles et Multiples (CCDM) – première édition, Communication de l'Observatoire Royal de Belgique, Serie A, n°115, 1994 (Dépôt au centre de données Stellaires de Strasbourg sous la référence I-211)
- André DEBACKERE, Méthodes simples de mesures d'étoiles doubles, Observations & Travaux n°35, troisième Trimestre 1993, pp. 39-46
- Paul VIEL., Mesures D'étoiles doubles au chronomètre, Observations et Travaux n°32, Quatrième trimestre 1992, p 342 Pierre DURAND, « Les étoiles doubles et multiples chapitre XII (pages 169 à 722) de l'ouvrage intitulé « Astronomie. Le guide de l'observateur », publié sous la dilection de Patrick MARTINEZ par la Société d'Astronomie Populaire, Toulouse, 1987
- Paul COUTEAU, « L'observation des étoiles doubles visuelles », Flammarion, Paris, 1978 broché 254 pages.
- Jean Louis AGATI et René-Georges HURET, « le micromètre à double image à lame de spath », L'Astronomie, décembre 1988, pp 482-489
- Joël MINOIS, « Présentation du micromètre a diffraction de M Duruy », L'astronomie, mai 1984, pp. 231-238. Contrairement à ce qu'indique le titre de cet article, le micromètre à grille de diffraction fut en fait inventé par Ejmar Hertzqprung.
- Kenneth Glyn JONES « Webb Society Deep-Sky Observer's Handbook. Volume I Double Stars », par, Enslow Publishers, Short Hills, New Jersey 07078, Etats-Unis, 1979 broché 120 pages

- Pierre JANNY, « Essais de mesure photographique d'étoiles doubles », Observations et Travaux n°17, 1989. p.450; « Mesures photographiques d'étoiles doubles », Observations et Travaux, n°41, Premier Trimestre 1995. p. 196
- Edgar SOULIE et Guy MORLET, « Une nouvelle méthode de détermination des éléments de position d'une étoile double visuelle à partir d'une limage acquise avec un dispositif à transfert de charge », pp 107-111 de l'ouvrage Visual Double Stars : Formation, Dynamics and Evolutionary Tracks », coordonnateurs J.A. Docobo et Josefina Ling, éditeur Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Pays-Bas, 1997.
- « Règles de présentation des mesures d'étoiles doubles visuelles », Observations et Travaux n°40, dernier trimestre 1994. pp38-39

Bibliographie complémentaire

D'autres livres, chapitres de livres et numéro spécial de revue se rapportant aux étoiles doubles sont indiqués ci-dessous :

- les étoiles doubles visuelles par Paul COUTEAU et « Les étoiles doubles spectroscopiques » et.« les étoiles doubles photométriques » par Charles FEHRENBACH, dans « L'astronomie », Encyclopédie de la Pléiade, Gallimard, Paris, 1962
- « Doppelsiernen » par Wulfi Dieter HEINTZ, Wilhelm Goldmann Verlag GmbH, Munich, 1971. broché 186 pages
- « Binary and multiple systems of stars » par Alain H. BATTEN, Pergamon Press Ltd., Oxford; 1973. relié 278 pages
- numéro spécial « Etoiles doubles » de la revue ... L'astronomie », publié sous la dilection de Pierre DURAND et de Frans VAN 'T VEER, décembre 1988.
- «Ces astronomes fous du ciel ou l'histoire de l'observation des étoiles doubles » par Paul COUTEAU, Edisud, La Calade, 13090 Aix-en-Provence, 1988.broché 254 pages
- Une liste des articles publiés par la revue «L'astronomie » et se rapportant aux étoiles doubles fut établie par André BRADEL, Secrétaire de la Commission des Etoiles Doubles, et mise en forme par Jacques PINSON
- Une liste de tous les articles (sujets divers, notamment les étoiles doubles) publiés dans les cinquante premières livraisons (1982-1996) de la revue « Observations et Travaux » fut établie par Jean-Claude THOREL.

Annexe

Fournisseurs de micromètres pour la mesure des étoiles doubles visuelles :
Micromètres à fils : Run Darbinian 1981 12th Street Los Osos California 93402 Etats-Unis d'Amérique.
RETEL Electro Mechanical Design Unit 4 & 5 Abingdon Road Nuffield Ind. Est. Poole DORSE BH17 7UG Royaume-Uni
Micromètre à double image à lame de spath .
MECAPRECIS Zone Industrielle des Sables de Beauregard F-36700 CHATILLON-SUR-INDRE France