

Etoiles doubles.

1^{re} Note.

Par Mr. *Yvon Villarceau*. *)

Depuis la découverte du mouvement de révolution dans les Etoiles multiples par *William Herschel*, d'immenses travaux d'observation ont été entrepris dans le but d'en compléter le dénombrement et de recueillir la suite des positions relatives des étoiles de chaque système. Ces recherches n'ont été poursuivies avec régularité que depuis 1818 environ; l'on doit les plus importants résultats obtenus, au zèle et l'habileté de *MM. Struve* et *Sir John Herschel*. Les nouvelles observations apportèrent de nouvelles confirmations aux vues de *William Herschel* sur le mouvement de révolution des étoiles doubles et dix années s'étaient à peine écoulées, qu'un membre de l'Académie des Sciences, entreprit d'appliquer à ces astres la théorie du mouvement elliptique, et de montrer qu'une loi unique, celle de la pesanteur, régit le mouvement des étoiles doubles et celui des planètes de notre Système. Dans ce but, *Savary*, sur la sollicitation de *Mr. Arago*, fit l'application de ses formules à l'étoile ξ de la Grande Ourse. Mais telles sont les difficultés dont les plus légères erreurs des observations entourent le problème, que *Savary* n'osa présenter ses résultats que comme un exemple de calcul. Les éléments qu'il a donnés de l'orbite de cette étoile, peuvent, dit-il, être fort loin de leurs valeurs véritables. D'ailleurs, il commence ses calculs en partant de données auxquelles il n'attribue aucune réalité, et les termine en disant que ces données sont à peu près quatre observations de l'étoile double ξ de la grande Ourse, sauf deux rayons vecteurs déduits du mouvement Angulaire. Disons en passant que la plus grande difficulté du travail de *Savary*, s'est peut-être rencontrée dans le passage des observations aux données en Question. *Mr. Encke* a fait également l'application d'une méthode de son invention à l'Etoile ρ d'Ophiucus; et depuis lors, divers astronomes se sont occupés en Angleterre et en Allemagne du calcul des orbites des étoiles doubles.

On conçoit que la précision des résultats dépend, non seulement de l'exactitude des observations, mais aussi de l'amplitude du déplacement observé. Désirant produire des résultats utiles à la science en appliquant les formules que

j'ai eu l'honneur de déposer et de nouvelles méthodes que j'exposerai plus tard; j'ai demandé à *M. M. Struve* et obtenu de leur libéralité scientifique à laquelle je m'empresse de rendre hommage, la communication de plusieurs séries d'observations précieuses, encore inédites, faisant suite au grand ouvrage de *Mr. Struve* et aux *Addimenta*, et comprenant l'année 1847. Aujourd'hui, je viens présenter à l'Académie le premier extrait d'un long travail que j'ai entrepris sur les étoiles doubles. Il est relatif au Système binaire ζ d'Hercule; (2084 *Struve*) dont la position est $AR. = 16^h 34^m 8$; $D. = +31^{\circ} 55$, et qui se compose de deux étoiles dont l'une de 3^e Grandeur est de couleur subflava, et l'autre de 6 à 7 est subrubra (*Struve*).

C'est cette étoile double qui excita à un si haut degré l'attention de *W. Herschel*, lui présentant un phénomène entièrement nouveau en astronomie; celui d'une occultation d'une étoile fixe par une autre. *W. Herschel* la vit double en 1782 et mesura l'angle de position. En 1795, il trouva qu'il était difficile d'apercevoir la petite étoile: Cependant, en octobre de la même année; il la vit franchement double, avec un grossissement de 460 fois, et il indiqua le quadrant dans lequel elle était située. Ce ne fut ensuite qu'en 1802 et 1803 que *Herschel* reprit les observations de ζ d'Hercule; et tantôt il croyait apercevoir la petite étoile, tantôt il constatait seulement une déformation de l'étoile principale. Il en conclut que la direction du mouvement relatif n'est pas tout à fait centrale, et présume que le disque de l'étoile principale restera déformé pendant tout le temps de la conjonction. Nous ne suivrons, point *Herschel* dans la discussion à laquelle il se livre à ce sujet, et nous passerons aux observations que *Mr. Struve* a consignées dans son grand ouvrage (*Mesures micrométriques des étoiles doubles etc.*) Laissons parler ce dernier.

„Le même phénomène, dit-il après avoir cité les observations de *W. Herschel*, s'est pleinement présenté à nous, de 1826 à 1834. J'ai vu sans difficulté les deux étoiles en 1826. Pendant l'année 1828, il était déjà difficile de les séparer; en 1829 et 1831, je n'ai point aperçu le Compagnon.

*) Von Herrn *Yvon Villarceau* mir zum Einarücken in die A. N. gesandt.

En 1832, j'ai cru observer une apparence du Compagnon. Enfin, en 1834, le Compagnon s'est offert à mes regards, dégagé des rayons de l'étoile principale, et de l'autre côté qu'en 1826. Ainsi, j'ai constaté, sans hésitation, ce phénomène qui se présentait inattendu. En effet, d'après le récit d'*Herschel*, j'avais supposé le mouvement beaucoup plus lent. C'est pourquoi je ne m'expliquais nullement cur comitem, antea visam, annis 1828 et 1832, difficilium et mox omnino non viderem. Grande fut ma surprise, lorsque les 5 Juin 1834, je vis nettement (je ne me souviens pas avoir jamais vu d'images d'une telle précision), le Compagnon presque sur la même ligne que huit ans auparavant, autant que ma mémoire pouvait me le rappeler. Je songeais à la variabilité de la lumière du Compagnon. Mais, quelle fut ma joie en transcrivant cette observation, de mon journal sur le registre des étoiles multiples, lorsque je remarquai que le compagnon se trouvait bien à peu près sur la même ligne, mais dans la direction opposée: de là, l'explication des circonstances qui m'avaient tant de fois embarrassé (vexaverant) pendant l'espace de 8 années. Il ne me paraît y avoir aucun doute que j'aie effectivement observé le compagnon en 1832,75 quoique la distance 0^h81 surpasse probablement la véritable, qui pouvait à peine excéder elle-même 0^h5 lorsqu'en 1833, la petite étoile m'échappait entièrement." Après une courte comparaison des observations faites jusqu'en 1834, *Mr. Struve* ajoute. „Mais ces observations qui embrassent un intervalle de 52 ans, ne suffisent pas pour qu'on en puisse conclure avec quelque certitude, la durée de la révolution. On pourrait faire l'hypothèse d'une durée de 14 ans, de sorte qu'il se serait accompli une révolution de 1782 à 1795, et que deux autres aient eu lieu de 1795 à 1826. Il faut remarquer

qu'il s'est écoulé $28 = 2.14$ ans entre la disparition observée par *Herschel* et celle que nous avons observée nous-même. Etenim quo minus tempus revolutionis 28 annorum assumamus, positio comitis à *Herschelio* 1795 primo quadranti assignata pugnât. Mais J'avoue volontiers qu'il convient de suspendre son jugement et d'attendre des observations ultérieures instituées avec le plus grand soin et au moyen des meilleurs instruments."

M.M. Struve ont continué depuis, la série des observations de l'intéressante étoile qui nous occupe, et ce sont leurs observations, jointes à l'angle de position obtenu par *Herschel* en 1782 qui ont servi de base aux calculs dont nous présentons seulement les résultats en ce moment.

Les erreurs qui affectent les mesures de distance, si difficiles à obtenir lorsqu'elles sont de 1" environ ou audessous, ne paraissent pas excéder ici 0^h10 à 0^h12. Néanmoins, ces erreurs nous ont paru trop considérables pour introduire avantageusement les distances, dans la détermination d'une première valeur approchée des éléments de l'Orbite. Nous avons dû recourir à une méthode différente de celle que nous avons présentée, et propre à fournir les inconnues du problème autres que le demi grand axe, en partant des seuls angles de position. Les éléments que nous avons obtenus représentent bien les angles de position, mais ils laissent dans les distances, des erreurs progressives comprises entre +0^h14 et -0^h18. Celles-ci dépassant notablement la limite des erreurs des observations modernes, il convenait d'essayer de les atténuer par une correction des éléments. Nous allons présenter ici, en même temps, les deux systèmes que nous avons obtenus; puis les positions observées et le résultat de leur comparaison avec celles déduites des éléments.

Eléments de l'orbite relative de ζ hercule.

Anomalie moyenne en 1838,37
Longitude du noeud ascendant
Inclinaison
Distance du périhélie au noeud ascend.
Angle (Sin = excentricité)
Moyeu mouvement annuel
Demi grand axe

1^{re} Approximation.

76°518
209°56'0
±128 41,6
282 42,4
27 32,5
9°9104
1 ^h 336

Corrigés.

78°114
214 20'7...Comptée de la partie Boréale appa-
±136 16,6 rente du méridien de 1838,37,
284 54,6 vers l'Est.
26 37,7
9°90166
1 ^h 254

On déduit de ces nombres:

Excentricité
Passage au périhélie vrai
Passage au périhélie apparent
Position du périhélie apparent
Distance périhélie apparente
Durée de la révolution

0, 462. 39.
1794,324; 1830,649.
—
—
36,325 ans.

0, 448. 21.
1794,124; 1830,481.
1793,740; 1830,097; 1866,454.
299°6'6 même origine que le noeud.
0 ^h 504
36,357 ans.

Comparaison avec les Observations.

Dates.	Observations.					1re Approximation.			Elémens corrigés.		
	Angles de position	Distances.	Grossissements moyens.	Nombre de Jours.	Observateurs	Angle de position Calculé — Observé.		Distance Calculée — observée	Angle de position Calculé — Observé.		Distance Calculée — observée.
						Diedre.	en Arc.		Diedre.	en Arc.	
1782,55	69°30	—*)	—	1	<i>W. Hers.</i>	-3°06	-0"076	—	+1°42	+0"035	—
1826,63	23,40	0"910	552	5	<i>W. Struve.</i>	-0,63	-0,011	+0"138	-2,35	-0,039	+0"044
1828,735**)	352,60	0,65	600	2	—	+1,00	+0,011	+0,010	-6,99	-0,076	-0,026
32,75	220,50	0,81	800	1	—	+2,30	+0,032	0,000	+5,75	+0,080	-0,012
34,45	203,50	0,910	1000	2	—	-0,36	-0,006	+0,114	+1,14	+0,019	+0,067
35,45	196,90	1,094	1000	5	—	-2,46	-0,047	+0,001	-2,06	-0,037	-0,048
36,60	186,20	1,090	920	5	<i>W. et Ot. S.</i>	-0,74	-0,015	+0,053	-1,39	-0,027	+0,011
37,47	175,47	1,097	—	4	Voir Add.	+3,57	+0,072	+0,064	+2,32	+0,046	+0,033
38,44	168,65	1,030	—	4	—	+3,39	+0,069	+0,141	+1,67	+0,034	+0,126
39,67	160,40	1,165	—	1	—	+2,85	+0,058	+0,008	+0,84	+0,017	+0,015
40,66	159,92	1,293	858	4	<i>W. et Ot. S.</i>	-3,74	-0,076	-0,122	-5,72	-0,119	-0,095
41,60	149,00	1,253	858	3	<i>Ot. Struve</i>	+0,43	+0,009	-0,084	-1,32	-0,028	-0,040
42,64	144,83	1,247	858	3	—	-2,88	-0,059	-0,078	4,18	-0,090	-0,017
45,27	119,06	1,248	982	5	—	+4,23	+0,088	-0,059	+3,75	+0,106	+0,031
47,18	108,40	1,410	858	4	—	+1,98	+0,042	-0,185	+4,02	+0,093	-0,090

Les élémens corrigés représentent mieux les distances que les premiers; mais on doit remarquer que les angles de position sont moins bien représentés que dans la première approximation. On pouvait s'y attendre. La discordance de quelques observations montre que les erreurs de nos élémens corrigés, n'excèdent point celles des observations elles mêmes; ainsi, il est manifeste que l'angle de position décrit de 1839 à 1840 est en erreur de 6°5 environ ou en arc 0"12 à 0"13. Pareillement les distances de 1838 et 1840 discordent entr'elles de 0"20 à 0"21 et peuvent être considérées comme affectées d'erreurs à peu près moitié moindres et de sens contraires. Un court examen des Chiffres que nous venons de présenter, suffit pour montrer le degré d'incertitude qui peut encore affecter nos résultats, et la nécessité d'attendre de nouvelles observations pour en obtenir de plus précis.

S'il est exact de dire que nos élémens représentent les observations accompagnées de mesures, et concordent ainsi qu'on le verra tout à l'heure, avec les indications fournies par Mr. *Struve* à l'époque de la conjonction qu'il a observée; il faut avouer qu'il n'en est pas de même, à l'égard des indications fournies par *W. Herschel* dans une circonstance du même genre. Pour mettre ceci en évidence, nous allons donner les positions assignées par nos élémens corrigés, aux époques de ces observations:

*) En 1782,55. La distance n'a pas été observée; celle calculée, par les élémens corrigés est 1"429.

**) La position de 1828,735 est la moyenne de deux observations que Mr. *Struve* a trouvées peu sûres; il ne les a point comprises dans son tableau des positions moyennes. Nous n'avons point fait usage de cette position dans notre première approximation.

Dates.	Angles de position		Distances Calculées.	
	Calculés.	Calculées.		
1793,740	299°39	0"504		Périhélie Apparent
1795,76	237,64	0,712		
1802,6	166,67	1,167		
1803,274	161,75	1,180		
1829,74	313,12	0,514		
1830,097	299,16	0,504		Périhélie Apparent.
1831,65	247,58	0,644		

Suivant nous, le passage au périhélie apparent aurait eu lieu en 1793, 74. *Herschel*, après ses observations de 1795, 1802 et 1803, présume que le disque de l'étoile principale, restera déformé pendant toute la durée de la Conjonction qu'il suppose donc postérieure à 1803. En 1795 *W. Herschel*, sans pouvoir prendre aucune mesure, assigne néanmoins pour le lieu de la petite étoile, le premier quadrant, tandis que nous la plaçons à cette époque dans le quadrant opposé. La distance étant alors 0"7, les deux étoiles n'auront elles pas pu se confondre pour l'observateur, et celui-ci, n'aurait-il pas pris pour la petite étoile, une fausse image. S'il n'existe d'ailleurs aucune erreur de rédaction ou de transcription de l'observation? En 1802 et 1803, les distances 1"17 et 1"18 étant encore faibles, sans avoir varié sensiblement; *Herschel* qui trouvait toujours le disque de l'étoile principale un peu déformé, a pu croire que le passage au périhélie n'avait pas encore eu lieu. Il est à regretter qu'il n'ait pas suivi ζ d'*Hercule* depuis cette époque.

Quant aux indications fournies par Mr. *Struve*, elles se bornent à ce qu'en 1829 et 1831, époques antérieure et postérieure à celle du passage au périhélie apparent, il n'a pu voir la petite étoile. Les distances 0"51 et 0"61 jointes à l'éclat de l'étoile principale, expliquent suffisamment ces circonstances.

Nous soumettons les faits qui précèdent à l'appréciation des astronomes et principalement à l'illustre fils du grand observateur auquel nous devons la découverte du mouvement des Étoiles doubles. La connaissance qu'il possède des moyens d'observation dont se servait son père, et la possibilité de consulter ses notes manuscrites; le mettront probablement à même d'éclaircir les faits que nous venons de signaler, s'ils lui paraissent dignes de quelqu' intérêt.

Nous terminerons cette note, en montrant, par un exemple que nous a présenté l'orbite dont nous nous occupons, combien l'indétermination des éléments peut-être considérable, lorsque les observations n'embrassent pas un assez long espace

Paris, le 1. Fevrier 1849

de temps, ou ne sont pas convenablement réparties sur la trajectoire apparente. Nous avons trouvé que, si l'on ne cherche à représenter que les douze observations comprises de 1828 à 1847 et embrassant plus de la moitié de la durée de la révolution, on peut y satisfaire au moyen de systèmes d'éléments dans lesquels l'excentricité varie de 0,44 à 1,63; l'orbite d'elliptique devenant hyperbolique, et la durée de la révolution croissant jusqu'à l'infini, pour devenir imaginaire ensuite. Les autres éléments subissent des variations correspondantes, mais moins prononcées. Encore n'avons-nous pas la prétention de donner ici les limites hors desquelles les 12 observations ci-dessus cesseraient d'être représentées.

Yvon Villarceau,
Astronome à l'observatoire de Paris.

Schreiben des Herrn Directors *Rümker* an den Herausgeber.
Hamburg 1849. März 23.

Hiebei sende ich Ihnen die:

Fortsetzung meiner Planeten-Beobachtungen von Nr. 660 der Astron. Nachrichten.

Hebe. Meridiankreis.			
1849	Hamb. m. Zt.	AR. Hebe.	Decl. Hebe.
Janr. 23	9 ^h 25' 4 ^s	—	+ 8 ^o 41' 59 ^u 4
27	9 8 13,3	84 ^o 3' 4 ^s	9 23 26,9
Febr. 1	8 47 53,7	83 53 0,4	10 14 57,5
11	8 9 36,4	84 8 29,4	11 54 56,7
17	7 48 4,6	84 39 29,7:	—
18	7 44 34,7	84 46 2,0	13 1 9,1
21	7 34 16,3	85 8 24,5	13 28 22,6
23	7 27 32,1	85 25 21,7	13 46 5,1
März 6	6 52 13,1	87 24 40,5	15 16 47,8
Kreismicrometer.			
März 14	8 44 12,9	89 17 37,6	16 15 43,2
19	9 51 2,7	90 37 44,3	16 48 59,0
Flora. Kreismicrometer.			
Janr. 31	16 50 2,1	217 34 52,5	-7 53 23,2
Febr. 1	17 35 39,4	217 47 23,8	7 54 48,4
2	16 12 29,0	217 58 16,0	7 55 54,0
17	15 19 30,2	220 17 0,3	7 58 27,2
24	16 53 32,1	220 55 33,1	7 49 44,9
27	15 27 40,0	221 5 47,3	7 43 55,9
März 3	16 13 42,6	221 13 57,9	7 34 17,2
5	17 7 13,5	221 15 37,1	7 28 48,0
19	12 38 38,7	220 44 34,1	6 35 7,4
Iris. Meridiankreis.			
Febr. 1	13 21 24,5	152 26 57,4	+2 32 13,71
2	13 16 32,1	152 12 47,6	2 35 16,9
11	12 32 13,3	149 58 31,9	3 9 17,4
17	12 2 30,1	148 26 20,0	3 37 29,3
23	11 32 57,6	146 56 49,3	4 8 24,2

1849	Hamb. m. Zt.	AR. Iris.	Decl. Iris.
Febr. 24	11 ^h 28' 4 ^s 6	146 ^o 42' 28 ^u 3	+4 ^o 13' 37 ^u 8
27	11 13 30,2	146 0 42,7	4 29 39,6
März 6	10 40 8,6	144 32 54,5	5 6 44,4
8	10 30 48,2	144 10 42,7	5 17 1,0
9	10 26 10,2	144 0 13,6	5 22 8,4
12	10 12 24,7	143 30 42,4	5 36 55,7
13	10 7 53,0	143 21 44,2	5 41 43,6
14	10 3 22,8	143 13 8,0	5 46 30,6
19	9 41 15,6	142 36 3,4	6 8 55,3

Am 6^{ten} März erschien mir die Hebe am Meridiankreise so hell, dafs ich anfangs bezweifelte es sei der Planet.

Da die Hebe sich noch einige Zeit aufser dem Meridian beobachten lassen wird, so kann die folgende Liste in ihrer Bahn gelegener und von mir im Voraus im Meridian beobachteter Sterne zur Vergleichung am Micrometer dienen. Einige beiläufig beobachtete Sterne habe ich nur deswegen mit eingetragen, weil sie zur Identification dienen können.

Mittl. AR. Jan. 1. 1849	Mittl. Decl. 1849.
5 ^h 34 ^m 30 ^s 654	+13 ^o 12' 50 ^u 0
5 36 31,458	12 49 7,6
5 37 59,817	12 54 19,9
5 39 9,119	13 50 16
5 39 14,220	13 22 33
5 41 14,8	13 24
5 41 45,913	13 14 25,4
5 41 58,240	13 12
5 42 0,510	13 49
5 45 57,191	15 25