

# CAMILLE FLAMMARION : UNE CONTRIBUTION BRÈVE MAIS INNOVANTE À L'ÉTUDE DES ÉTOILES DOUBLES

Camille FLAMMARION : A BRIEF BUT ORIGINAL CONTRIBUTION TO THE STUDY OF BINARY STARS

Pierre Durand

S.A.F. Commission des étoiles doubles  
[pierre.durand6@wanadoo.fr](mailto:pierre.durand6@wanadoo.fr)



## Résumé

À partir des années 1870, Camille Flammarion (1842-1925) s'intéresse aux étoiles doubles et recueille de nombreuses mesures sur plusieurs paires afin de déterminer celles qui présentent un mouvement orbital. Il mesure 160 paires en 1877 à l'aide du télescope de 38 cm de l'Observatoire de Paris et publie en 1878 le premier catalogue d'étoiles binaires. Nous expliquerons tout d'abord quelles études en astronomie des étoiles doubles ont précédé les recherches de Flammarion, puis nous présenterons ses propres observations ainsi que l'intérêt et la qualité du « Catalogue d'étoiles doubles et multiples en mouvement relatif certain ». Enfin, nous tenterons de comprendre pourquoi il a été oublié pendant si longtemps.

## Abstract

From the 1870s, Camille Flammarion (1842-1925) became interested in double stars and he collected many measurements on many pairs to determine which ones exhibited orbital motion. He measured 160 pairs in 1877 with the 38 cm telescope of Paris Observatory and he published in 1878 the first binary stars catalogue.

We will first explain which studies in double stars astronomy preceded the search for Flammarion, then his own observations and the interest and quality of the "Catalogue d'étoiles doubles et multiples en mouvement relatif certain". Finally, we will try to understand why it was forgotten for so long.

**Keywords: Stars: binaries: visual, history of astronomy**



## 1 Préambule

Un siècle après la disparition de Camille Flammarion (1842-1925), il est utile de rappeler ses recherches dans le domaine de l'étude des étoiles multiples. Les commémorations à la mémoire de ce grand homme tout au long de cette année 2025 ont montré surtout la puissance du vulgarisateur. Il fut aussi un chercheur original liant la popularisation de l'astronomie et l'approfondissement des connaissances. C'est l'objet de cet article : montrer son rôle et son implication, même brève dans une première synthèse des connaissances sur la binarité stellaire. Paul Couteau, qui a consacré sa carrière à cette branche de l'astronomie, écrit au sujet de son catalogue de 1878 : « ... ouvrage remarquable par sa présentation, le souci du détail et la somme de travail qu'il représente »[1]. Bel hommage qu'il nous convient d'analyser !

## 2 Une culture scientifique précoce

Toujours à l'affût des nouveautés et des découvertes, les travaux sur les étoiles binaires ont attiré l'attention particulière de Camille Flammarion sur ce pan tout nouveau de l'astronomie à une époque que l'on peut dater du début des années 1870. C'est l'effet d'un long chemin.

Le jeune Flammarion commence ses études secondaires à Langres en 1853, en 1856 il fréquente les cours du soir à Paris de l'Association polytechnique car il n'a pu s'inscrire dans un lycée parisien. L'éducation, alors sous le régime de la loi Falloux

de 1850, n'institue pas encore la gratuité de l'enseignement secondaire qui ne le sera qu'en 1933. Sa formation en astronomie, il va la poursuivre "sur le tas" à l'observatoire de Paris à partir de 1858 puis au Bureau des Longitudes à partir de 1862 grâce à l'astronome Charles-Eugène Delaunay (1818-1872), mais aussi en dispensant un cours d'astronomie au profit de l'Association polytechnique. Tout cela montre l'adaptation et les capacités intellectuelles du jeune homme.

Son activité de rédacteur dans différents périodiques ("Le Cosmos", "le Magasin pittoresque"), la fréquentation de la bibliothèque de l'Observatoire de Paris, du Bureau des longitudes et des membres de ces institutions lui permettent de se tenir au courant des nouvelles scientifiques. Il pratique aussi l'observation du ciel qu'il avait épisodiquement pratiquée à l'Observatoire grâce à l'achat d'une première lunette, une 108 Secrétan, en 1866. Avec cet instrument, observant un phénomène particulier sur la Lune, il commence à transmettre des notes à l'Académie des sciences qui sont publiées. Rappelons que l'impression de ces comptes-rendus vient de la décision de François Arago qui permet en 1835 de diffuser ces connaissances. Être publié par l'Académie contribue à l'autorité scientifique du jeune astronome et l'engage dans une participation active à la recherche astronomique de manière rigoureuse.

La sinistre période 1870-71 met un coup d'arrêt provisoire à cette trajectoire ascendante. Engagé comme capitaine du génie, il est observateur et repère la position des batteries ennemies.

Heureusement, l'après-guerre va marquer un renouveau avec une installation de son domicile rue Cassini, près de l'Observatoire. Il s'équipe d'un télescope de Foucault de 20 cm d'ouverture, instrument performant pour l'époque, qu'il installe sur son balcon pour des observations stellaires. Il y observe la planète Mars mais aussi l'étoile double  $\xi$  UMa, binaire en mouvement rapide. Cette étoile découverte en 1780, présente une séparation en 1872-73 un peu en dessous de 1". La vision de ces deux diamants brillants observés dans un instrument de 20 cm, collés l'un contre l'autre, n'a pu qu'impressionner fortement Flammarion. C'est, curieusement, à partir de cette époque qu'il se met à s'intéresser particulièrement aux étoiles doubles en tant qu'objets en mouvement orbital et à amasser de la documentation.

### 3 L'observation des étoiles doubles au 19<sup>ème</sup> siècle : un nouveau domaine de l'astronomie

Après plus de vingt ans d'observations, et la découverte de près de 700 couples stellaires, l'Anglais William Herschel (1738-1822) annonce en 1803 (*Account of the Changes that have happened during the last Twenty-five Years of the relative Situation of Double Stars* – Phil. Trans.) que certains des couples qu'il a observés et catalogués présentent un mouvement orbital, en particulier les étoiles  $\alpha$  Gem,  $\gamma$  Vir,  $\zeta$  Her. C'était la preuve que la force de gravitation étudiée par Newton pour le système solaire s'applique aussi au monde sidéral, justifiant ainsi le terme de gravitation universelle.

Curieusement, ce sont des astronomes non officiels qui défrichent ce nouveau domaine : c'était le cas pour William Herschell. En Europe, Ercole Dembowski (1812-1881), William Dawes (1799-1868), en Amérique Sherburne Burham (1838-1921) observent les étoiles doubles en dehors des observatoires nationaux. Le seul dupliciste pionnier venant d'un observatoire impérial est le russe Wilhelm Struve (1793-1864) suivi par son fils Otto (1819-1905). Les découvertes d'objets nouveaux affluent, excitant des recherches nouvelles. Dans les observatoires d'état, l'intérêt n'est pas encore à l'astrophysique. Cela laisse le champ libre aux astronomes indépendants. Camille Flammarion s'inscrit dans cette lignée.

W. Struve a reçu une solide formation universitaire. Il arrive à l'observatoire de Dorpat en Estonie en 1813. Sa méthode de travail et d'observation est rigoureuse, favorisée à partir de 1824 par une lunette de 24 cm d'ouverture, instrument puissant et moderne pour l'époque, monté en équatorial, facile à pointer. Il publie en 1827 un premier catalogue (*Catalogus Novus Stellarum Duplicitatis Dorpatensis*) de positions précises des couples connus mais aussi découverts par lui-même et en 1837, il le complète par le détail des observations de plus de 3100 objets. Il initie ainsi la première prospection systématique et rigoureuse des couples stellaires. Ce premier catalogue d'objets stellaires doubles, bien construit, pratique à utiliser, devient un outil de base pour les nouveaux observateurs d'étoiles doubles.

Ainsi, peu à peu, des relevés de positions du mouvement des couples découverts sont obtenus et publiés selon une méthode imaginée par W. Herschel, normalisée par Struve sur le principe des coordonnées polaires pour repérer la position du compagnon par rapport à la principale considérée comme origine. Cela permet en 1828 à l'astronome français Félix Savary (1797-1841), membre du Bureau des longitudes, de collationner les diverses observations du compagnon de l'étoile  $\xi$  UMa et de calculer la forme de l'orbite elliptique du couple, sa dimension et la période du mouvement. John Herschel (1792-1871) a continué l'œuvre de découverte de son père pour l'hémisphère sud et, de son côté, a mis au point une autre méthode de calcul

des orbites qui a peu été utilisée.

### 4 Le projet de Camille Flammarion pour les couples d'étoiles

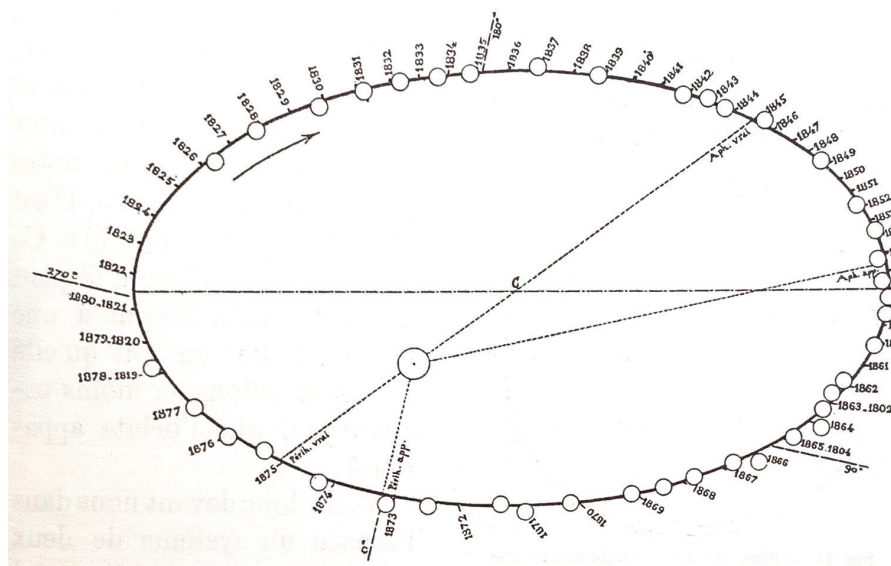
Nous avons brossé le tableau de la situation de la recherche dans ce domaine de l'astronomie stellaire quand Flammarion commence à s'intéresser aux étoiles doubles. Au début des années 1870, il commence à rassembler des informations sur les découvertes et travaux en cours et constate une situation confuse, une dispersion des observations. En effet, les découvertes se sont poursuivies, les calculs d'orbites se sont multipliés, chacun a travaillé dans son observatoire, les listes se sont allongées mais il ne trouve aucun bilan d'ensemble.

Son épouse, Sylvie Petiaux (1836-1919) résume bien l'état de la recherche dans ce domaine. « Jusqu'en 1873, les observations faites sur ces lointains systèmes stellaires étaient en nombre considérables mais non classées. On ne savait point quelles étaient les étoiles doubles véritables, c'est-à-dire les systèmes physiques et quelles étaient les apparentes, c'est-à-dire les groupes optiques dus seulement à la perspective... Les immenses travaux de William Herschel, de William Struve, de Dawes, de Dembowski, et des autres observateurs d'étoiles doubles, représentaient autant de mines très riches, très variées, très étendues, où des pépites d'or et d'argent étaient accumulées. Mais il fallait qu'un ingénieur vint examiner ces richesses, les analyser et les classer. » (in Camille Flammarion, sa vie, son œuvre : à propos des fêtes de Montigny le Roi, Sylvio Hugo 1891). Ainsi, le jeune astronome élabore son projet qu'il décrit dans l'avertissement de son « Catalogue des étoiles doubles et multiples ».

Ce projet a progressivement mûri depuis ses premiers intérêts pour les étoiles doubles, probablement depuis l'observation de  $\xi$  UMa au télescope de 20 cm puisqu'il prépare une note. Il commence alors à rassembler les mesures de ce couple et établit une nouvelle orbite apparente qu'il publie en novembre dans les communications à l'Académie des sciences (24 novembre 1873) par l'entremise de l'astronome Hervé Faye (1814-1902). Concernant les étoiles doubles, c'est la première publication d'une longue série (figure 1).

Dès lors, en cinq années, il va mûrir son projet, rassembler les données nécessaires, observer les couples qui demandent vérification, calculer des orbites, synthétiser ces données ; bref se livrer à une œuvre astronomique complète à laquelle beaucoup d'astronomes aspireraient. Cela tombe bien car l'aventure de l'étude des étoiles doubles a commencé il y a tout juste un siècle : c'est la bonne période pour faire un bilan d'étape !

Les questions qu'il se pose sont celles d'une démarche moderne : « Combien connaît-on d'étoiles doubles ou multiples ? Quelle est leur proportion relativement aux étoiles simples ? Dans le nombre total des groupes découverts, lesquels sont simplement optiques, dus au hasard de la perspective, et lesquels sont réels, formés par plusieurs étoiles associées ensemble ? Parmi les groupes réels ou physiques, combien en sont-ils qui manifestent, par le déplacement relatif des astres qui les composent, le témoignage de l'action de la gravitation dans ces lointains systèmes ? Quels sont les couples en mouvement orbital certain ? Quels sont ceux en mouvement orbital probable ? En est-il aussi dont le mouvement ne soit pas orbital ? Par quel mouvement propre ces systèmes sont-ils emportés dans l'espace ? Découvre-t-on quelque loi dans leur distribution comme dans leurs marches, ainsi que dans l'éclat relatif des composantes et dans leur brillante association de couleurs ? (in Avertissement, Catalogue des Etoiles Doubles et Multiples [2] ). Il détaille ensuite sa démarche : analyser les nombreuses observations existantes, établir des listes selon leur



certitude de mouvement, leur évidence de mouvement propre commun, mesurer les couples négligés et surtout, trouver quels sont les systèmes en mouvement orbital. C'est ce qui donnera le titre du catalogue qui paraîtra à la fin de 1878 (figure 2).

Suède, Engelmann en Allemagne, entre autres.

Il tente aussi des mesures avec son télescope de 20 cm, au printemps 1876, mais il ne dispose pas de monture équatoriale ni de micromètre adapté. Sa ressource serait-elle l'observatoire de Paris ? Urbain Le Verrier (1811-1877), ancien directeur démis de ses fonctions est revenu aux affaires suite au décès accidentel de Charles Delaunay (1816-1872). Finalement, apprenant que son ancien élève recherche des observations de couples stellaires, Le Verrier lui propose d'utiliser la grande lunette de l'Observatoire pour réaliser les mesures nécessaires. Jamais ce type de mesures n'a été fait sur cet instrument. C'est donc une première. Ce genre de lunette s'apparente au 38 cm de Pulkovo qu'utilisait Otto Struve en 1843 ; il est bien adapté à la mesure des étoiles doubles : ouverture suffisante et distance focale importante pour obtenir une bonne définition des images, monture équatoriale permettant de conserver l'orientation du champ et assurer automatiquement le suivi de l'astre, micromètre à l'oculaire pour effectuer les mesures (figure 3).

### La méthode de travail pour les mesures, pratiquée par Camille

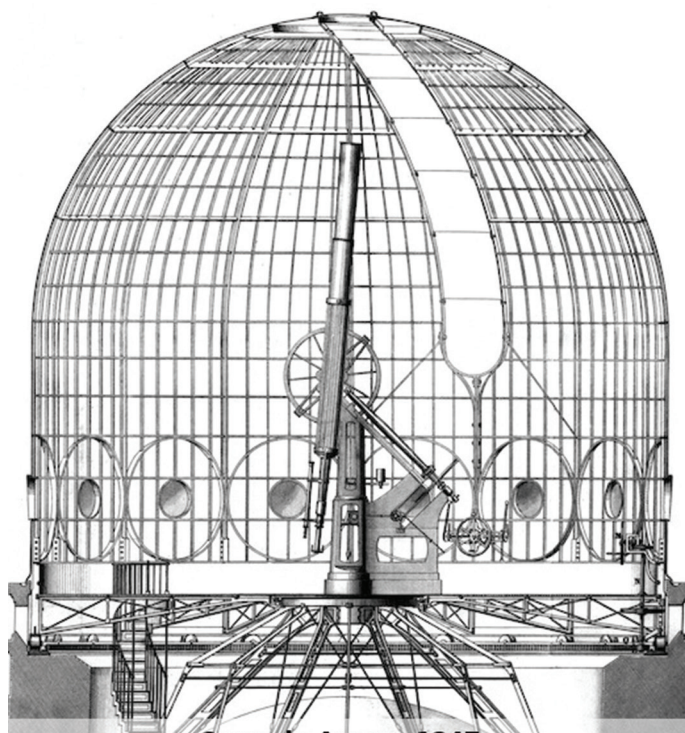


Figure 3 : La coupole et la lunette de 38 cm de l'Observatoire de Paris. Projet de François Arago (gravure issue de l'Astronomie populaire de 1858).

Flammarion, telle qu'on la lit dans le préambule du catalogue est classique : détermination du "tour de vis" (étalonnage : ici 12,17" par mm, donnant une longueur focale de 8,477 m), détermination de la direction du nord, bissection en gardant les yeux parallèles à la ligne des étoiles, réalisation de quatre doubles mesures au minimum pour la séparation. Lorsque l'on étudie la date des mesures et le choix des cibles, on constate que notre observateur réalise ses mesures plutôt en début de nuit, de 2 à 7 couples par soirée, sur une bonne cinquantaine de nuits. C'est une belle assiduité pour un instrument peu aisé d'utilisation eu égard aux conditions météorologiques parisiennes (figure 4).

Du fait de la piètre qualité de l'objectif de la lunette, il n'y a pas de mesures proches du pouvoir séparateur théorique (0,31")

## MESURES MICROMÉTRIQUES D'ÉTOILES DOUBLES

Étoiles.	N° S.	R. 1880.	D. P. 1880.	Grandeurs.	Anglo.	Distance.	Date.
α Andromède.	[797]	0. 2.11	61.24	2,3-11	271,0	71,10	1877,08
Céphée 316...	2	0. 2.42	11. 0	6,3- 6,5	all.	m. i.	6,85
Andromède...	[6]	0.13. 7	52.32	7,4- 9,5	15,1	62,50	7,13
42 Poissons...	27	0.16.12	77.11	6,8-11	337,9	28,5	7,08
P. o. 251....	80	0.53.14	89.52	7 - 8	313,3	20,9	7,06
α Petite Ourse.	93	1.13.45	1.20	2,5- 9,5	213,3	18,62	7,31
ψ Cassiopée...	117	1.17.27	22.39	AB 4,7- 9,5	105,7	28,95	7,34
				BC 9,5-10	256,1	2,96	7,34
Poissons.....	125	1.20.50	90.46	7,9-10	353,3	28,82	7,08
Poissons.....	132	1.25.35	73.40	7 -10	353,6	33,88	7,08
Poissons.....	142	1.33.28	75.22	8,2- 8,5	326,8	18,51	7,08
χ <sup>1</sup> Baleine....	147	1.35.49	101.55	5,5- 7	89,7	3,50	7,70
γ Bélier.....	180	1.46.56	71.38	4,2- 4,5	359,1	9,0	7,75
γ Andromède.	205	1.56.32	48.15	AB 2,5- 5,5	62,9	10,08	7,75
66 Baleine....	231	2. 6.39	92.57	6,5- 7,8	231,0	15,55	7,80
o Baleine.....	—	2.13.17	93.31	var- 9,5	82,2	118,2	7,12
θ Persée.....	296	2.35.59	41.17	AB 4,0-10	298,0	15,3	7,63
				AC 4,0-10	218,5	68,0	7,63
Persée.....	328	2.49.48	45.58	8,5- 9	300,0	23,70	7,65
Eridan.....	436	3.35.11	103. 0	7,2- 8,5	234,3	34,15	7,08
Persée.....	434	3.36. 6	52. 0	7,5- 8	86,9	30,19	7,25
40 o <sup>2</sup> Eridan..	518	4. 9.49	97.49	AB 4,5- 9,5	104,7	81,5	7,12
				BC 9,5-10,5	130,0	4 ±	7,12
				AD 4,5-12	148,0	37,2	7,12
				AE 4,5-11,4	339,2	109,9	7,12
				1,6-11	35,5	114,5	7,06
					35,0	114,9	7,90
Aldebaran ...	11,2	4.29. 2	73.41				

Figure 4 : Première page du catalogue des mesures (in Catalogue des étoiles doubles et multiples en mouvement relatif certain.).

pour un instrument de 38 cm d'ouverture. D'ailleurs Flammarion signale avoir diaphragmé l'ouverture à 20 ou 25 cm pour garder de bonnes images, donc quasiment de moitié. La plus petite séparation mesurée est ψ Cas BC à 2,96". On présume les mêmes limitations en magnitude. Néanmoins, les étoiles les plus faibles observées sont autour de la magnitude 10 (STF 1161), car il faut prendre en compte l'éclairage du champ pour réaliser les pointés en manœuvrant les fils du micromètre, ce qui limite la vision des étoiles faibles.

On peut évaluer la qualité des observations effectuées en s'intéressant aux couples mesurés pour lesquels nous disposons aujourd'hui d'éléments orbitaux fiables. Un calcul des O-C évaluant les écarts des mesures observées par rapport à l'orbite calculée pour cette époque montre globalement une bonne qualité des observations (Voir la table I). Pour les mesures d'angle, l'incertitude des pointés est de l'ordre du degré avec une moyenne de 0,26° sur les 14 couples mesurés, ce qui est honorable. Concernant les mesures de séparation, la plupart des écarts sont insignifiants, la moyenne est de 0,04", ce qui est encore honorable. Camille Flammarion s'est donc montré ici comme un observateur rigoureux et fiable dans cet exercice absorbant et exigeant, demandant beaucoup de patience.

## 6 Un catalogue bien construit

Il faut imaginer la somme de travail pour rassembler les données de 819 couples regroupant environ 14 000 mesures, concevoir la forme du document, rédiger la synthèse pour chaque entrée et de plus, tenter par divers tableaux figurant dans la dernière partie du catalogue, d'établir des lois "naturelles" qui ressortent des données. Concernant les étoiles doubles, nous pouvons estimer que cet ouvrage est un travail original de synthèse qui n'avait pas encore été réalisé avant lui mais dont la structure sera reprise en 1906 par Thomas Lewis (1858-1927) pour le répertoire des observations des couples catalogués par FGW. Struve, puis pour les catalogues généraux de Sherburne Burnham en 1902 et enfin de William Aitken (1864-1951) en 1932. C'est aussi le premier catalogue d'orbites pour les binaires et de trajectoires rectilignes pour des couples optiques (figure 5).

Table I : Calcul des O-C pour 14 couple orbitaux du programme de Camille Flammarion.

Couple	Magnitude	Mes. Θ°	Mes. ρ"	O-C : Θ	O-C : ρ	Note
θ Per	4,2 - 10	298,0	15,3	-0,2	+1,4	
12 Lyn AC	5,4 - 7,0	304,4	8,5	-0,5	-0,1	
Castor	1,9 - 3,0	235,1	5,52	+0,5	-0,15	
γ Leo	2,4 - 3,6	112,1	3,32	-0,2	0	
γ Vir	3,5 - 3,5	318,4	4,96	+0,9	-0,04	
ζ Uma	2,2 - 3,9	148,7	14,55	0	0	non orbitale.
ξ Boo	4,7 - 6,9	282,7	4,28	+1,1	-0,12	
ι Boo	4,4 - 6,6	241,8	4,71	+1,9	-0,27	
γ CrB	4,0 - 5,6	Simple				0,09"
α Her	3,5 - 5,4	115,3	4,67	-0,4	-0,01	
70 Oph	4,2 - 6,2	78,1	3,22	+1,9	-0,04	la plus serrée
β Cyg	3,2 - 4,7	55,8	34,3	+1,4	0	non orbitale.
γ Del	4,4 - 5,0	270,8	11,25	-1,0	0	non orbitale.
61 Cyg	5,2 - 6,0	116,2	19,76	-1,1	-0,07	
μ Cyg	4,7 - 6,2	118,4	3,76	+0,5	+0,03	
Σ 1161	10,1 - 10,2		22,4			

## ÉTOILES DOUBLES ET MULTIPLES

EN MOUVEMENT RELATIF CERTAIN.

## OBSERVATIONS ET RÉSULTATS CONCLUS.

<b>Baleine. 3063.</b> $\Delta = 0^h 1^m 27^s$ . D.P. = $95^{\circ} 12'$ . Gr. = $8^s, 8 - 10^s$ : blanches. Date. Angle. Distance. Obs.			
1831,50	232,9	1,78	z.
64,84	223,7	1,85	De.
65,55	224,4	1,84	id.
77...	.....	.....	.....
Mouvement rétrograde très-lent. Probablement orbital : faible distance angulaire des composantes. Il est singulier que cette étoile n'ait été observée ni par Md, ni par Da, ni par Se, ni par Du, ni par S., qui ont vu presque toutes les autres du même ordre.			
<b><math>\alpha</math> Andromède. H. v, 32 [797].</b> $0^h 2^m 11^s$ . $3^s, 3 - 11^s$ : blanches. $61^{\circ} 24'$ .			
1781,56	259,4	59,50	H.
1830,68	264,2	60,57	De.
34,64	267,1	65,9	Sm.
30,38	268,8	64,94	z.
37,74	268,9	64,8	Sm.
51,93	269,4	66,92	z.
68,68	270,7	69,20	De.
76,07	269,8	n. m.	Gl.
77,08	271,0	71,10	Fl.
Mouvement rectiligne, dirigé vers $321^{\circ}$ . Sa valeur annuelle = $0^s, 188$ et se décompose ainsi : $\Delta - 0^s, 124$ ; D.P. — $0^s, 151$ ;			
ce qui est précisément égal et de signe contraire au lent mouvement propre reconnu à $\alpha$ . (Foy. mon Catalogue spécial des mouvements propres.) Donc $11^s$ fixe au fond du ciel. Conclusion de $\Sigma$ confirmée. — Groupe de perspective.			
<b>Céphée 316. 2.</b> $0^h 2^m 42^s$ . $0^s, 3$ jaune — $6^s, 5$ vertes. $11^{\circ} 0'$ .			
Date.	Angle.	Distance.	Obs.
1828,25	342,9	0,78	z.
31,00	339,7	1,70	Il.
32,59	340,5	0,83	z.
38,63	338,1	0,69	Md.
39,67	336,1	n. m.	De.
41,56	336,3	0,66	Md.
42,63	334,6	0,64	id.
43,30	341,2	0,60	id.
47,77	346,1	0,48	id.
52,21	338,6	0,47	id.
57,52	325,0	0,38	Se.
62,83	320,4	0,3	Nd.
63,60	simple		De.
65,70	295,5	0,38	id.
65,76	295,6	0,30	Ts.
66,65	136,87	0,25	Se.
67,00	simple		De.
69,75	all.	m. i.	Da.
72,92	all.	m. i.	Ws.
75,71	34	m. i.	Du.
76,85	all.	m. i.	Fl.
C couple brillant et délicat. Système orbital très-serré. Mouvement rétrograde rapide. Si De n'a pu distinguer B en 1863 (elle devait être alors à $0^s, 38$ ), ce n'est pas la une raison suffisante pour que nous la jugions variable, car la disparition peut tenir au rapprochement et aux conditions atmosphériques. En 1867, elle était encore plus rapprochée.			
<b>Andromède. H. 1007. (2).</b> $0^h 7^m 26^s$ . $63^{\circ} 40'$ .			
Triple. $A = 7^s$ ; $B = 8^s$ ; $C = 10^s$ : blanches.			
AB. Date. Angle. Distance. Obs.			
1843,93	61,6	0,6	Md.
58,43	51,4	0,68	Se.
60,64	47,4	0,5	De.
69,78	44,8	0,72	Da.
72,67	44,6	0,5	De.
74,71	43,8	0,88	z.
AC. C fixe à $225^{\circ} \pm 1^{\circ}$ et $17^s, 6 \pm 0^s, 2$ .			
AB forment certainement un système orbital très-serré, en mouvement rétrograde. Quant à l'étoile C, elle reste fixe depuis la première mesure en 1828, sans laisser présumer aucun sens de mouvement.			

Figure 5 : Première page de la partie catalogue des 819 couples en mouvement relatif.

En parcourant ce catalogue, on voit que la présentation est structurée et rigoureuse. L'observation attentive de la figure ci-dessus montre que l'essentiel de l'information se trouve dans chaque entrée de ce catalogue, en une forme résolument moderne : identifications de l'objet, caractéristiques à l'observation, détails et auteurs de toutes les mesures recueillies. Suit un commentaire détaillé incluant les données des calculs d'orbite ou de trajectoire des couples optiques. On apprécie les remarques esthétiques pour  $\gamma$  And et des informations plus personnelles comme ses propres observations de la binaire BC à une séparation de  $0,5''$  avec son télescope de Foucault au début des années 1870, prouvant la qualité de cet instrument qui lui a peut-être permis de s'intéresser aux couples célestes. On trouve aussi un long commentaire sur le compagnon de Sirius découvert en 1862 et la possibilité de son mouvement orbital : le futur lui a donné raison. On lit enfin, concernant le système triple  $\zeta$  Cnc, l'insuffisante étude sur le mouvement erratique de la composante C et son dépôt d'un pli cacheté à l'Académie pour exposer sa découverte... clairement expliquée par Otto Struve par l'existence d'un quatrième corps invisible<sup>1</sup>.

## 7 Une classification naturelle qui est en fait une première étude statistique de la population des étoiles doubles

La dernière partie de l'ouvrage, occultée par une partie intrusive sur les nébuleuses doubles est sans doute la plus intéressante. En quelques années, comme nous venons de le voir, Camille Flammarion a rassemblé un large ensemble d'objets. Il aurait

pu clore son travail après la dernière page du catalogue. Mais il va poursuivre son étude, il va passer au crible de divers critères de sélection son large échantillon. Cette étude représente l'ébauche d'une première étude statistique. On peut voir dans cette démarche la conséquence de ses rencontres avec Adolphe Quételet (1796-1874) à partir de 1868, un des fondateurs de la statistique.

Quételet était à cette époque directeur de l'Observatoire de Belgique dont il était le fondateur. Mathématicien, ami d'Arago, il avait une large culture scientifique qui l'a amené à s'intéresser aux populations en tant qu'objet d'études mathématiques. Leurs échanges précèdent tout juste l'intérêt pour les étoiles doubles du jeune astronome. « Quételet... est une légende vivante pour Flammarion qui admire tout particulièrement les travaux que le savant a effectués sur les statistiques... » écrit Philippe de La Cotardière [3]. Cette "Classification naturelle" qui termine le catalogue, de par son souci du détail dans le tri et la classification, est tout à fait dans cette démarche de considérer la population "étoiles doubles" comme un objet d'études statistiques. Aucun autre travail de ce type n'avait été réalisé auparavant.

Les couples orbitaux certains (à cette époque) sont l'objet du premier tableau I, classés en sept catégories selon la fiabilité de l'orbite, la complétude de celle-ci en étant le critère : de A à G. Cela évoque le critère actuel de qualité des orbites : les 5 grades de 1 à 5, dans l'ordre de leur qualité décroissante. Treize objets seulement ont une orbite complète à cette époque avec des périodes qui vont de 5 à 169 ans, sur les 358 objets listés. Mais, plus intéressant, Flammarion note le sens du mouvement orbital. Cette caractéristique a longtemps intéressé Jean Dommanget (1924-2014), astronome belge, ancien président de la Commission 26 de l'UAI (figure 6).

Les couples orbitaux probables de la Table II sont déclinés en trois classes de A à C. Le cas de  $\alpha$  Cru est noté orbitale presque certaine. C'est toujours son statut : système physique alors que ses composantes sont connues pour être des binaires spectroscopiques.

La Table III renferme les systèmes présumés physiques, c'est-à-dire liés par la force de gravité avec deux classes : certains ou probables. On y trouve 61 Cyg qui est connue maintenant pour être une binaire véritable dont la période de 619 ans n'est toujours pas couverte par les observations.

La Table IV rassemble les systèmes à trois corps, certains (A) et probables (B). On y note  $\xi$  Sco indiqué « presque certain ». On est maintenant sûr qu'il s'agit d'un système quintuple associant STF 1998 et STF 1999. Après les systèmes ternaires, les systèmes triples (non liés par la gravité), sont rassemblés les systèmes quaternaires, les étoiles quadruples parmi lesquelles est cité le système  $\theta$  Ori.

Les tableaux suivants recensent les groupes de perspective (optiques), dont le XII avec 15 doubles écartées à mouvement propre commun (ébauche des recherches sur les CPM) (figure 7). Pour prolonger le travail, Flammarion ajoute une dernière liste (tableau XVI) de couples physiques peu écartés sans mouvement, qui complètent le catalogue principal de couples orbitaux, tel  $\psi 1$  Psc d'une remarquable stabilité à  $30''$  de séparation. Il semble bien que Flammarion soit le premier à établir cette classification des paires d'étoiles selon leur statut gravitationnel : binaires orbitales, binaires physiques, couples à mouvement propre commun, couples optiques avec calcul du mouvement propre de l'astre proche. Ces dénominations sont encore utilisées actuellement.

<sup>1</sup> Voir l'article de Jean-Claude Thorel "Évolution de l'étoile dzêta Cancri - Un pli cacheté à l'académie des sciences relance l'étude des compagnons invisibles" - ED3 - Décembre 2021

# CLASSIFICATION NATURELLE

## DES ÉTOILES DOUBLES ET MULTIPLES.

### I. — Systèmes orbitaux certains.

#### A. — Ayant accompli une ou plusieurs révolutions depuis leur découverte.

Étoiles.	Grandeurs.	Couleurs.	Item-gr. ano.	Période calculée.	Années d'obs.	Sens du mouv.
* 6 Petit Cheval	4,5 — 5	blanches	0,10	7 ou 11 ans	25	P
* 3130 Σ, (365) Σ, Lyre	7,1 — 11	blanches	0,25	16 :	37	P
* 42 Chevelure	6 — 6	blanches	0,30	25,19	50	P
* Hercule	3 — 6	jaune et rougeâtre	1,36	34,58	95	R
* 3121 Σ, Cancer	7,2 — 7,5	blanche et jaune	0,50	39,18	45	P
* Couronne boréale	5,5 — 6,0	jaunes d'or	0,98	40,17	96	D
* 2173 Σ, Ophiuchus	6 — 6	jaunes	1,01	41,13	48	P
* Couronne australe	5,5 — 5,5	jaunes d'or	2,49	55,58	42	R
* Cancer AB	5,5 — 6,2	jaunes	0,91	60,45	95	R
* Grande Ourse	4 — 5	jaune et cendrée	2,30	60,63	96	R
* Centaure	1 — 2	blanche et jaune	21,80	85,04	169	D
* Ophiuchus	4,5 — 6	jaune et rose	1,88	92,77	98	R
* Scorpion AB	5,0 — 5,2	jaunes	1,26	95,90	95	D

Total du premier groupe : 13.

#### B. — Ayant parcouru plus des trois quarts d'une révolution : 270° à 360°.

Étoiles.	Grandeurs.	Couleurs.	Arc parcouru.	Item-gr. ano.	Période calculée.	Années d'obs.	Sens du mouv.
3062 Σ, Cassiopee	6,5 — 7,5	jaune et olive	378°	1,27	10 ans	95	D
* Lion	6 — 7	jaunes	326	0,89	111	95	D
* 5 Chiens de Chasse	6 — 7	blanche et bleue	281	0,65	121	50	P
* Vierge	3 — 3	jaunes	552	3,38	175	159	R
* Ophiuchus	5 — 6	blanches	279	1,10	218	94	D

Total des groupes A et B : 18.

#### C. — Ayant parcouru plus d'une demi-révolution : 180° à 270°.

Étoiles.	Grandeurs.	Couleurs.	Arc parcouru.	Distance moy.	Temps pour 360°.	Années d'obs.	Sens du mouv.
* 8 Sextant A.C. 5	5,6 — 6,5	blanches	260°	0,14	33 ans	21	R
* 2 Bouvier	6,5 — 8	blanches	226	1,17	280	96	D
* Couronne boréale	6 — 7	jaune et verdâtre	211	2,5	846	96	D
(89) Σ, Girafe	6,2 — 7,6	blanches	209	0,1	52	30	D
(522) Σ, Petit Cheval	7 — 8	bleuâtre et blanche	207	0,1	51	31	R
* Eridan BC	9,5 — 10,5	jaunes	196	1,0	200	94	R
(234) Σ, Gr. Ourse	7 — 7,8	blanches	187	0,3	68	35	D
* Verseau	6 — 7	jaunes	181	0,1	181	94	D
* Couronne boréale	4 — 7	jaune et pourpre	180	0,70	95	52	P
* 716 Σ, 2	6,3 — 6,5	jaune et verte	9	0,5	9	18	R

Total des groupes ABC : 28.

#### D. — Ayant parcouru plus du quart d'une révolution : 90° à 180°.

Étoiles.	Grandeurs.	Couleurs.	Arc parcouru.	Distance moy.	Temps pour 360°.	Années d'obs.	Sens du mouv.
* 2 Hercule BC.	9,1 — 10	bleues	171°	1,0	33 ans	21	P
* 2120 Σ, Hercule	7 — 9	jaune et bleue	146	3±	232	94	R
* (235) Σ, Gr. Ourse	6 — 7,8	blanches	132	0,7	90	34	D
* (298) Σ, Bouvier	7 — 7,4	blanches	130	1,0	97	35	D
(211) Σ, Chevelure	7,4 — 9,1	blanches	127	0,3	—	32	D
ou 307							
Castor, AB	2,5 — 2,8	blanches	121	5,0	1000	158	R
(387) Σ, Cygne	7,5 — 8	blanches	112	0,4	108	33	R
* Grande Ourse	5 — 5,5	blanches	111	0,3	100	33	D
* Ophiuchus	4 — 6	blanche et cendrée	110	1,2	300	94	D
* Eridan	6 — 6	blanches	106	4,0	200	52	R
* Bouvier	4,5 — 6,5	jaune et rouge	101	4,9	127	95	R
* 2 Cygne	3 — 8	blanche et bleue	101	1,7	336	94	R
* 41 Bouvier	5,3 — 6	blanche et cendrée	plan	3,1	251	96	P
* (536) Σ, Pégase	7,5 — 7,8	blanches	plan	0,3	?	25	P
* (61) Σ, Taureau	6,2 — 6,8	blanche et rougeâtre	?	0,6	?	28	P

Total des groupes ABCD : 43.

#### E. — Ayant parcouru de 45° à 90°.

Étoiles.	Grandeurs.	Couleurs.	Arc parcouru.	Distance moy.	Temps pour 360°.	Années d'obs.	Sens du mouv.
* Cassiopee	4 — 7	jaune et pourpre	89°	9,0	38 ans	95	D
* 186 Σ, Poissons	7,3 — 7,3	blanches	86	1,0	200	52	P
(119) Σ, Gémeaux	6,5 — 8,5	blanches	83	0,6	130	30	R
(121) Σ, Orion	6 — 7,8	blanches	82	0,4	133	30	R
(285) Σ, Bouvier	7 — 7,6	blanches	82	0,4	145	33	R
* 1819 Σ, Vierge	7 — 8	blanches	70	1,1	251	49	R
(400) Σ, Cygne	8,1 — 8,4	rougeâtres	67	0,4	161	30	R
Il, 5014, Télescope	6,5 — 6,5	blanches	66	0,7	112	21	D
* 2107 Σ, Hercule	6,5 — 8,5	jaune et bleue	65	1,0	268	48	D
* 2 Dragon	5 — 5	blanches	62	3,0	562	96	R
* P. XII, 127, Σ 1757	8 — 9	blanche et jaune	55	1,9	340	52	D
* Céphée	5 — 10	jaune et pourpre	54	1,2	220	33	D
1216 Σ, Licorne	7 — 7,5	blanches	52	0,5	300	44	D
36 Andromède	6 — 7	orange et jaune	51	1,2	350	47	D
* 228 Σ, Andromède	6,5 — 7	blanches	51	1,0	300	46	D
14 i Orion	6 — 7	blanches	50	1,0	243	34	R
12 Lynx AB	6 — 6,5	blanche et rougeâtre	50	1,6	676	94	R
P. X, 128 (224) Σ, Lion	7,3 — 8,5	blanches	48	0,3	154	31	D
* 1785 Σ, Bouvier	7 — 7,4	blanche et verte	48	3,9	400	53	D
* Dauphin	4 — 6	blanches	47	0,4	30	4	D
* Verseau	4 — 4,5	blanche et verte	45	3,5	800	100	R

Total des groupes ABCDE : 64.

Figure 6 : Tableau I. Systèmes orbitaux certains.

### XII. — Systèmes stellaires (> 1') (emportés par un mouvement propre commun); le mouvement relatif observé est rectiligne ou nul.

17 γ Cygne et Σ 2576.....	15'	Régulus et 19519 Lalande.....	175"
50 Persée et P. III, 242.....	15'	2' et 2' Bouvier.....	108"
Mizar et Alcor.....	19'	2' Bouvier.....	105"
* Verseau et Σ 2991.....	10'	* Eridan, AB.....	85"
36 Ophiuchus et 30 Scorpion.....	12'	13 Hercule.....	81"
id. et l'Étoile E.....	8'	Castor, AC.....	73"
2' et 2' Réticule.....	6'	2' 2' Dragon.....	62"
1' et 1' Lyre.....	207"		

### XIII. — Distances angulaires minima observées sur les groupes optiques certains.

2".6 sur Σ 1516.	6"	sur 30 Pégase, Σ 23, Σ 2708.
2.9 — 45 Gémeaux.	7	— Σ 2877.
5.5 — Σ, (177).	8	— Σ 175, Σ 2760.
5.7 — So 503.	10	— Σ Dauphin, Σ 651, Σ, (297).

### XIV. — Plus grandes vitesses (annuelles) observées dans les mouvements relatifs des groupes de perspective.

1".10 sur les compagnons D et E de 52 Eridan.	0".36 sur le comp. de 19116v.Girafe.
1.35 sur le comp. de 85 Pégase.	0.36 — — 2 Cygne.
1.21 sur le comp. de Procyon.	0.35 — — Il, V, 85.
1.1 (problématique) sur le comp. de 7 Lion.	0.34 — — Véga.
0.93 (problématique) sur le comp. de 9 Persée.	0.34 — — Mira Ceti.
0.82 sur le comp. de 2 Cocher.	0.34 — — 33 Pégase AC.
0.71 — — Σ 1263.	0.34 — — Σ 2944 AC.
0.67 — — Altaïr.	0.32 — — Σ 1604 AC.
0.66 — — Pollux.	0.30 — — 35 Lion.
0.65 — — So 503.	0.27 — — 2 Cancer.
0.47 — — Σ 2356.	0.26 — — Σ 651.
0.44 — — Σ 125.	0.26 — — 111 Taureau.
0.40 — — Σ 1516.	0.25 — — Σ 2708.

### XV. — Directions.

Sens des mouvements dans les systèmes orbitaux (certains ou probables).

Directs (D). Sens : N-E-S-W.....	258
Rétrogrades (R). Sens : N-W-S-E.....	280
Systèmes dont le plan passe par le Soleil ou qui sont très-inclinés. (P.)	30

### XVI. — Couples physiques (< 1') dont les composantes sont animées d'un mouvement propre commun dans l'espace, mais sont restées fixes l'une relativement à l'autre. (Étoiles non inscrites dans ce Catalogue).

Étoile.	N° 2.	Grandeurs.	Angle.	Dist.	Première mesure
38 Poissons..	22	7,0 — 8,0 fixés à 237° et	1,5	1783	
Andromède..	42	7,9 — 8,7	33	5,5	1832
26 Baleine..	81	6,6 — 9,0	253	16	1782
2 2 Poissons	88	4,9 — 5,0	160	30	1755

Bradley est erroné de - 1° et Herschel de + 10°.

Figure 7 : Tableau XII. Couples à mouvement propre commun.

L'index qui clôt l'ouvrage permet de retrouver par constellation, l'ensemble des objets traités dans le catalogue.

## 8 Une étude originale d'une grande acuité... mais une portée et une influence limitée de ce catalogue

On demeure étonné et impressionné par cet ouvrage de 200 pages de facture très nouvelle pour l'époque, dépassant, pour l'étude des étoiles doubles, les simples publications de mesures et les tris par classes d'objets fondés sur la séparation apparente, comme l'avait initié William Herschel et qui se poursuivent jusqu'à Sherburne Burnham. Flammarion s'est concentré sur le suivi dans le temps des nombreux couples d'étoiles découverts avec un but : la mise en évidence d'un mouvement orbital, pressentant que derrière la manifestation de la force de gravité se cacheraient des informations sur la vie des étoiles et leur nature profonde. Mais peut-être que le souci de rechercher les catégories l'a empêché de voir que derrière le calcul d'orbite se profilait aussi la possibilité de calculer les masses des composantes.

Camille Flammarion a échangé avec de nombreux astronomes anglais, allemands, italiens, de l'Europe du Nord, mais aussi des U.S.A. Les astronomes du nouveau continent vont prendre une place hégémonique dans ce domaine scientifique. En retour, on trouve peu de citations du travail de notre compatriote, malgré des échanges nombreux avec Burnham. En Grande-Bretagne, Thomas Lewis cite seulement ses mesures dans son catalogue de 1906 [4]. Ni Burnham, dans son catalogue général sur les étoiles doubles, ni plus tard Aitken dans l'A.D.S. ne font mention de ce tout premier catalogue d'orbites. Pourtant Flammarion a fait un effort pour communiquer les résultats de son travail. Dans les notes à l'Académie des Sciences, fin 1878, il transmet par

Faye "Classification des étoiles doubles" qui résume l'essentiel de son travail. Cette note sera aussi publiée sous son nom dans une revue scientifique internationale, en langue anglaise. Ses conclusions n'auront pas d'écho. Il faut attendre le W.D.S. pour trouver la référence de son travail. Les calculateurs d'orbites patienteront jusqu'en 1918 pour trouver dans le livre "Binary stars" d'Aitken, un nouveau catalogue de binaires orbitales, puis en 1934, pour lire une nouvelle mise à jour des orbites publiées, réalisé par W.S. Finsen (1905-1979).

En France, les observateurs d'étoiles doubles n'ont vraiment été actifs dans la recherche internationale qu'au cours du 20ème siècle, mis à part Guillaume Bigourdan (1851-1932). La contribution de Flammarion a été oubliée. Paul Baize en 1930 relevait l'intérêt du catalogue de Flammarion et Paul Couteau, dans la seconde moitié du 20ème siècle, fut l'un des rares utilisateurs de cet ouvrage de 1878 qui lui permettait de préparer des calculs d'orbites en utilisant le large échantillon de mesures anciennes recueillies de 1873 à 1877.

Flammarion est donc peu cité à cette époque dans les publications concernant les étoiles doubles. Comment expliquer cette absence ? Il se peut que la facture nouvelle de son travail, la présentation des données, le manque d'informations pratiques (éphémérides d'orbites) aient pu rebuter les lecteurs ou les chercheurs. À cette époque, c'est surtout la recherche d'étoiles doubles nouvelles qui concentrait toutes les énergies, ainsi que leur suivi par la mesure. Peut-être alors que cette synthèse des observations arrive trop tôt et dans une forme trop moderne ?

Plus sûrement, on peut penser que Flammarion s'est rapidement détaché de ses travaux sur les étoiles doubles pour se consacrer à son grand œuvre, "L'Astronomie Populaire", dont la première édition date de 1879. Après cela, ce domaine de l'astronomie sort du champ d'intérêt du vulgarisateur. Nous n'avons pas connaissance que des mesures d'étoiles doubles aient été réalisées et publiées à l'observatoire de Juvisy. Pourtant, une lunette de 24 cm d'ouverture avec un pouvoir séparateur de 0,5" et de 3600 mm de longueur focale se prêtait bien à ce type d'étude, à cette époque. Mais c'est la planète Mars qui passionne l'astronome à la fin des années 1880. Et aussi un nouveau projet : la création de la Société Astronomique de France.

Cette grande association sera en fait l'outil de la continuité, car certains de ses membres prestigieux continueront utilement et efficacement son œuvre dans le domaine des étoiles doubles et multiples. Citons André Danjon (1890-1967), Robert Jonckheere

(1888-1974), Jean Dommanget (1924-2014) et surtout les trois Paul : Paul Baize (1901-1995), Paul Muller (1910-2000), Paul Couteau (1923-2014).

## 9 Pour conclure

C'est peu dire que Camille Flammarion fut un visionnaire à l'esprit large. Un peu comme François Arago, son prédécesseur en astronomie populaire, il était capable de s'attaquer à des interrogations variées en Astronomie, couvrant divers domaines : planètes, étoiles, nébuleuses, influence de la lumière solaire sur les plantes. L'étude des systèmes d'étoiles l'a occupé plus de cinq années. S'il n'a pas révolutionné les recherches dans ce domaine, il a néanmoins livré un bilan précis des connaissances après un siècle d'études, après les découvertes majeures de William Herschel et de Christian Mayer (1719-1783). Il nous a offert là un état des lieux complet valable pour 1880, un siècle après la découverte des étoiles doubles, mettant en relief l'intérêt majeur des recherches : le rôle de la force de gravité dans les systèmes stellaires. Il pressentait que ce serait sans doute un moyen de mieux connaître les étoiles, mais aussi de sonder notre Galaxie. L'on sait en effet que la connaissance de l'orbite fut le premier moyen direct de calculer les masses stellaires en jeu mais aussi de déterminer des parallaxes dynamiques [5]. Un catalogue d'orbites était donc la base indispensable pour faire avancer les recherches ; et pour parodier son auteur : « C'est ce qu'il a fait ».

## Références

- [1] Couteau, P, 1988, Ces astronomes fous du ciel, EDISUD
- [2] Flammarion, C., 1878, Catalogue des étoiles doubles et multiples en mouvement relatif certain, Gauthier-Villars
- [3] De la Cotardière, Ph., Fuentes, P., 1994, Camille Flammarion, Flammarion Ed.
- [4] Lewis, T., 1906, Memoirs of the Royal Astronomical Society, Vol. LVI., London RAS, Burlington House.
- [5] Couteau, P, 1978, L'observation des étoiles doubles visuelles, Flammarion Ed.



**Pierre DURAND**

*Né en 1944, professeur honoraire. Ancien président et fondateur de la Commission des étoiles doubles de la S.A.F. A mesuré les couples stellaires aux observatoires de Bordeaux, Nice, Pic du Midi sous la direction de Guy Soulié, Paul Muller et Paul Couteau.*