

Prospection sur la Frequence des Binaires: Etat Actuel et Prospective

Survey for Duplicity Frequencies: Status and Prospects

PAUL COUTEAU

Observatoire de la Côte D'Azur, France

RÉSUMÉ:

- I. On rappelle les principales prospections: J. Herschel (1826), W. Struve (1825), S. W. Burnham et G. W. Hough (1880), R. G. Aitken et W. J. Hussey (1910), R. Jonckheere et T. E. Espin (1910), W. H. van den Bos (1925), R. A. Rossiter (1950). Actuellement les prospections classiques continuent avec P. Muller, W. D. Heintz et P. Couteau. La Prospection interférométrique avec de grands télescopes se poursuit au CHARA.
- II. Le bilan des prospections anciennes, jusqu'en 1950 s'élève à 700 orbites connues sur plus de 35000 binaires découvertes. Les nouvelles prospections à partir de 1965, visuelles et interférométriques, ont recensé 4000 nouvelles binaires fournissant déjà une trentaine d'orbites.
Les périodes sont de plus en plus rapides: la période moyenne des binaires Σ (1825) est de 200 ans, celle des binaires Aitken (1910) 75 ans, celle de Cou et Mlr (1970) 25 ans, celle des binaires CHARA 7 ans en moyenne. Le nombre d'orbites connu croît exponentiellement avec le temps.
- III. Les prospections "classiques" auront intérêt à être reprises dans cinquante ans avec des lunettes.
Les prospections interférométriques et par synthèse d'ouverture pourront atteindre toute binaire, même en contact. Avec les résultats d'HIPPARCOS, les astronomes disposeront d'un ensemble de données complet pour les nouvelles théories de l'évolution stellaire.

ABSTRACT:

- I. We recall the main surveys: J. Herschel (1826), W. Struve (1825), A. W. Burnham and G. W. Hough (1880), R. G. Aitken and W. J. Hussey (1910), R. Jonckheere and T. E. Espin (1910), W. H. van den Bos (1925), R. A. Rossiter (1950). Presently the classical surveys are continuing with P. Muller, W. D. Heintz, and P. Couteau. The interferometric survey with large telescopes is carried out at CHARA.
- II. The results of old surveys, up to 1950, amount to 700 known orbits out of more than 35000 found binaries. The new surveys since 1965, both visual and interferometric, had checked 4000 new binaries giving already about 30 orbits.
The periods are shorter and shorter: the mean period is 200 years for Struve (1825) binaries, 75 years for Aitken's (1910), 25 years for Couteau and Muller's (1970), and 7 years for CHARA's. The number of known orbits increases exponentially with time.
- III. The "classical" surveys will have to be performed again within fifty years with refractors.
The interferometric and aperture syntheses surveys will be able to observe every binary, even those in contact with each other. With HIPPARCOS' results,

astronomers will dispose of a complete set of data for new theories of stellar evolution.

1. RAPPEL DES PRINCIPALES PROSPECTIONS

La première recherche systématique d'étoiles doubles est entreprise par J. Herschel près de Londres, puis au Cap. Près de six mille couples sont découverts avec un télescope de 18" de 1826 à 1837. L'instrument n'a ni entraînement, ni micromètre. Le catalogue résultant n'est qu'une nomenclature sans données précises.

La première prospection "moderne" est celle de W. Struve avec la lunette de 24 cm de Dorpat. Il en résulte un recueil de 3100 couples, dont 2500 découverts par Struve, paru vers 1825. Son fils Otto, au nouvel observatoire de Pulkovo, reprend les recherches avec un instrument de 38 cm et ajoute plus de 500 étoiles doubles.

Vers 1860, les astronomes pensent que le ciel a livré ses meilleures binaires. S. W. Burnham en 1870 découvre plus de 400 paires avec sa modeste lunette de 6"; il va totaliser 1600 objets dont beaucoup découverts à l'observatoire Dearborn (18"), où son collègue G. W. Hough en détecte plus de 600.

C'est à partir de 1900 qu'une prospection systématique est entreprise par R. G. Aitken et W. J. Hussey à la grande lunette de Lick (36") toute récente et au petit réfracteur de 12" plus maniable. Près de 5000 paires sont détectées, elles formeront le principal apport en orbites futures.

A cela s'ajoute les contributions de T. E. Espin, W. Milburn et Robert Jonckheere de 1900 à 1920 et au-delà. Il en résulte plus de 7000 couples, en général écartés et de faibles éclats. Cet effort colossal n'a produit qu'une seule orbite à ce jour.

L'hémisphère sud a été prospecté plus tard, de 1925 à 55 par W. H. van den Bos (2800 paires), R. T. A. Innes (1600), W. J. Hussey (400), W. S. Finsen (350) au Cap et à Johannesburg (26"). Mais c'est l'équipe de Bloemfontein (27") formée de R. Rossiter, H. F. Donner et M. K. Jessup qui apporte la contribution majeure avec 7500 étoiles doubles découvertes de 1928 à 52.

En 1935 G. P. Kuiper trouve 117 couples, dont certains remarquables, en les recherchant parmi les étoiles à forte parallaxe et à grands mouvements propres. Plus tard, vers 1960, C. E. Worley recense une trentaine de binaires parmi les naines rouges connues. Cela montre que le ciel renferme encore de nombreux couples à découvrir.

C'est ce qui engage P. Muller et P. Couteau à reprendre une prospection générale à partir de 1967 avec la nouvelle lunette de 50 cm de Nice. Muller examine la calotte polaire au nord de 52° et Couteau la zone comprise entre 17° et 52°. En 1991, un total de 3350 binaires est trouvé; tandis que W. D. Heintz s'attaque au sud de 17° et à la calotte polaire australe et trouve près de 600 binaires.

Toutes ces étoiles doubles n'ont pas le même intérêt. Le but recherché est d'accroître le nombre d'orbites connues. Il faut donc détecter de préférence des couples serrés. Au fil des ans la séparation des couples découverts a diminué régulièrement comme en témoigne le tableau suivant.

TABLE 1. Catalogues "Moderne"

| | | N. couples | plus petits que 0''25 |
|----------------------|--------|---------------|--------------------------|
| Catalogue de Dorpat | (1827) | 3000 | 0% |
| Catalogue de Burnham | (1906) | 12761 | 0,9 |
| Catalogue de Aitken | (1932) | 17180 | 2,8 |
| Couples Cou + Mlr | (1990) | 3350 | 14. |
| Couples interf. | (1990) | 300 | 78. |

1.1. Les couples photographiques.

Dès la publication des clichés de la Carte du Ciel, la recherche des couples "photographiques" a été entreprise par divers astronomes sur les reproductions de plaques: Baillaud, Pourteau, Barton, Stein. . . en recensent plus de 15000, faibles et très écartés. dont aucun ne présente à ce jour un mouvement orbital sensible.

W. J. Luyten, quant à lui, recense les couples d'étoiles à mouvements propres communs sur les clichés du Schmidt de Palomar. Il recense plus de 5000 binaires, toutes naines extrêmes, mais très écartées, à forte parallaxe probable. Sauf exception, aucun mouvement orbital observable n'est possible, les séparations se chiffrant en milliers d'Unités Astronomiques.

1.2. Les binaires interférométriques et astrométriques.

Leur recherche systématique a été entreprise dès la banalisation de l'observation par interférométrie des tavelures. Le *Second Catalog of Interferometric Measurements of Binary Stars* par le CHARA (1988) contient 280 couples découverts interférométriquement. Actuellement (1992) ce nombre doit approcher les 500.

Tandis que les prospections visuelles concernent l'ensemble des objets, sans critères spéciaux, les prospections interférométriques s'adressent aux étoiles lumineuses (HR) présentant des caractères de binarité: binaires spectroscopiques, photométriques, astrométriques, étoiles à spectres composites. Quatre-vingt pour cent des étoiles doubles nouvelles découvertes par interférométrie entrent dans ces catégories, près de la moitié sont des binaires spectroscopiques, et presque toutes sont plus serrées que le quart de seconde.

2. LES ORBITES ET LES MASSES

Le tableau ci-contre donne le nombre d'orbites publiées dans les principaux catalogues. La dernière colonne du tableau fournit l'accroissement annuel d'orbites d'un catalogue au suivant.

Ces dernières années, depuis 1980, la contribution des orbites issues de l'interférométrie est prédominante, plus de la moitié. Ces nouvelles orbites apportent une contribution majeure à la relation Masse-Luminosité, comme en témoigne le second catalogue du CHARA.

TABLE 2. Catalogues des Orbites

| Auteur Cat. | Année parut. | N. Objets | $\Delta N/\Delta t$ |
|-----------------|-----------------|--------------|---------------------|
| Flammarion | 1878 | 18 | 1,7 |
| Aitken | 1918 | 87 | 3,6 |
| Finsen | 1934 | 144 | 8 |
| Baize | 1950 | 253 | 20 |
| Finsen & Worley | 1970 | 653 | 21 |
| Heintz & Worley | 1983 | 928 | |

L'apport du nombre d'orbites par découvreur est révélateur. Ce sont les prospections du début du siècle (A et Hu) qui contribuent actuellement, au bout de près d'un siècle, à fournir le plus d'orbites.

TABLE 3. Prospections Récentes

| | époque moy. | cat. 1934 | cat. 1983 | P moy. ans |
|-----------------|----------------|--------------|--------------|---------------|
| W. Struve | 1824 | 51 | 137 | 200 |
| O. Struve | 1843 | 18 | 73 | 160 |
| S. W. Burnham | 1880 | 23 | 96 | 95 |
| G. W. Hough | 1885 | 4 | 21 | |
| Aitken & Hussey | 1907 | 9 | 295 | 75 |
| Cou + Mr | 1975 | 14 orb. | 1992 | (26) |
| McA, CHARA | 1989 | 11 orb. | 1992 | (6,7) |

Les deux dernières lignes concernent les prospections récentes, elles commencent à "produire" des orbites. Leurs contributions va considérablement s'amplifier. Les troisième et quatrième colonne du tableau donnent le nombre d'orbites du découvreur dans les catalogues de 1934 et 1983. La cinquième colonne donne la période moyenne de ces orbites en années. On constate l'accroissement spectaculaire des orbites à courtes périodes au fil des années.

3. PROSPECTIVES

Les grandes prospections répétées, à des intervalles d'une cinquantaine d'années, donneront toujours un lot de couples nouveaux qui n'étaient pas décelables dans les examens précédents. à cause des mouvements orbitaux, ou de conditions médiocres, ou de variation d'éclat, ou de défaut d'attention de l'observateur.

Les télescopes embarqués (HIPPARCOS) donnent un état "instantané" du ciel d'étoiles doubles, mais cet état varie selon les orbites et doit être reconsidéré périodiquement.

Les lunettes astronomiques tendent à disparaître, pourtant elles seront essentiellement utiles à la réobservations systématique des objets décelés par HIPPARCOS et ses éventuels successeurs. Elles auront toujours des couple à glaner.

Aux grands télescopes à miroirs simples ou multiples sont réservées les binaires rapides de quelques mois de période, très nombreuses, mais actuellement peu connues.

- Les grands miroirs en interférométrie des travelures atteignent une séparation de $0''02$, soit l'intervalle Soleil-Jupiter à 250 parsecs.
- La synthèse d'ouverture permettra d'observer toute binaire, même en contact.
- Le nombre d'orbites va croître exponentiellement vers les courtes périodes, celui des masses connues aussi, grâce à l'apport d'HIPPARCOS.

Toutes les données seront alors réunies pour une théorie nouvelle de l'évolution stellaire.

Non, décidément, la moisson d'or des champs célestes d'étoiles doubles, selon la belle phrase de l'amiral Sir James South (1842), n'est pas terminée.

TABLE 4. Hemisphere Sud: Surveys "Anciens"

| | époque moyenne | Instr. cm | N. couples | N. Orb. cat. 1983 |
|-------------------|-------------------|-----------|---------------|----------------------|
| W. H. van den Bos | 1925 | 67 | 2800 | 17 |
| R. T. A. Innes | 1925 | 67 | 1650 | 23 |
| W. S. Finsen | 1925 | 67 | 350 | 21 |
| R. A. Rossiter | | | | |
| H. F. Donner | 1928 - 1952 | 69 | 7500 | 21 |
| M. K. Jessup | | | | |
| TOTAUX | | | 12300 | 82 |

TABLE 5. Hemisphere Nord: Surveys "Anciens"

| | époque moyenne | Instrument T Télescope | N. couples | N. orbites cat 1983 |
|----------------------|-------------------|---------------------------|---------------|---------------------------|
| John F. Herschel | 1826 | 45T | 5500 | 13 |
| Wilhelm Struve | 1826 | 24 | 2500 | 137 |
| Otto Struve | 1842 | 38 | 500 | 73 |
| Sherburne W. Burnham | 1880 | 15 à 101 | 1600 | 96 |
| George W. Hough | 1880 | 47 | 600 | 21 |
| Robert G. Aitken | 1910 | 30 et 91 | 3100 | 197 |
| William J. Hussey | 1905 | 30 à 91 | 1400 | 88 |
| Rev. T. E. Espin | 1900 | 40T et 60T | 2800 | 0 |
| W. Milburn | 1900 | 40T | 1100 | 0 |
| Robert Jonckheere | 1900 à 1950 | 33, 38, 80T | 3300 | 1 |
| George P. Kuiper | 1935 | 101 | 117 | 17 |
| TOTAUX | | | 22500 | 643 |

TABLE 6. Surveys Contemporains

| | époque moyenne | Instr. cm | N. couples | catégorie stellaire |
|------------------------------------|-------------------|-----------|---------------|------------------------------|
| P. Muller | 1985 | 50 | 700 | BD Nord de 52° |
| P. Couteau | 1985 | 50 et 76 | 2700 | BD 17 à 52° |
| W. D. Heintz | 1990 | 61 | 600 | BD Sud de 17° et Hém. Sud |
| Interférométrie CHARA et autres | 1990 | 1m à 6m T | 300 | HR, Bin. sp. |

4. DISCUSSION

VAN DESSEL: Parmi les découvertes faites par vous et P. Muller, combien de paires optiques estimez-vous se trouver dans votre liste?

COUTEAU: Très peu, moins de 15.

BATTEN: Il me semble surprenant que moins de cent couples découverts par Burnham se trouvent dans la catalogue des orbites, parce que la plupart de ces couples est très serrés, comme vous l'avez démontré. Avez-vous des commentaires?

COUTEAU: Burnham n'a découvert que 1500 couples dont un tiers avec son célèbre 6 pouces, et presque tous les autres avec le réfracteur de 18 pouces de Dearborn, instruments relativement modestes qui ne lui permettait pas d'atteindre des binaires plus serrées que $0''\ 2$, très peu étant plus serrées que $0''\ 3$. Aitken et Hussey ont totalisé plus de 4000 découvertes dont beaucoup serrées à $0''\ 15$. Il est à noter que les couples Burnham sont en général lumineux, donc souvent observés.