

N° D'ORDRE :  
1930.

# THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES MATHÉMATIQUES

PAR

**V. NECHVÍLE**

ASTRONOME A L'OBSERVATOIRE NATIONAL DE PRAGUE

---

1<sup>re</sup> THÈSE. — RECHERCHES SUR LES MOUVEMENTS PROPRES DE  
3802 ÉTOILES DÉTERMINÉES PAR LA PHOTOGRAPHIE.

2<sup>e</sup> THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

---

Soutenues le      Juin 1927, devant la Commission d'Examen.

---

MM. ÉMILE PICARD, *Président.*  
ANDOYER  
A. LAMBERT } *Examineurs.*

---

PARIS

GAUTHIER-VILLARS ET C<sup>ie</sup>, ÉDITEURS

LIBRAIRES DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

Quai des Grands-Augustins, 55

—  
1927

# FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS.

MM.

Doyen..... M. MOLLIARD Professeur. Physiologie végétale.  
 Doyen honoraire..... P. APPELL.  
 Professeurs honoraires. P. PUISEUX, BOUSSINESQ, JOANNIS, H. LE CHATELIER.  
 H. LEBESGUE, A. FERNBACH.

	ÉMILE PICARD.....	Analyse supérieure et Algèbre sup.
	KCENIGS.....	Mécanique phys. et expérimentale.
	GOURSAT.....	Calcul différentiel et Calcul intégral.
	JANET.....	Electrotechnique générale.
	WALLERANT.....	Minéralogie.
	ANDOYER.....	Astronomie.
	PAINLEVÉ.....	Mécanique analy. et méca. céleste.
	HAUG.....	Géologie.
	GABRIEL BERTRAND...	Chimie biologique.
	M <sup>me</sup> P. CURIE.....	Physique générale et radioactivité.
	CAULLERY.....	Zool. (Evolution des êtres organisés).
	C. CHABRIE.....	Chimie appliquée.
	G. URBAIN.....	Chimie minérale.
	ÉMILE BOREL.....	Calcul des probab. et Phys.math.
	MARCHIS.....	Aviation.
	JEAN PERRIN.....	Chimie physique.
	ABRAHAM.....	Physique.
	CARTAN.....	Géométrie supérieure.
	LAPICQUE.....	Physiologie générale.
	VESSIOU.....	Théorie des groupes et calculs des var.
Professeurs.....	COTTON.....	Physique générale.
	DRACH.....	Applicat. de l'Analyse à la Géométrie.
	C. FABRY.....	Physique.
	CHARLES PEREZ.....	Zoologie.
	LEDUC.....	Physique théorique et Phys. céleste.
	LÉON BERTRAND.....	Géologie appliquée et Géol. région.
	LESPIEAU.....	Théories chimiques.
	RABAUD.....	Biologie expérimentale.
	PORTIER.....	Physiologie comparée.
	BLAISE.....	Chimie organique.
	P.-A. DANGEARD.....	Botanique.
	MAURAIN.....	Physique du globe.
	PAUL MONTEL.....	Mécanique rationnelle.
	WINTREBERT.....	Anatomie et histologie comparées.
	DUBOSCO.....	Biologie maritime.
	JULIA.....	Mathématiques générales.
	JOB.....	Chimie générale.
	N.....	Géographie physique.
	N.....	Chimie (Enseignement P. C. N.).
	HEROUARD.....	Zoologie.
	RÉMY PERRIER.....	Zoologie (Enseignement P. C. N.).
	SAGNAC.....	Physique théorique et Phys. céleste.
	PÉCHARD.....	Chimie (Enseignement P. C. N.).
	AUGER.....	Chimie analytique.
	M. GUICHARD.....	Chimie minérale.
	GUILLET.....	Physique.
	MAUGUIN.....	Minéralogie.
	BLARINGHEM.....	Botanique.
	MICHEL-LEVY.....	Pétrographie.
	DEREIMS.....	Géologie.
	DONGIER.....	Physique du globe.
Secrétaire.....	D. TOMBECK.	

**A MES PARENTS**

A MESSIEURS

B. BAILLAUD, H. DESLANDRES ET F. NUŠL

---

# PREMIÈRE THÈSE

## RECHERCHES

SUR LES

# MOUVEMENTS PROPRES DE 3802 ÉTOILES

DÉTERMINÉS PAR LA PHOTOGRAPHIE

---

Ce Mémoire contient une partie des recherches en astronomie stellaire faites à l'Observatoire de Paris pendant les années 1922-1924 et à l'Observatoire de Prague dans la période de 1924-1926. Les résultats obtenus sont divisés en cinq parties comprenant : 1° liste des mouvements dépassant  $0'',08$  par an, pour 402 étoiles déterminés dans les régions des frères Henry, ainsi que les diagrammes de fréquence de tous les mouvements pour ces régions; 2° analyse mathématique de l'ensemble des mouvements constatés, recherches concernant le mouvement propre moyen d'étoiles de différentes grandeurs et un essai de la détermination de l'énergie intersidérale; 3° considérations sur le phénomène de star-streaming suivant les hypothèses d'Eddington et Schwarzschild et détermination des apex des courants stellaires; 4° détermination de l'apex solaire; 5° recherches sur les grandeurs stellaires. Nous donnons d'abord quelques remarques générales.

### INTRODUCTION.

1. Le point de départ du travail est constitué par 22 clichés photographiques faits avant l'entreprise de la Carte du Ciel par les frères Henry, astronomes de l'Observatoire de Paris. Les clichés, de dimensions  $13 \times 18^{\text{cm}}$ , ont été pris dans les différentes parties du Ciel et appartiennent aux Zones photographiques de Greenwich, Helsingfors, Oxford, Uccle-Potsdam et Vatican, sauf un seul appartenant à la Zone de Paris. Les mêmes régions ont été photo-

graphiées de nouveau par l'auteur à des époques sensiblement les mêmes de l'année, à l'aide du même instrument photographique, sur des plaques de dimensions  $16 \times 16^{\text{cm}}$ , après impression du réseau en usage pour la Carte du Ciel. La surface commune pour chaque paire de clichés formée par  $\pm 1^{\circ}, 25$  en ascension droite et de  $\pm 1^{\circ}, 08$  en déclinaison est de  $5^{\circ}, 4$  carrés, de sorte que l'ensemble de la surface céleste examinée est de  $118^{\circ}, 8$  carrés.

Les paires de clichés correspondants, ayant exactement le même centre, ont été comparés à l'aide de l'appareil Blink-Microscope, actuellement au Service de la Carte du Ciel à l'Observatoire de Paris, construit par C. Zeiss à Iéna et portant le numéro d'ordre 1643. La méthode de mesure reposant sur la superposition optique de deux clichés a été décrite par M. J. Bosler <sup>(1)</sup> et par l'auteur <sup>(2)</sup>.

2. Sur la surface du Ciel indiquée, nous avons déterminé au total les mouvements de 3802 étoiles; leur répartition d'après leur importance est indiquée dans la table ci-dessous, où  $\mu$  signifie le mouvement annuel en secondes d'arc et  $n$  le nombre d'étoiles.

	$\mu = 1,70-0,70$	$n = 4$		
	0,50-0,40	3		
	0,40-0,30	6 + 2*		
$\mu = 0,30-0,29$	$n = 1$		$\mu = 0,15-0,14$	$n = 10$
0,29-0,28	1		0,14-0,13	29 + 1*
0,28-0,27	1		0,13-0,12	23
0,27-0,26	3		0,12-0,11	33
0,26-0,25	1		0,11-0,10	48
0,25-0,24	6		0,10-0,09	64
0,24-0,23	1		0,09-0,08	92 + 2*
0,23-0,22	4		0,08-0,07	142
0,22-0,21	4 + 1*		0,07-0,06	248
0,21-0,20	6 + 1*		0,06-0,05	350 + 2*
0,20-0,19	7		0,05-0,04	620 + 1*
0,19-0,18	5		0,04-0,03	848 + 1*
0,18-0,17	7		0,03-0,02	913
0,17-0,16	7		0,02-0,01	294 + 1*
0,16-0,15	9			Total : 3802 étoiles.

<sup>(1)</sup> J. BOSLER, *L'emploi du Blink-Microscope pour l'étude des mouvements propres des étoiles de la Carte du Ciel* (Bulletin astronomique, nouvelle série, Mémoires, t. II, fasc. 1, 1922, p. 33).

<sup>(2)</sup> V. NECHVILE, *Sur la précision des mesures au Blink-Microscope* (Journal des Observateurs 1924, vol. VII, n° 7).

Les chiffres accompagnés d'un astérisque indiquent les compagnons d'étoiles doubles ayant un mouvement parallèle à celui de l'étoile principale, compagnons inclus dans la somme totale.

La répartition est représentée graphiquement sur la figure 1, où l'on a pris le mouvement  $\mu$  comme abscisse et le nombre d'étoiles

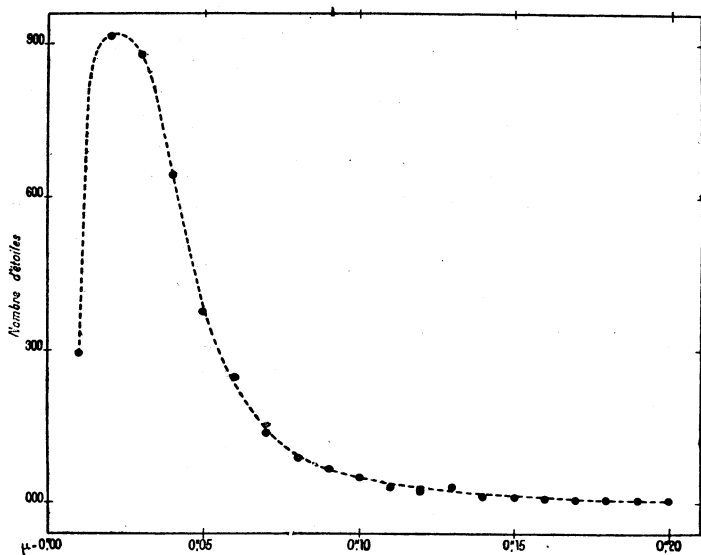


Fig. 1. — Fréquence des mouvements propres entre les limites de  $0'',01$  et  $0'',20$  par an.

correspondant comme ordonnée. La courbe obtenue a une allure générale normale et montre que le maximum a lieu pour les mouvements de  $0'',03-0'',02$  par an, circonstance qui prouve que tous les mouvements jusqu'à  $0'',03$  ont été mesurés. Par contre la branche descendante de la courbe pour les mouvements de  $0'',02-0'',01$  indique la limite de mesurabilité des mouvements.

**3. Exécution des mesures.** — L'oculaire de l'appareil ayant un grossissement de 10 fois, nous avons pris, comme limite inférieure des mesures de déplacements, 10 microns, ce qui correspond pour nos clichés à un mouvement annuel d'environ  $0'',02$ . Dans l'étude de deux clichés, nos 17 et 19, nous sommes descendu jusqu'à la limite  $0'',01$ .

En général, les déplacements de 10 microns sont bien mesu-

rables, ceux de 20 microns sont visibles immédiatement et ceux de 30 microns présentent l'aspect d'un beau mouvement. Les étoiles que nous publions plus loin ont toutes des mouvements d'environ 50 microns.

On a fait trois pointés sur chaque image de toute étoile manifestant un mouvement, et cela en ascension droite et en déclinaison. L'opération étant répétée pour les deux plaques, ancienne et nouvelle, 12 pointés donnaient le mouvement de l'étoile en deux coordonnées. Un cliché entier examiné, on changeait l'orientation de 90° et l'on recommençait à étudier la région, de sorte que chaque mouvement a été déterminé deux fois. Si les deux déterminations différaient de plus de 5 microns, on répétait les mesures.

Pour chaque étoile ayant un mouvement propre, on déterminait immédiatement avec le micromètre de l'oculaire ses coordonnées rectangulaires par rapport au réseau du cliché récent, ainsi que sa grandeur photographique à l'aide de l'échelle des grandeurs du Catalogue photographique (1). Pour ce but, on a placé dans le plan focal de l'oculaire un micromètre sur verre, pareil à celui des machines de mesures anglaises et décrit par exemple par M. A. R. Hinks (2). Les étoiles dont nous publions plus loin les coordonnées ont été cependant mesurées encore une fois, à l'Observatoire de Prague, à l'aide d'une machine de mesures de haute précision du type Catalogue photographique (construction G. Prin).

**4. Formules de réduction.** — La distance focale de l'objectif photographique de l'Équatorial de la Carte du Ciel étant choisie de manière que 1' soit représenté par 1<sup>mm</sup> dans le plan focal, nous avons 1<sup>mm</sup> = 1'.τ, où τ est un facteur dépendant de la distance focale réelle et exprimant jusqu'à quel point la longueur focale théorique a été exactement réalisée. Pour l'objectif de Paris il est

$$1^{\text{mm}} = 1'.0,995, \quad 0^{\text{mm}},001 = 0'',06 \times 0,995.$$

---

(1) V. NECHVILE, *Sur la précision des mesures au Blink-Microscope, etc.* (*J. Obs.*, t. VII, 1924, 7).

(2) A. R. HINKS, *The Cambridge Machine for Measuring Celestial Photographs* (*Monthly notices*, t. 61, p. 444).



Les déplacements réels d'images d'étoiles  $\Delta x$  et  $\Delta y$ , mesurés sur les plaques et parcourus dans l'intervalle du temps  $T$ , donnent les mouvements annuels en secondes de temps et en secondes d'arc

$$\mu_{\alpha}^s = \frac{4^s}{10^3} \frac{0,995}{T} \frac{\Delta x}{\cos \delta}, \quad \mu_{\delta}'' = \frac{0,995 \times 0'',06}{T} \Delta y.$$

- Ces formules sont valables pour le cas où l'orientation du réseau de la plaque par rapport aux coordonnées rectilignes théoriques est zéro. S'il n'en est pas ainsi, il faut recourir aux formules

$$\mu_{\alpha}^s = \frac{4}{10^3} \frac{1}{T \cos \delta} (\Delta x \cdot 0,995 + \Delta y i_x), \quad \mu_{\delta}'' = \frac{0'',06}{T} (\Delta y \cdot 0,995 - \Delta x i_y),$$

où  $i_x$  et  $i_y$  sont les angles d'orientation des axes des  $x$  et des  $y$  du réseau par rapport aux directions du mouvement diurne et du méridien.

Pour une grande majorité de nos clichés, les termes contenant  $i_x$  et  $i_y$  en facteur étaient négligeables, ces derniers étant d'environ 0,001. Pour trois de nos régions seulement, nous avons été obligés de recourir aux dernières formules en calculant néanmoins ces petits termes à l'aide de la valeur moyenne

$$i = \frac{1}{2} (i_x + i_y).$$

indiquée pour ces clichés dans la liste d'étoiles en mouvement.

**5. Erreur moyenne et probable.** — Avec le dispositif existant du Blink-Microscope, nous rencontrons trois sortes d'erreurs possibles : 1° erreurs provenant de la bissection inexacte des images stellaires avec le fil du micromètre; 2° erreurs dans la coïncidence optique des plaques causées par la difficulté de superposer des images stellaires; 3° erreurs dans la coïncidence provenant de la circonstance que, dans certains cas, beaucoup d'étoiles paraissent bouger.

La troisième sorte d'erreurs ne peut pas être éliminée ou diminuée, par aucun procédé dans le dispositif existant. Par contre la première et la seconde, par suite de leur caractère accidentel, peuvent être diminuées par des opérations répétées.

Pour nous rendre compte de l'erreur probable des mesures, on a déterminé sur dix clichés les différences des mesures faites dans

deux positions différentes de  $90^\circ$  et cela pour les ascensions droites, ainsi que pour les déclinaisons. On a obtenu comme différences moyennes

2,75. $10^{-3}$ mm	2,31. $10^{-3}$ mm
2,48	2,55
2,21	2,92
2,48	2,53
2,21	2,53

La moyenne de ces dix nombres est  $2,50.10^{-3}$  mm et représente, pour un mouvement en 33 ans environ, une erreur de

$$\pm \frac{1}{2} \cdot 2,50.0'',06 = \pm 0'',075,$$

d'où suit comme erreur moyenne  $\varepsilon_m$  et probable  $\varepsilon_p$  d'un mouvement annuel

$$\varepsilon_m = \pm 0'',0025, \quad \varepsilon_p = \pm 0'',0017.$$

**6. Temps de pose.** — Les poses des clichés Henry étaient d'environ 2 heures. Par suite de l'accroissement de la sensibilité des plaques photographiques modernes, il a suffi de 1 heure 30 minutes pour les poses récentes afin d'enregistrer les étoiles des mêmes grandeurs stellaires limites. Pourtant, on peut constater que les disques des plus belles étoiles ont des diamètres plus petits sur les plaques récentes, tandis que ceux des plus faibles montrent l'inverse, circonstance qui peut être expliquée par un changement de la sensibilité des plaques d'une part et par l'effacement des étoiles les plus faibles avec l'âge des plaques (<sup>1</sup>). Les grandeurs stellaires ont été déterminées à l'aide d'une recherche spéciale (V<sup>e</sup> partie) qui donne comme grandeur limite la 16<sup>e</sup>, à l'échelle internationale de Harvard.

**7. Centres des régions.** — Les éléments provisoires de nos clichés ont été calculés d'après les méthodes et formules usuelles de Trépied. On a choisi, dans chaque cliché de 8 à 12 étoiles de repère, évidemment celles qui ne manifestaient aucun mouvement propre; les positions exactes ont été empruntées à des Catalogues de l'*Astronomische Gesellschaft*.

---

(<sup>1</sup>) *Rapport de l'Observatoire de Paris pour l'an 1921*, p. 24.

Le calcul des positions en ascension droite et en déclinaison des étoiles ayant un mouvement a été effectué d'après les coordonnées rectilignes mesurées à l'aide des mêmes formules et par l'emploi des tables indiquées pour ce calcul par M. I. Lagarde (1).

Voici les centres de 22 clichés récents, les époques  $E_1$  et  $E_2$  des poses anciennes et récentes, leurs différences  $T$  exprimées en années, ainsi que les numéros d'ordre dans les collections de clichés des frères Henry et de la Carte photographique.

N°.	$\alpha$ 1900.	$\delta$ 1900.	$E_1$ .	$E_2$ .	$E_2 - E_1 = T$ .	Désignation.
1...	0.10. 6,47	69. 7.24,4	1888,924	1923,784	34,860	H 16 C 3201
2...	0.10.22,94	67.10.15,5	1888,817	1923,636	34,819	H 12 C 3183
3...	0.39.14,72	65. 8.57,5	1888,762	1923,603	34,841	H 132 C 3178
4...	0.39.16,46	61. 9.24,5	1886,883	1923,603	36,720	H 25 C 3179
5...	0.39.20,45	67. 6.29,8	1888,842	1923,636	34,794	H 15 C 3184
6...	0.53.38,78	65.13.17,2	1888,781	1923,614	34,833	H 126 C 3182
7...	0.54.20,42	63. 2.12,6	1887,839	1923,683	35,844	H 124 C 3186
8...	1.19.50,92	63. 2.51,0	1887,842	1923,683	35,841	H 123 C 3187
9...	5.45.54,22	32.36.24,6	1886,885	1923,691	36,806	H 24 C 3191
10...	8.34. 0,79	20.17.55,3	1887,154	1923,209	36,055	Praesepe C 3114
11...	13.11.14,13	56. 7. 9,1	1888,352	1923,505	35,153	H 128 C 3156
12...	14.11.55,21	56. 0. 7,3	1888,393	1924,409	36,016	H 35 C 3242
13...	14.30.59,80	55.58. 4,1	1888,417	1923,527	35,110	H 39 C 3168
14...	15.51.43,88	56. 5. 4,8	1888,445	1922,477	34,032	H 1 C 3034
15...	16.11.54,51	56. 4.29,8	1888,453	1923,584	35,131	H 2 C 3174
16...	18.41. 7,25	39.27.19,6	1886,499	1922,546	36,047	H 46 C 3039
17...	18.49. 8,24	31. 4. 9,9	1887,450	1923,513	36,063	H 44 C 3163
18...	18.49.59,96	29. 5. 3,4	1889,505	1923,519	34,014	H 93 C 3165
19...	20. 2.40,70	42. 4.44,9	1889,664	1923,584	33,920	H 91 C 3175
20...	20.12. 2,81	33. 5.31,9	1889,661	1923,551	33,890	H 87 C 3170
21...	20.41.18,81	39.53.57,2	1888,590	1923,551	34,961	H 8 C 3171
22...	21.11.53,58	37.59.45,5	1887,609	1923,740	36,131	H 106 C 3195

### I. — MOUVEMENTS PROPRES.

8. Nous donnons pour chaque région les positions d'étoiles dont le mouvement total dépasse  $0'',08$  en mesure angulaire. La décision d'aller jusqu'à cette limite a été prise parce que ces

(1) I. LAGARDE, *Tables et formules pour l'usage des Catalogues photographiques en coordonnées rectilignes.*

étoiles représentent environ le dixième du nombre d'étoiles en mouvement, parce que les mouvements de cette importance sont déterminés avec une précision suffisante (de 2 à 5 pour 100 en général) et enfin parce que leur publication peut avoir un intérêt immédiat en vue d'autres travaux, notamment ceux concernant la détermination des parallaxes stellaires.

La plus grande partie de ces étoiles ont des grandeurs photographiques faibles : dans l'ensemble de 402 étoiles il y en a 32 dans les grandeurs de 4<sup>e</sup>,5 à 10<sup>e</sup>; par contre 176 étoiles se trouvent entre la 10<sup>e</sup> et la 13<sup>e</sup>, 194 enfin entre la 13<sup>e</sup> et la 16<sup>e</sup>. Le Tableau I donne les détails.

92 étoiles appartiennent au Catalogue d'Argelander (*Bonner Durchmusterung*).

TABLEAU I.

Gr. phot. Étoiles.	Gr. phot. Étoiles.	Gr. phot. Étoiles.	Gr. phot. Étoiles.
4,5-4,9    2	7,5- 7,9    4	10,5-10,9 37	13,5-13,9 41
5,0-5,4    2	8,0- 8,4    1	11,0-11,5 25	14,0-14,4 40
5,5-5,9    0	8,5- 8,9    2	11,5-11,9 28	14,5-14,9 38
6,0-6,4    1	9,0- 9,4    13	12,0-12,4 26	15,0-15,4 25
6,5-6,9    1	9,5- 9,9    5	12,5-12,9 33	15,5-16,0    9
7,0-7,4    1	10,0-10,4 27	13,0-13,4 40	16,0-16,5    1

**9. Division en groupes des régions et leur caractéristique générale.** — Les 22 régions étudiées peuvent être réparties en quatre groupes, d'après les ascensions droites et les déclinaisons, chacun d'eux appartenant à des régions galactiques bien distinctement caractérisées.

Le premier groupe est formé par huit régions, de la zone photographique de Greenwich, voisines de la constellation de Cassiopée. Le champ stellaire, à cause de la proximité de la Voie Lactée, est en général assez riche et stable et offre une multitude d'étoiles sans mouvement, qui servent de repère; nous appelons ces champs *champs stables*. Les étoiles en mouvement sont en général beaucoup plus brillantes que celles du fond céleste, leurs mouvements sont généralement évidents. Les mesures au Blink-Microscope sont très faciles et ont une précision satisfaisante. Ces régions offrent de beaux aspects du ciel; sur la région n° 4 on aperçoit les flots de la Voie Lactée à côté des champs très pauvres.

Trois étoiles ayant des très grands mouvements propres ont été trouvées dans ces régions (*voir* étoiles n<sup>os</sup> 6, 113 et 114).

Le second groupe est formé par deux clichés seulement, celui de l'amas M.37 dans la constellation du Cocher, et celui de l'amas de Præsepe. Le premier se trouve, avec son ascension droite de 5<sup>h</sup>45<sup>m</sup> encore dans la région de la Voie Lactée, et présente un champ assez riche d'étoiles faibles stables au champ du microscope, les étoiles avec un mouvement sensible sont relativement brillantes. Les composantes de l'amas M.37, au centre du cliché, ont été trouvées entièrement sans mouvement. Le cliché de Præsepe se trouve déjà loin de la Voie Lactée et présente un aspect entièrement différent. Le champ est dépourvu d'étoiles faibles de fond, aussi les mesures ont été difficiles. Le premier cliché montrait une ressemblance presque complète avec les régions du premier groupe, le second avec le groupe suivant. Nous les avons réunis en un groupe parce que leur position est très approchée de l'apex du premier courant.

Le troisième groupe contient cinq clichés, n<sup>os</sup> 11-15, de la même déclinaison + 56° appartenant à la zone photographique du Vatican. Les régions entre 13<sup>h</sup> et 16<sup>h</sup> d'ascension droite se trouvent loin de la Voie Lactée, dans les parties les plus pauvres du Ciel. Au microscope, dont le champ n'est que de 10 × 10 minutes d'arc, on trouve par conséquent très peu d'étoiles, quelquefois 4 ou 5. Les mouvements pouvaient être constatés souvent à l'aide des recherches spéciales et répétées, les mesures ont été difficiles et restent affectées d'une erreur probable relativement plus forte que dans les autres groupes. Les difficultés ont été augmentées par le fait qu'on a trouvé dans ces régions beaucoup d'étoiles en mouvement, la proportion d'étoiles mobiles atteignant pour certaines régions même 20 pour 100.

Un cliché fait exception, c'est celui dont le champ présentait une grande stabilité et où les mesures sont devenues de nouveau faciles : l'ascension droite est déjà 15<sup>h</sup>50<sup>m</sup>. Un bel exemple d'étoiles en mouvement est donné par les étoiles B. D. + 56°, 1718 et B. D. + 56°, 1719 dans la région n° 12.

Le dernier groupe contient sept clichés, n<sup>os</sup> 16-22, appartenant aux zones d'Helsingfors, Uccle-Potsdam et Oxford. Les régions prises dans le voisinage de la Lyre et du Cygne dans les parties

les plus riches de la Voie Lactée présentent un fond rempli d'étoiles les plus faibles. On trouve une quantité d'étoiles animées d'un mouvement évident, plus belles que les étoiles du fond, appartenant évidemment aux parties les plus éloignées de la Voie

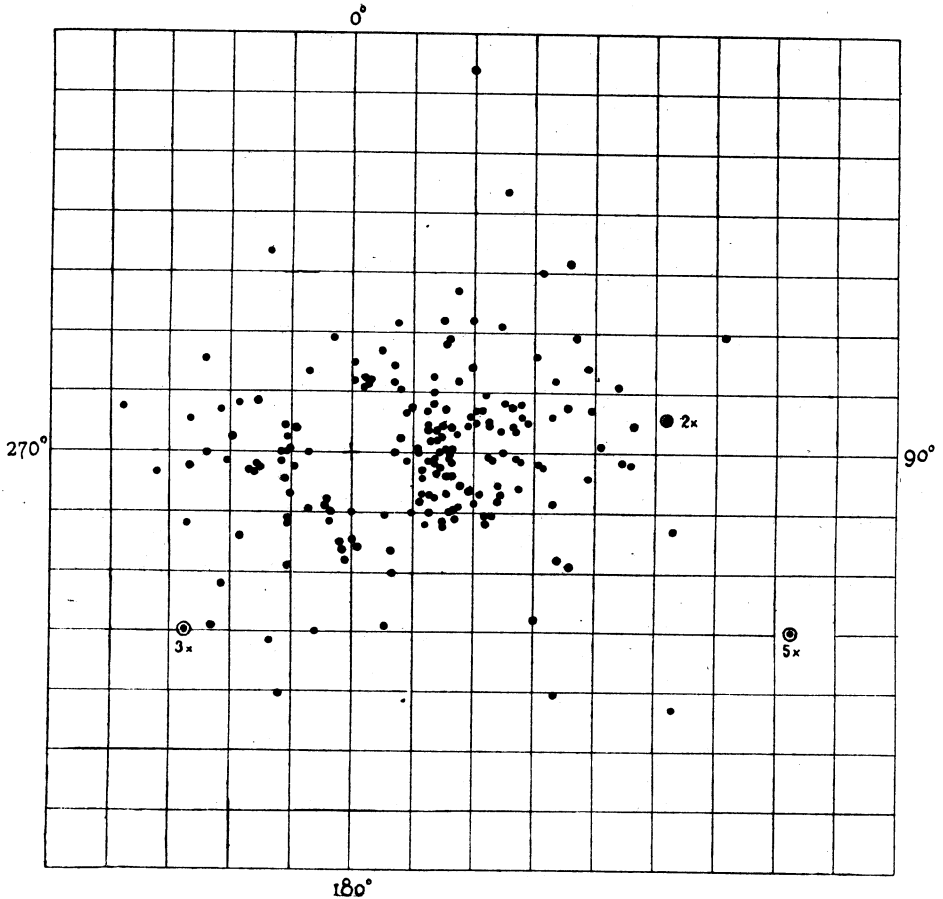


Fig. 2 (1). — Région 1 : AR =  $0^h 10^m$ ; DEC =  $+69^{\circ} 7'$ .

Lactée; par contre, on trouve aussi de nombreuses étoiles faibles en mouvement. Les mesures au champ du microscope sont assez faciles.

(1) Sur les diagrammes de ce type, le côté d'un petit carré du réseau représente  $0'',02$ .

Parmi les étoiles intéressantes on peut mentionner plusieurs étoiles doubles avec des mouvements parallèles sensibles, étoile  $\tau$  Cygni par exemple. Pour deux clichés de ce groupe, n<sup>os</sup> 17 et 19, on a mesuré tous les mouvements au-dessus de la limite de  $0'',01$ .

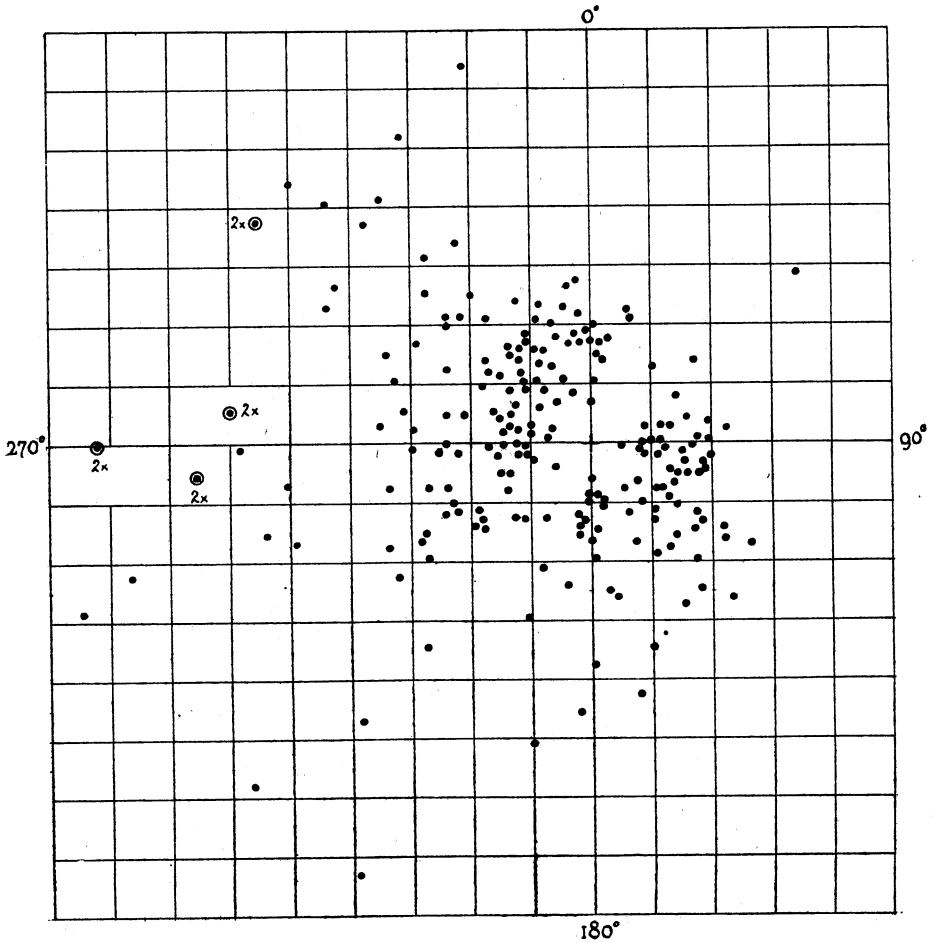


Fig. 3. — Région 14 : AR =  $15^h 52^m$ ; DEC =  $+ 56^\circ 5'$ .

10. **Diagrammes du mouvement.** — Pour chaque région nous avons construit deux diagrammes à la base de *tous* les mouvements constatés. Un premier donne la répartition des mouvements en grandeur et en angle de position, chaque étoile étant repré-

sentée par un point dont la distance et l'angle de position par rapport au centre sont égaux à son mouvement propre. Le second diagramme a été construit à la base d'angles de position seulement : en comptant le nombre d'étoiles dont les directions tombent entre  $0^{\circ}$ - $10^{\circ}$ ,  $10^{\circ}$ - $20^{\circ}$ , etc., d'angle de position et en prenant ces

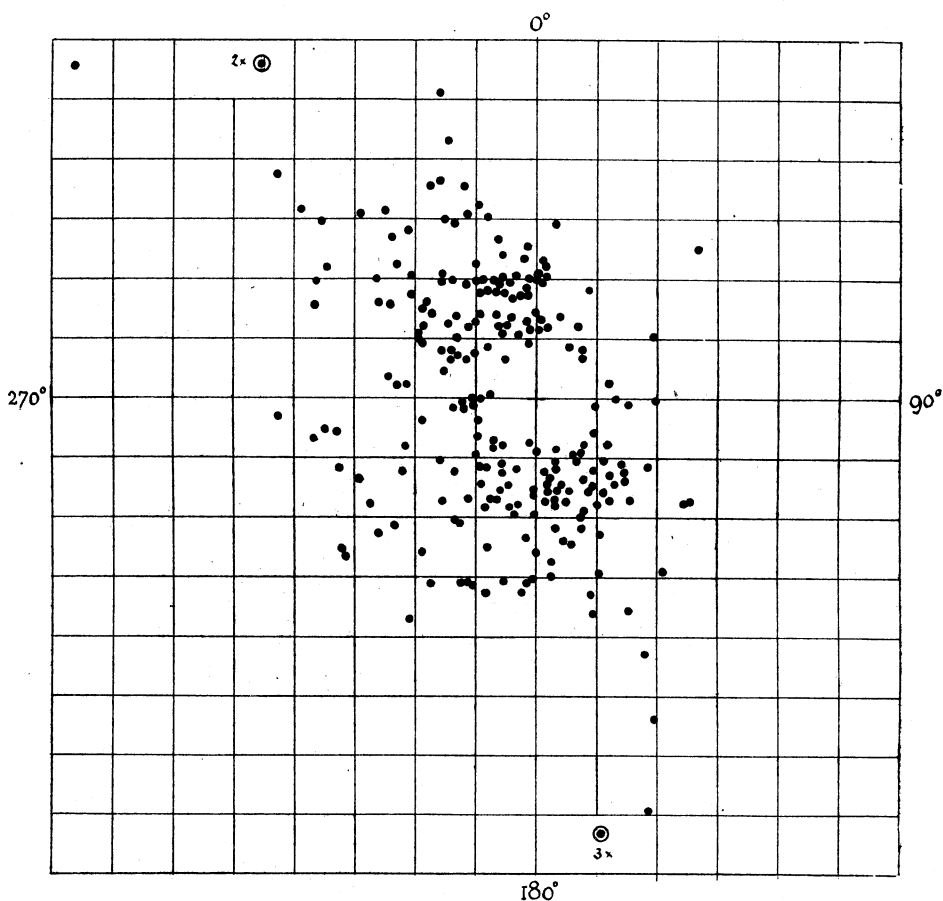


Fig. 4. — Région 15 : AR =  $16^{\text{h}}12^{\text{m}}$ ; DEC =  $+56^{\circ}4'$ .

nombres comme rayons vecteurs correspondants aux angles de position de  $5^{\circ}$ ,  $15^{\circ}$ , ..., etc., on obtient la courbe de fréquence pour les directions des mouvements.

Des diagrammes analogues ont été construits pour la première



fois par A.-S. Eddington dans ses recherches sur les mouvements propres d'étoiles d'après les catalogues de L. Boss, Greenwich-Groombridge et Greenwich-Carrington, et par d'autres observateurs (<sup>1</sup>). Ceux que nous avons établis pour les régions des frères

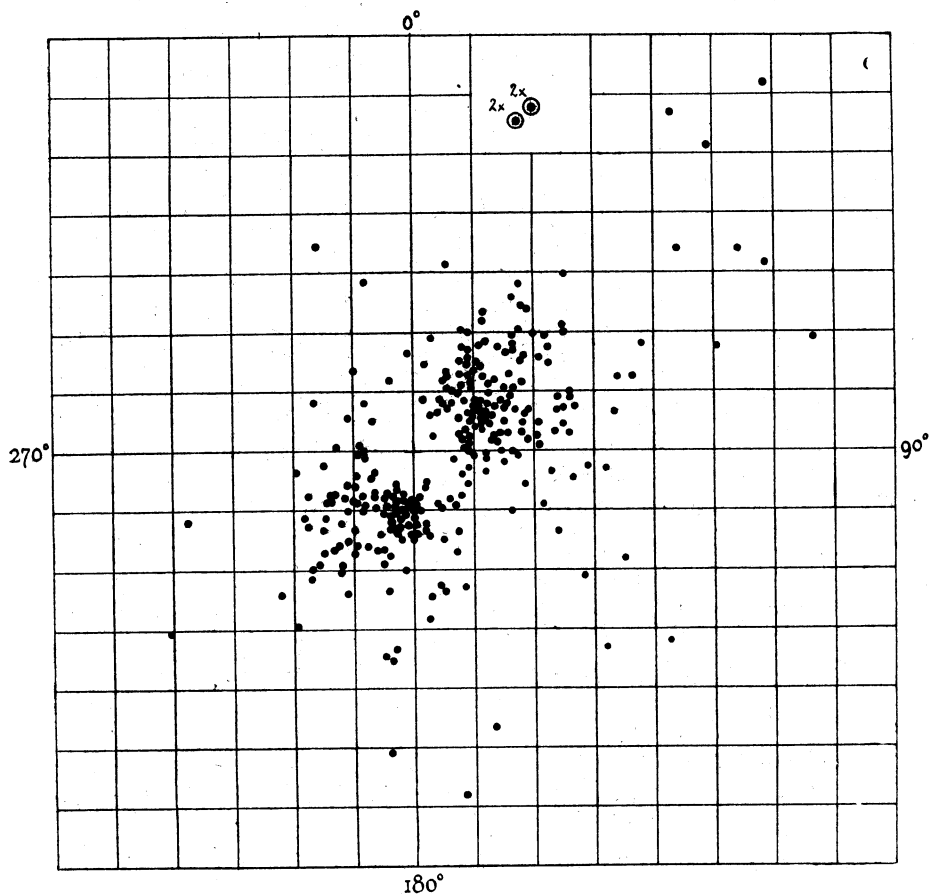


Fig. 5. — Région 22 : AR = 21<sup>h</sup> 12<sup>m</sup>; DEC = + 37° 6'.

Henry ont la particularité que les étoiles descendent jusqu'à la 16<sup>e</sup> grandeur photographique.

Dans ce Mémoire, nous ne reproduisons que quatre diagrammes

(<sup>1</sup>) Voir les travaux de Sir W. Dyson, R. T. A. Innes, O. Lec, A. van Maanen, Dr M. Smart, G. H. ten Bruggencate indiqués dans la bibliographie.

du premier type (*fig.* 2-5), ceux les plus caractéristiques. Deux d'entre eux, régions n<sup>os</sup> 14 et 15, montrent une dispersion très marquée des mouvements vers le côté opposé de l'apex solaire (<sup>1</sup>). Les étoiles ayant un mouvement trop fort et qui tomberaient en dehors du diagramme ont été dessinées comme points entourés par un cercle; le chiffre placé aussitôt à côté indique combien de fois le point respectif devrait être plus loin à partir du centre du diagramme.

Par contre nous reproduisons parallèlement, avec les tableaux des mouvements propres, *tous* les diagrammes du second type qui représentent une sorte d'invariants pour chaque région. La courbe de fréquence primitive, dessinée en lignes plus faibles, a des aspérités assez prononcées, d'origine sans doute partiellement accidentelle; on obtient facilement une courbe plus égalisée (lignes fortes) en prenant comme rayon vecteur la moyenne de trois vecteurs contigus. Une flèche accompagnée par la lettre A indique la direction vers l'apex solaire pour lequel nous avons pris les coordonnées  $\alpha = 18^h$  et  $\delta = 34^\circ$  (L. Boss et A.-S. Eddington). D'autres flèches, désignées par  $\mu_1$ ,  $\mu_2$ , indiquent les directions du premier et du second courant, calculées d'après les mouvements moyens; celles désignées par  $\lambda_1$  donnent les directions vers l'apex du premier courant (<sup>2</sup>). Les angles de position sont indiqués par les lettres N et S pour  $0^\circ$  et  $180^\circ$ , par  $6^h$  et  $18^h$  pour  $90^\circ$  et  $270^\circ$ .

11. Les colonnes des tableaux contiennent les indications suivantes :

- 1° Numéros d'ordre;
- 2° La grandeur photographique  $m$  d'étoile, déduite de la grandeur mesurée (*voir* V<sup>e</sup> partie);
- 3° Les ascensions droites et les déclinaisons pour l'équi-

---

(<sup>1</sup>) Il est à remarquer que le graphique n<sup>o</sup> 14, donnant la dispersion des mouvements au-dessus de  $0',02$  par an montre une grande ressemblance avec le diagramme de Sir W. Dyson pour la dispersion des mouvements au-dessus de  $0',20$  dans la surface céleste voisine. [Sir W. DYSON, *The Systematic Motions of the Stars* (*Proceedings of the Roy. Soc. Edinburgh*, vol. 28, p. 231).]

(<sup>2</sup>) Les flèches analogues  $\lambda_2$ , affectées d'une petite erreur angulaire ont été supprimées, une rectification ne pouvant être faite par suite de l'achèvement de la composition typographique. Les écarts accidentels entre les directions  $\lambda_2$  et  $\mu_2$  étaient du même ordre de grandeur comme  $\lambda_1$  et  $\mu_1$ ; *voir* page 77.

noxe 1900,0 calculées d'après les éléments provisoires des clichés et corrigées du mouvement propre pour cet équinoxe;

4° Les déplacements  $\Delta x$  et  $\Delta y$  en microns, dus aux mouvements propres, en deux lignes : la première contenant les déplacements mesurés dans la position normale du cliché, la deuxième ceux de la position changée de  $90^\circ$ ;

5° Mouvements propres annuels  $\mu_\alpha''$  et  $\mu_\delta''$ , en secondes du temps et d'arc;

6° Le mouvement propre total  $\mu$  et son angle de position  $p$  compté dans le sens habituel (nord, est, sud, ouest);

7° Les étoiles de la Bonner Durchmusterung.

On trouvera dans nos listes des étoiles accompagnées d'une astérisque  $\star$  au lieu d'un numéro d'ordre. Ce sont les étoiles fixes, qui se trouvent quelquefois à proximité d'étoiles en mouvement et qui pourraient être confondues avec elles; nous les appelons des compagnons stables et nous donnons leurs positions au-dessous de celles d'étoiles mobiles respectives.

### MOUVEMENTS PROPRES DE 402 ÉTOILES.

#### Région 1. — Centre $\alpha 0^h 10^m$ , $\delta + 69^\circ 7'$ .

N <sup>o</sup> .	Gr. ph.	$\alpha$ 1900.	$\delta$ 1900.	$\Delta x$ .	$\Delta y$ .	$\mu_\alpha''$ .	$\mu_\delta''$ .	$\mu$ .	$p$ .
1	13,5	23.58.13,0 <sup>h m s</sup>	69. 3'.20"	+ 47,6	+ 14,5	+0,0146	+0,028	0,083	70,0
				+ 43,8	+ 18,7				
2	11,9	23.59.11,6	69.49.10	+ 62,5	- 48,5	+0,0204	-0,086	0,136	129,3
				+ 60,7	- 52,3				
3	13,8	0. 1.40,5	68.45. 4	+ 36,8	+ 36,5	+0,0116	+0,060	0,087	46,3
				+ 37,0	+ 34,0				
4	14,5	0. 2.59,3	69.15.51	+ 52,3	+ 5,9	+0,0176	+0,009	0,094	84,4
				+ 56,6	+ 4,7				
5	12,1	0. 6.57,8	69. 8.12	+119,7	+ 14,2	+0,0387	+0,021	0,208	84,3
$\star$	12,7	0. 6.55,9	69. 7.59	+121,8	+ 10,0				
6	13,7	0. 7.39,1	68.46.45	+426,2	-172,8	+0,1343	-0,297	0,787	112,1
				+425,4	-174,0				
7	12,0	0. 7.45,8	69.50.18	+ 26,0	+ 73,7	+0,0078	+0,128	0,134	17,5
				+ 21,0	+ 75,6				
8	14,2	0. 9.20,8	70. 7.27	+ 29,3	+ 52,0	+0,0101	+0,087	0,101	30,5
				+ 30,7	+ 49,7				

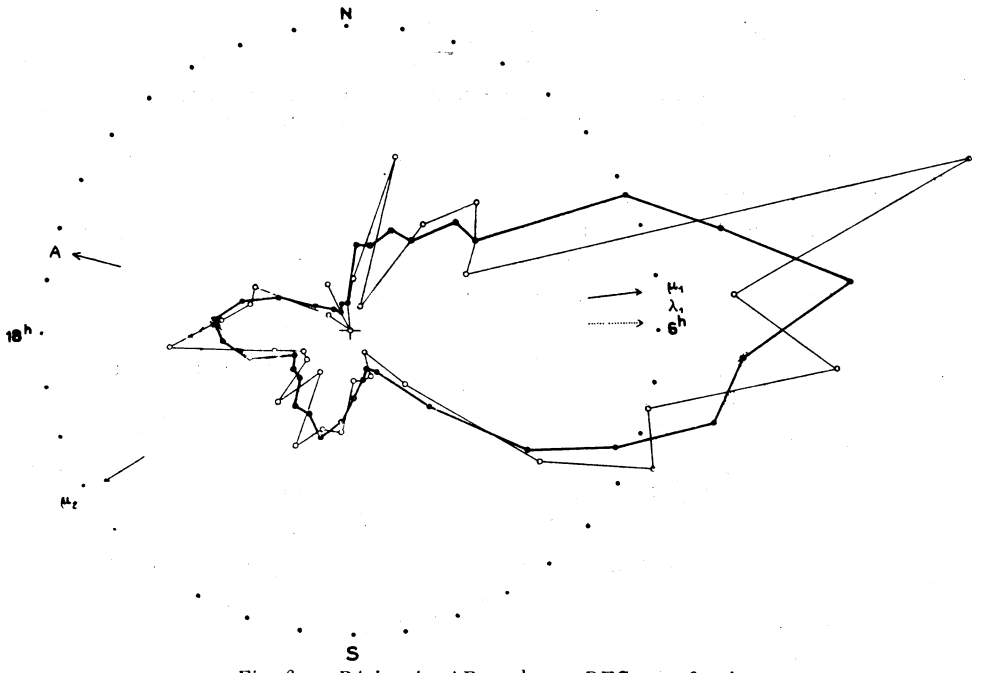


Fig. 6. — Région 1 : AR = 0<sup>h</sup> 10<sup>m</sup>; DEC = + 69° 7'.

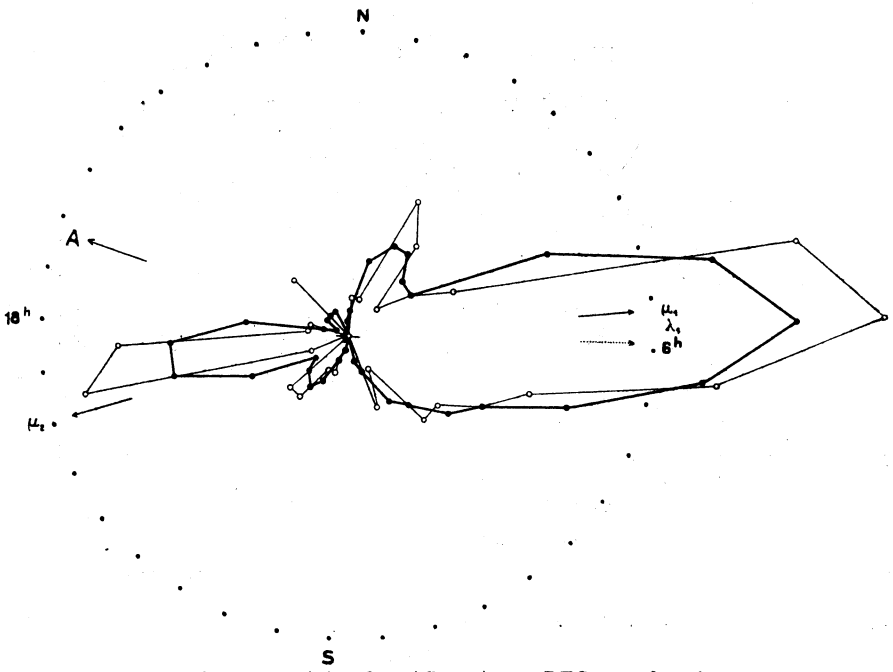


Fig. 7. — Région 2 : AR = 0<sup>h</sup> 10<sup>m</sup>; DEC = + 67° 10'.

N°.	Gr. ph.	$\alpha$ 1900.	$\delta$ 1900.	$\Delta x$ .	$\Delta y$ .	$\mu_{\alpha}$ .	$\mu_{\delta}$ .	$\mu$ .	$p$ .
9	13,1	0 <sup>h</sup> .10 <sup>m</sup> .37 <sup>s</sup> ,9	69.49'.43"	+ 33,8	- 28,6	+0,0117	-0,056	0,082	132,9
				+ 36,6	- 36,7				
10	16,2	0 11.25,7	69.16.50	+ 41,1	+ 34,4	+0,0136	+0,063	0,096	49,0
★	14,4	0.11.28,0	69.16.45	+ 43,3	+ 39,0				
11	11,4	0.11.29,8	68.56. 5	+ 49,7	- 0,7	+0,0152	+0,002	0,082	88,8
				+ 45,6	+ 2,7				
12	14,5	0.12.56.1	69.35 37	- 41,9	- 71,0	-0,0130	-0,121	0,139	209,4
				- 37,7	- 70,3				
13	14,9	0.13.59,8	68.33.51	+ 41,5	- 23,2	+0,0132	-0,038	0,081	117,7
				+ 42,8	- 21,0				
14	7,9	0.14.47,4	68.17.30	+ 71,1	+ 21,7	+0,0221	+0,039	0,129	72,5 +68,14
				+ 72,3	+ 23,5				
15	13,1	0.15.39,0	69. 6.24	- 15,2	- 46,9	-0,0044	-0,081	0,084	196,4
				- 12,4	- 47,0				
16	10,5	0.15.57,9	69.18.34	+ 52,2	- 0,2	+0,0174	-0,004	0,092	92,2 +69,16
				+ 55,6	- 4,0				
17	12,5	0.18.14,3	69.22.21	+ 63,7	- 13,9	+0,0201	-0,026	0,109	103,7
				+ 60,3	- 16,4				
18	11,7	0.19.26,7	68.50. 4	+ 50,9	+ 11,5	+0,0163	+0,022	0,091	76,3
				+ 52,4	+ 13,6				
19	13,2	0.19.36,5	68.11. 4	+ 42,3	+ 10,3	+0,0142	+0,014	0,080	79,9
				+ 50,0	+ 6,0				
20	11,1	0.21.10,3	69.35.22	- 97,3	-105,7	-0,0316	-0,178	0,243	222,9
				- 95,8	-101,7				
21	13,5	0.21.40,2	69. 2.43	+ 45,3	- 4,5	+0,0166	-0,003	0,089	91,9
				+ 59,0	+ 1,1				
22	11,9	0.21.38,3	68.38.29	+ 42,2	+ 22,5	+0,0136	+0,038	0,083	62,7
				+ 44,3	+ 22,0				
23	13,2	0.22.34,6	69.11.34	+ 37,5	- 46,9	+0,0126	-0,081	0,105	140,4
				+ 41,0	- 47,7				

**Région 2 (1). — Centre  $\alpha$  0<sup>h</sup>10<sup>m</sup>,  $\delta$  + 67°10'.**

24	12,8	23.58.58,2	66.51.34	+ 58,8	- 23,1	+0,0170	-0,041	0,108	112,5
				+ 58,4	- 22,5				
25	9,0	23.59.29,8	66.36.24	+ 48,1	- 11,3	+0,0137	-0,023	0,085	105,9 +66,1679
				+ 47,9	- 14,0				
26	10,0	0. 2.11,2	66.59. 7	+ 48,0	0,0	+0,0141	+0,002	0,083	88,5 +66,1683
				+ 48,6	+ 4,7				
27	14,5	0. 2.24,5	66.48. 6	+ 57,3	+ 14,8	+0,0168 <sub>2</sub>	+0,021	0,101	77,8
				+ 57,5	+ 12,5				

(1) Inclinaison du réseau par rapport aux axes théoriques  $i = + 0,02135$ .

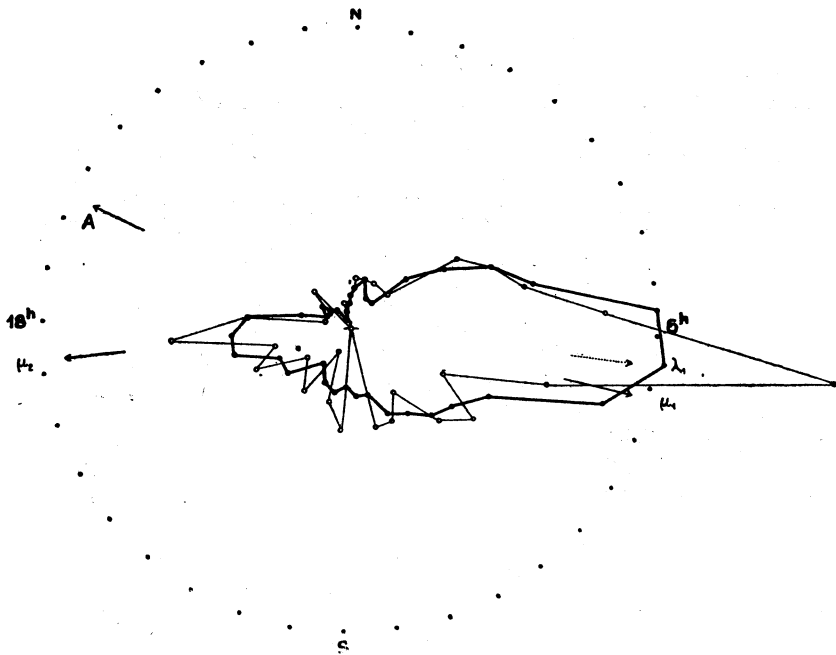


Fig. 8. — Région 3 : AR =  $0^h 39^m$ ; DEC =  $+65^\circ 9'$ .

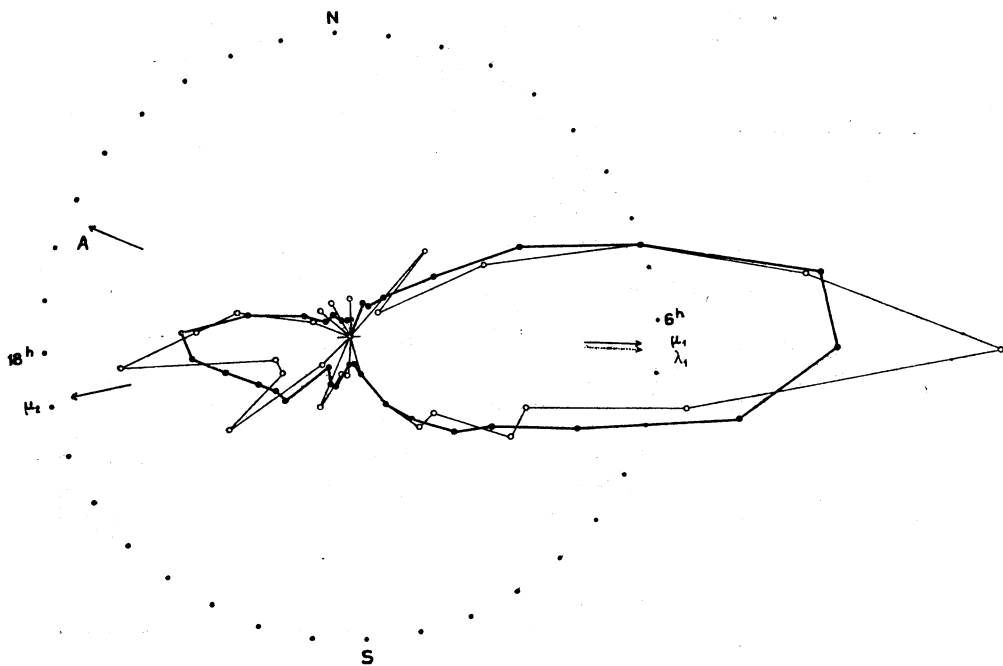


Fig. 9. — Région 4 : AR =  $0^h 39^m$ ; DEC =  $+61^\circ 9'$ .

N°.	Gr. ph.	$\alpha$ 1900.	$\delta$ 1900.	$\Delta\alpha$ .	$\Delta\gamma$ .	$\mu_{\alpha}$ .	$\mu_{\delta}$ .	$\mu$ .	$p$ .
28	13,4	0. 2.36,7 <sup>h m s</sup>	67. 3. 5 <sup>o ' "</sup>	— 9,3	— 45,7	— 0,0036 <sup>s</sup>	— 0,078 <sup>"</sup>	0,081 <sup>"</sup>	195,3
				— 13,7	— 45,7				
29	13,2	0. 4. 2,8	66.44.39	+ 89,3	+ 33,6	+ 0,0263	+ 0,058	0,166	69,7
				+ 91,3	+ 37,6				
30	15,0	0. 4. 5,3	66.59.53	+ 38,0	+ 27,3	+ 0,0113	+ 0,046	0,080	55,0
				+ 37,6	+ 28,1				
31	11,4	0. 4.18,5	66.40. 7	+ 56,1	+ 11,7	+ 0,0170	+ 0,015	0,102	81,4
				+ 61,0	+ 8,4				
32	10,6	0. 4.47,2	66.54.49	— 28,0	— 40,3	— 0,0081	— 0,065	0,081	216,1 +66,5 <sup>o</sup>
				— 26,0	— 37,0				
33	10,6	0. 8.22,5	68. 4.38	+ 51,3	— 5,0	+ 0,0160	— 0,014	0,091	98,7 +67,8
				+ 53,6	— 8,7				
34	13,1	0.12. 0,6	67.22.28	— 55,5	— 12,0	— 0,0163	— 0,018	0,096	258,8
				— 53,4	— 11,7				
35	14,1	0.12. 1,5	67.22.23	— 62,8	— 16,0	— 0,0184	— 0,028	0,110	255,0
				— 60,6	— 19,7				
36	14,8	0.13 13,6	66.45.29	+ 50,5	+ 19,2	+ 0,0140	+ 0,032	0,089	67,3
				+ 45,7	+ 20,7				
37	9,4	0.15.24,2	67. 6.38	+ 25,4	+ 47,5	+ 0,0076	+ 0,076	0,088	30,2 +66,19
				+ 24,4	+ 42,3				
38	13,6	0.17.59,6	67.52.48	— 54,4	— 11,0	— 0,0169	— 0,015	0,096	260,9
				— 56,2	— 9,0				
39	11,9	0.19.16,2	67.45.41	+ 72,8	+ 13,6	+ 0,0227	+ 0,027	0,132	78,3
				+ 76,7	+ 18,7				
40	13,8	0.20.43,7	67.13.42	+181,0	+ 50,7	+ 0,0535	+ 0,080	0,320	75,5
				+178,6	+ 50,5				

**Région 3. — Centre  $\alpha$  0<sup>h</sup>39<sup>m</sup>,  $\delta$  + 65°9'.**

41	12,8	0.28.32,8	65.36.45	+ 68,0	— 12,6	+ 0,0193	— 0,022	0,202	259,6
				+ 71,0	— 12,7				
42	14,1	0.29.44,7	64.31.33	+ 55,3	+ 13,6	+ 0,0142	+ 0,024	0,095	75,5
				+ 52,0	+ 14,2				
43	10,9	0.30. 7,1	64.28.34	+ 73,7	— 20,1	+ 0,0193	— 0,035	0,129	105,7 +64,57
				+ 71,7	— 20,7				
44	15,4	0.30. 4,0	65.43. 1	— 42,6	— 34,0	— 0,0120	— 0,059	0,095	231,4
				— 43,7	— 34,7				
45	11,5	0.31.12,2	65.57.17	+ 40,4	— 35,4	+ 0,0122	— 0,063	0,098	130,3
				+ 46,6	— 38,3				
46	10,7	0.34.26,0	65.20.22	— 55,1	— 3,3	— 0,0145	— 0,005	0,091	266,9
				— 50,7	— 2,6				
47	7,7	0.35.36,4	65.19.17	+ 49,7	— 34,3	+ 0,0142	— 0,057	0,103	121,8 +65,81
				+ 53,8	— 31,7				

N°.	Gr. ph.	$\alpha$ 1900.	$\delta$ 1900.	$\Delta\alpha$ .	$\Delta\gamma$ .	$\mu_{\alpha}$ .	$\mu_{\delta}$ .	$\mu$ .	$p$ .
48	15,4	0.35.41,7 <sup>h m s</sup>	65.19.26 <sup>o ' "</sup>	+ 38,6 + 9,6	+ 41,7 + 7,8	+0,0110	+0,015	0,070	77,8
49	9,4	0.36.31,1	65.14.28	+ 44,8 — 15,5	+ 46,0 — 16,3	+0,0124	—0,027	0,082	109,3 +64,7 <sup>o</sup>
50	14,6	0.37.44,0	64. 8.33	— 66,9 — 13,5	— 64,0 — 11,9	—0,0172	—0,022	0,114	259,0
51	12,0	0.40.33,7	64.17.45	+ 72,0 — 5,4	+ 75,0 — 1,6	+0,0194	—0,006	0,126	93,0
52	14,0	0.42.57,0	65.12. 1	+ 70,3 — 29,5	+ 74,3 — 31,0	+0,0197	—0,052	0,134	112,7
53	13,6	0.44.37,7	65.38.14	+ 29,0 — 34,0	+ 30,0 — 36,8	+0,0082	—0,061	0,079	140,2
54	13,3	0.48.54,6	65.19.10	+ 38,2 + 21,7	+ 43,0 + 22,0	+0,0111	+0,038	0,079	61,7

**Région 4. — Centre  $\alpha$  0<sup>h</sup> 39<sup>m</sup>,  $\delta$  + 61° 9'.**

55	12,4	0.29.41,7	60.25.12	+ 82,3 + 23,8	+ 79,0 + 24,8	+0,0177	+0,040	0,137	73,2
56	13,1	0.29.45,4	61.30.52	+ 51,3 — 33,0	+ 47,2 — 31,0	+0,0112	—0,052	0,096	123,0
57	14,2	0.30.51,0	61.22. 9	+ 0,7 + 78,7	+ 1,0 + 75,7	+0,0002	+0,126	0,125	0,6
58	11,4	0.31.27,2	60.39.25	+100,7 — 10,7	+100,0 — 10,6	+0,0222	—0,017	0,164	96,1
59	10,9	0.33.29,1	61.24.17	+ 44,3 + 39,0	+ 40,7 + 37,7	+0,0096	+0,062	0,093	48,0
60	11,3	0.36.15,8	62. 4.49	+ 30,7 — 37,0	+ 33,7 — 37,0	+0,0075	—0,060	0,080	139,0
61	15,0	0.40.28,0	61. 2 47	— 43,7 — 86,4	— 42,0 — 84,3	—0,0096	—0,139	0,155	206,6
62	9,4	0.40.40,6	60.58 42	+ 94,4 — 28,0	+ 99,0 — 31,9	+0,0216	—0,049	0,165	107,2 +60,100
63	10,2	0.42.51,3	60.29. 6	— 59,2 — 5,7	— 57,0 — 1,6	—0,0128	—0,006	0,095	266,4
64	6,5	0.47. 5,9	60.34.37	— 61,8 +109,4	— 58,2 +111,0	—0,0132	+0,179	0,204	331,4 +60,124

**Région 5. — Centre  $\alpha$  0<sup>h</sup> 39<sup>m</sup>,  $\delta$  + 67° 6'.**

65	11,7	0.28. 6,4	67.57.44	— 41,0 — 70,8	— 41,4 — 69,5	—0,0126	—0,120	0,140	210,4
----	------	-----------	----------	---------------	---------------	---------	--------	-------	-------



N°.	Gr. ph.	$\alpha$ 1900.	$\delta$ 1900.	$\Delta x$ .	$\Delta y$ .	$\mu_x$ .	$\mu_y$ .	$\mu$ .	$p$ .
		<sup>h</sup> <sup>m</sup> <sup>s</sup>	<sup>o</sup> <sup>'</sup> <sup>"</sup>			<sup>s</sup>	<sup>"</sup> <sup>"</sup>	<sup>"</sup>	<sup>o</sup>
66	12,4	0.29.14,0	66.42.18"	+ 90,4 + 8,6	+ 88,8 + 14,7	+0,0259	+0,020	0,155	82,6
67	12,6	0.29.20,4	66.26.58	+ 67,3 — 6,7	+ 62,3 — 1,7	+0,0186	—0,007	0,111	93,7
68	11,6	0.28.49,9	68.11.55	—100,3 + 4,7	—106,7 — 2,0	—0,0319	+0,002	0,178	270,7
69	13,2	0.31.45,4	67.48.43	— 38,0 — 32,4	— 32,5 — 37,3	—0,0107	—0,060	0,085	252,3
70	10,6	0.32. 3,9	68.12.52	+ 85,4 —118,3	+ 84,0 —115,0	+0,0261	—0,200	0,247	144,0 +67,59 <sup>o</sup>
71	12,2	0.33.26,8	66.12.15	+ 49,0 + 38,7	+ 46,7 + 39,6	+0,0136	+0,067	0,106	50,8
72	11,1	0.34.24,9	67. 0.23	+ 57,7 — 8,0	+ 61,3 — 4,3	+0,0174	—0,011	0,103	95,9
73	7,4	0.38.40,1	66.36.44	+135,1 — 30,0	+135,7 — 29,4	+0,0390	—0,051	0,238	102,4 +66,58
74	12,4	0.39.15,2	67. 4.31	+117,4 + 7,3	+114,0 + 8,5	+0,0340	+0,014	0,199	86,1
75	13,0	0.39.35,3	67.47.25	+ 42,7 — 25,7	+ 44,6 — 22,4	+0,0132	—0,041	0,086	118,8
76	13,4	0.41. 2,6	67.46.11	— 50,4 — 15,5	— 51,0 — 20,3	—0,0153	—0,031	0,092	250,6
★13,5	0.41. 2,9	67.46. 4							
77	13,2	0.41.39,7	66.31.48	+ 66,0 + 46,0	+ 62,3 + 47,0	+0,0184	+0,080	0,136	54,1
78	14,1	0.41.49,8	67.56.53	+ 47,0 — 1,0	+ 46,1 — 2,0	+0,0142	—0,003	0,080	91,9
79	15,0	0.42. 0,5	66.31.47	+ 53,6 — 19,6	+ 54,2 — 15,7	+0,0155	—0,030	0,097	108,1
80	10,9	0.43.17,7	67.24.28	+140,4 — 19,3	+141,7 — 17,3	+0,0420	—0,031	0,244	97,4
★14,7	0.43.20,5	67.24.45							
81	11,7	0.44.20,3	67.54.45	— 50,0 — 28,6	— 51,0 — 31,7	—0,0154	—0,053	0,101	239,1
82	11,0	0.48.25,7	67.58.47	— 45,5 — 12,3	— 47,0 — 14,0	—0,0141	—0,023	0,082	254,0 +67,76
★13,9	0.48.29,0	67.58.34							
83	12,7	0.48.50,4	66.37.43	— 54,3 — 16,8	— 51,9 — 21,0	—0,0153	—0,032	0,097	250,4

**Région 6. — Centre  $\alpha$  0<sup>h</sup>53<sup>m</sup>,  $\delta$  + 65°13'.**

84	13,9	0.42.56,7	65.11.41	+ 67,0 — 38,8	+ 66,3 — 43,0	+0,0182	—0,070	0,134	121,5
85	13,2	0.44.54,8	64.46.24	+ 34,7 — 44,6	+ 35,5 — 47,6	+0,0094	—0,079	0,099	142,7

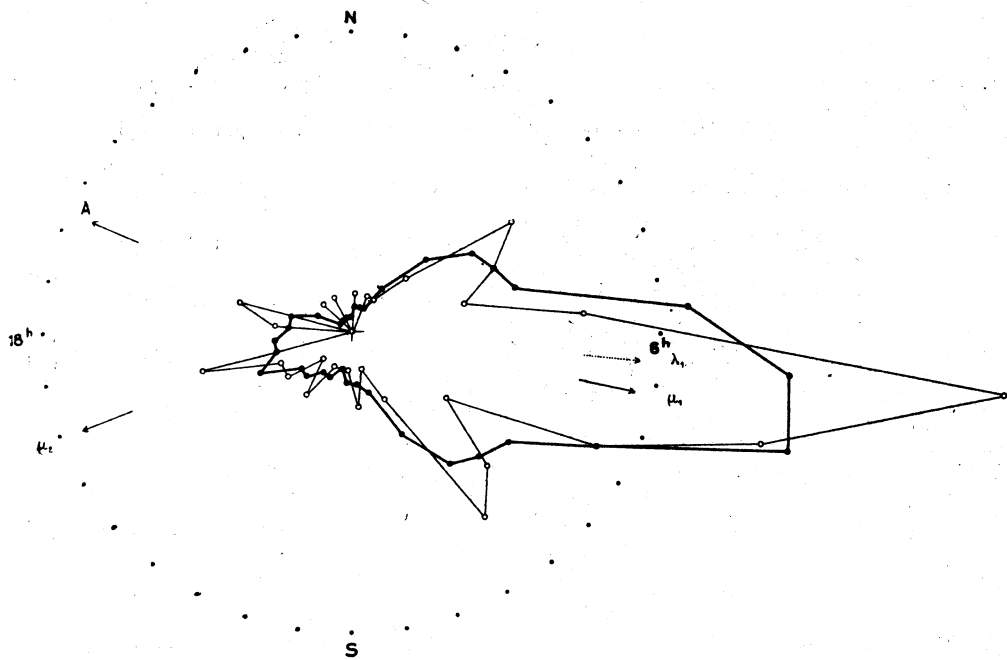


Fig. 10. — Région 5 : AR = 0<sup>h</sup> 39<sup>m</sup>; DEC = + 67° 6′.

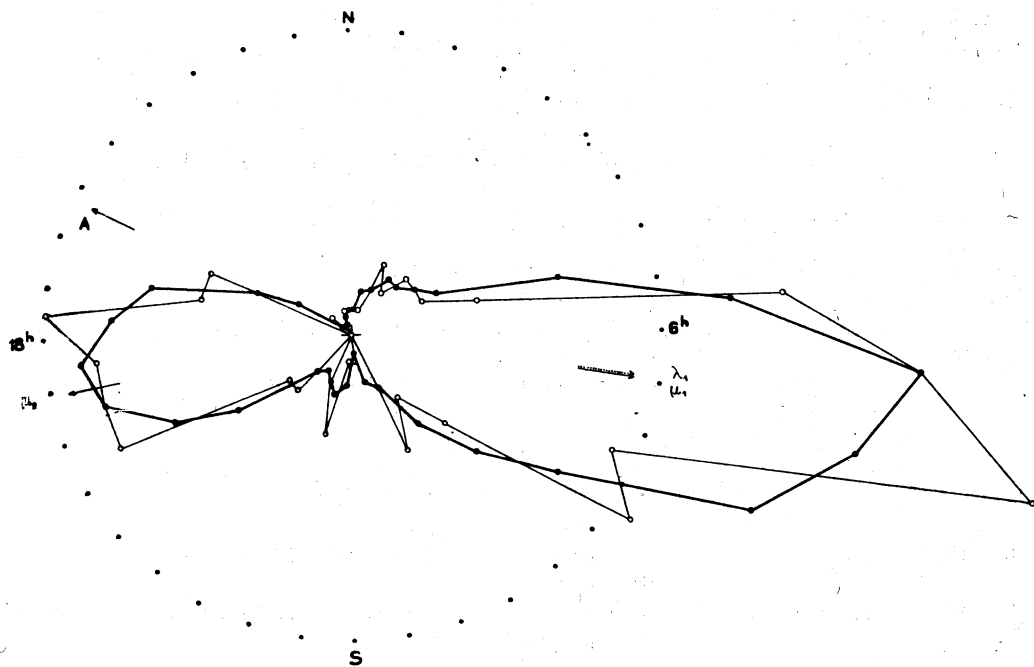


Fig. 11. — Région 6 : AR = 0<sup>h</sup> 54<sup>m</sup>; DEC = + 65° 13′.

N <sup>o</sup> .	Gr. ph.	$\alpha$ 1900.	$\delta$ 1900.	$\Delta\alpha$ .	$\Delta\gamma$ .	$\mu_{\alpha}$ .	$\mu_{\delta}$ .	$\mu$ .	$P$ .
86	14,6	<sup>h</sup> 0.49.31,1 <sup>m</sup> <sup>s</sup>	64.56'. 7"	+ 38,9	- 23,7	+0,0105	-0,043	0,079	122,9
				+ 38,6	- 26,5				
87	13,4	0.53.31,4	66. 8.36	-118,0	+ 22,7	-0,0337	+0,040	0,208	281,1
				-120,6	+ 24,3				
88	15,9	0.54.40,7	65.27.21	- 12,5	- 58,0	-0,0030	-0,100	0,102	190,7
				- 9,0	- 58,7				
89	9,1	0.54.59,2	65.20. 4	+ 82,3	- 8,0	+0,0219	-0,013	0,137	95,2 +65,120
★10,8		0.54.56,2	65.20.27	+ 77,4	- 6,6				(1)
90	9,1	0.55.20,9	65.41.10	+ 93,3	- 5,7	+0,0257	-0,007	0,159	92,7 +65,123
				+ 91,7	-3,0				
91	15,6	0.55.54,6	65.53.45	+ 28,4	- 44,1	+0,0072	-0,079	0,090	150,7
				+ 23,1	- 48,0				
92	13,2	0.55.58,4	66. 0.54	+ 48,8	+ 15,6	+0,0133	+0,023	0,084	74,3
				+ 45,7	+ 11,0				
93	13,2	0.56.11,0	64.25.50	+106,5	- 47,8	+0,0283	-0,080	0,200	113,5
				+107,0	- 45,3				
94	9,4	0.56.38,5	64.17.59	- 93,0	- 20,6	-0,0250	-0,031	0,165	259,3 +64,116
				- 96,4	- 15,3				
95	15,8	1. 0.24,5	64.21. 2	- 54,7	- 15,6	-0,0138	-0,024	0,092	255,2
				- 49,4	- 12,0				
96	11,9	1. 0.42,9	64. 9.46	+ 26,7	+ 68,1	+0,0075	+0,118	0,128	22,7
				+ 30,6	+ 69,2				
97	14,0	1. 1.44,0	65.29.44	- 61,2	- 3,6	-0,0173	-0,006	0,108	266,9
				- 64,3	- 3,3				
98	13,3	1. 2.59,8	65.10.21	- 29,6	- 8,3	-0,0077	-0,016	0,051	251,7
				- 26,6	- 10,4				
99	15,0	1. 3.12,6	65.10.21	- 29,6	- 41,5	-0,0079	-0,075	0,089	214,1
				- 28,8	- 45,7				
100	13,5	1. 3.32,2	65.10.35	+ 80,6	+ 3,5	+0,0217	+0,007	0,137	87,1
				+ 78,7	+ 4,5				
101	15,6	1. 3.55,0	65.19.12	+ 46,0	- 12,6	+0,0127	-0,018	0,082	102,4
★12,1		1. 3.56,4	65.18.48	+ 47,0	- 7,8				
102	15,1	1. 4.25,1	64.43.27	+ 94,6	- 20,4	+0,0247	-0,036	0,162	102,7
				+ 89,6	- 21,0				

**Région 7. — Centre  $\alpha$  0<sup>h</sup>54<sup>m</sup>,  $\delta$  + 63°2'.**

103	14,0	0.52.13,4	63.22.53	+113,3	- 28,7	+0,0280	-0,048	0,194	104,2
				+112,3	- 28,7				
104	12,0	0.53. 0,8	62. 4. 0	+ 81,0	- 25,7	+0,0191	-0,039	0,140	106,0
				+ 80,4	- 20,7				

(1) Étoiles n<sup>os</sup> 89 et 90 ont des mouvements presque parallèles.

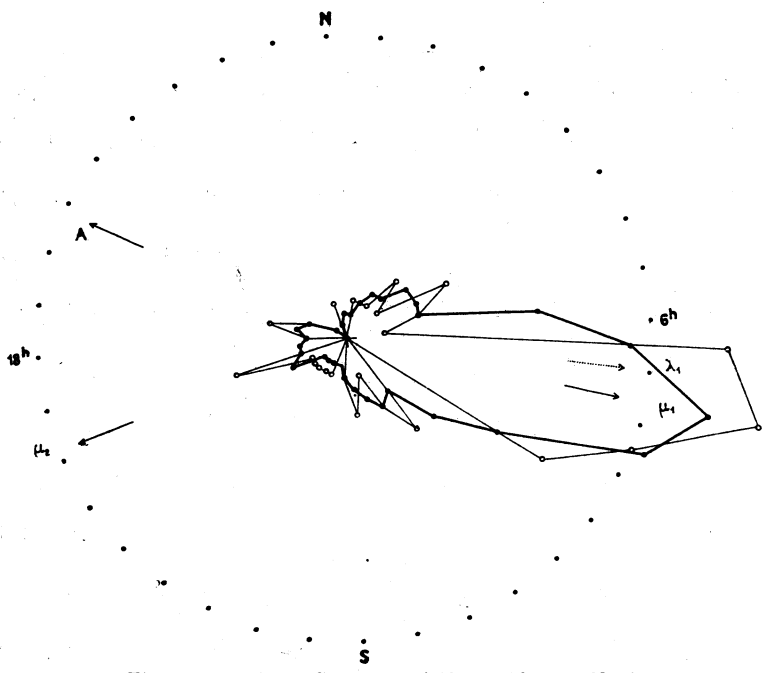


Fig. 12. — Région 7 : AR =  $0^h 54^m$ ; DEC =  $+ 63^\circ 2'$ .

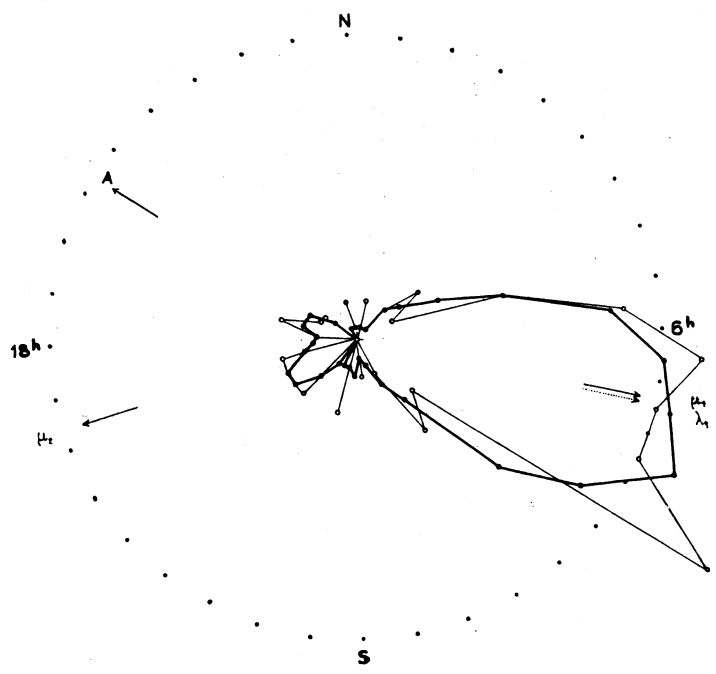


Fig. 13. — Région 8 : AR =  $1^h 20^m$ ; DEC =  $+ 63^\circ 3'$ .

N <sup>o</sup> .	Gr. ph.	$\alpha$ 1900.	$\delta$ 1900.	$\Delta x$ .	$\Delta y$ .	$\mu_{\alpha}$ .	$\mu_{\delta}$ .	$\mu$ .	$P$ .
105	13,7	<sup>h</sup> 0.54. <sup>m</sup> 38. <sup>s</sup> 4	62. 8'.59"	- 47,6	+ 11,3	+0,0120	+0,015	0,086	280,1
				- 53,7	+ 6,7				
106	11,6	0.54.38,7	62.23. 1	+118,7	+ 23,5	+0,0282	+0,036	0,199	79,7
				+116,6	+ 19,3				
107	10,6	0.56.54,8	62.38.44	- 67,2	- 25,0	-0,0158	-0,039	0,115	250,3 +62,189
				- 63,3	- 21,8				
108	14,0	0.56.55,2	64.33.31	+ 53,4	- 27,0	+0,0134	-0,048	0,100	118,4
				+ 52,3	- 30,0				
109	13,4	0.57.19,7	63.17.32	+ 55,4	- 16,3	+0,0135	-0,025	0,094	105,2
				+ 53,9	- 13,3				
110	11,6	0.57.55,9	63.41. 8	+ 67,3	- 26,7	+0,0164	-0,046	0,119	113,0
				+ 63,7	- 29,0				
111	9,4	0.59. 3,8	63.11.21	+134,2	- 87,5	+0,0334	-0,144	0,268	122,6
				+137,5	- 85,7				
112	10,4	0.59.54,0	63.19.21	+ 55,3	- 13,3	+0,0137	-0,019	0,094	101,8 +63,136
				+ 55,3	- 9,7				
113	10,7	1.00.23,6	63.23.48	+916,9	+230,5	+0,2293	+0,384	1,587	76,0
				+931,5	+231,0				
114	12,2	1. 1.49,9	62.59. 1	+631,3	- 25,0	+0,1533	-0,041	1,045	92,2
				+622,8	- 23,7				
115	13,8	1. 3.15,8	63.44.11	+ 48,6	- 11,7	+0,0126	-0,023	0,087	105,6
				+ 51,4	- 16,3				
116	12,4	1. 3. 8,5	62.55.43	+ 51,0	+ 0,3	+0,0125	+0,003	0,085	88,3
				+ 51,3	+ 2,7				

**Région 8 (1). — Centre  $\alpha$  1<sup>h</sup>19<sup>m</sup>,  $\delta$  + 63°3'.**

117	14,0	1.12.43,1	63. 8.28	+ 88,7	- 34,3	+0,0215	-0,056	0,157	111,0
				+ 85,4	- 36,6				
118	10,1	1.12.38,1	63.53. 5	+ 49,3	- 33,3	+0,0128	-0,054	0,101	122,5 +63,169
				+ 51,6	- 33,6				
119	10,0	1.13.20,5	62. 9.25	+ 60,0	+ 9,0	+0,0147	+0,016	0,104	81,2 +61,245
				+ 63,3	+ 7,7				
120	10,8	1.17.55,6	64. 5.15	+154,1	+ 9,3	+0,0391	+0,017	0,257	86,2
				+153,5	+ 5,0				
121	14,3	1.18.49,9	62.46. 9	+ 51,7	+ 16,3	+0,0129	+0,032	0,094	70,2
				+ 55,0	+ 20,0				
122	12,9	1.19.38,3	62.21.19	- 34,1	- 39,4	-0,0052	-0,059	0,079	221,3
				- 29,8	- 30,3				
123	10,2	1.21.43,3	62.51.29	+ 48,7	- 4,3	+0,0114	-0,008	0,079	95,8
				+ 45,3	- 7,0				

(1) Inclinaison du réseau  $i = -0,01968$ .

N°.	Gr. ph.	$\alpha$ 1900.	$\delta$ 1900.	$\Delta x$ .	$\Delta y$ .	$\mu_{\alpha}$ .	$\mu_{\delta}$ .	$\mu$ .	$P$ .
124	10,4	1.24.44,2 <sup>h m s</sup>	62.31.30 <sup>o</sup>	+ 26,4	- 61,3	+0,0061	-0,104	0,112	158,1 +62,90 <sup>o</sup>
				+ 21,5	- 64,3				
125	13,8	1.27.27,7	63.14. 0	+ 65,3	- 2,7	+0,0177	0,000	0,119	90,0
				+ 78,0	+ 0,3				

**Région 9. — Centre  $\alpha$  5<sup>h</sup>45<sup>m</sup>,  $\delta$  + 32°36'.**

126	14,6	5.42.25,0	32.24. 2	- 13,7	- 73,0	-0,0015	-0,115	0,116	189,6
				- 10,3	- 68,3				
127	10,9	5.43.21,8	31.50.37	- 7,0	- 50,3	-0,0007	-0,080	0,080	186,4 +31,1110
				- 4,0	- 48,3				
128	13,5	5.43.31,3	32.10.56	- 1,7	- 76,3	-0,0001	-0,126	0,126	180,7
★15,0		5.43.30,4	32.10.58	0,0	- 78,7				
129	10,0	5.43.44,7	32. 7.38	+ 2,8	- 80,6	+0,0006	-0,132	0,132	176,5 +32,1102
				+ 7,0	- 81,7				
130	10,9	5.43.45,8	31.53.37	+ 85,7	+ 11,6	+0,0107	+0,017	0,137	82,7 +31,1113
★14,5		5.43.45,6	31.53.45	+ 82,0	+ 9,8				
131	13,7	5.45. 5,0	31.54. 9	+ 17,3	- 68,6	+0,0022	-0,111	0,114	166,0
★14,7		5.45. 6,4	31.54. 4	+ 16,7	- 68,1				
132	14,1	5.45.26,4	31.59.24	+ 43,0	- 25,4	+0,0058	-0,040	0,084	118,6
				+ 47,3	- 24,0				
133	12,8	5.47.52,2	31.34.42	+ 19,7	- 54,6	+0,0025	-0,085	0,091	159,4
				+ 19,8	- 50,2				
134	6,2	5.48.29,6	31.41.11	- 32,0	-102,3	-0,0038	-0,164	0,171	196,7 +31,1139
				- 28,6	- 99,8				
135	12,7	5.50.35,2	32. 9.17	+ 1,3	- 50,3	+0,0005	-0,084	0,084	175,8
				+ 6,3	- 52,6				

**Région 10. — Centre  $\alpha$  8<sup>h</sup>34<sup>m</sup>,  $\delta$  + 20°18'.**

136	10,6	8.29 18,4	19.51.45	+ 3,0	- 50,5	+0,0004	-0,082	0,082	175,6 +20,2117
				+ 4,7	- 47,8				
137	10,6	8.29 55,5	20.43.15	+ 19,4	- 60,6	+0,0023	-0,100	0,105	162,3 +20,2121
				»	»				(1)
138	13,3	8.31.39,4	21.00. 3	- 18,4	- 71,0	-0,0023	-0,114	0,118	195,4
				- 19,6	- 67,1				
139	13,9	8.31.52,9	20.19.58	+ 15,0	-111,7	+0,0017	-0,186	0,187	172,6
				+ 14,5	-112,7				
140	14,9	8.32. 6,0	19.39.27	+ 36,3	- 31,4	+0,0044	-0,053	0,079	132,8
				+ 38,0	- 32,0				

(1) Cette étoile a été mesurée dans une position seulement; elle se trouve sur les bords du cliché ancien où la gélatine s'est décollée entre les deux opérations.

N <sup>o</sup> .	Gr. ph.	$\alpha$ 1900.	$\delta$ 1900.	$\Delta\alpha$ .	$\Delta\gamma$ .	$\mu_{\alpha}$ .	$\mu_{\delta}$ .	$\mu$ .	$p$ .
141	15,1	8.32. <sup>h m s</sup> 11,7	19.14'.42" <sup>o</sup>	- 61,6	- 25,0	-0,0069 <sup>s</sup>	-0,045 <sup>o</sup>	0,107	245,2 <sup>o</sup>
				- 55,7	- 29,0				
142	12,7	8.32.14,7	19. 5.34	+ 19,0	- 75,4	+0,0024	-0,129	0,133	165,5
				+ 21,2	- 80,3				
143	14,1	8.32.18,4	20.28.49	+ 15,0	- 51,6	+0,0021	-0,085	0,089	161,1 +20,2134 <sup>o</sup>
★	11,5	8.32.18,9	20.28.45	+ 20,0	- 50,7				
144	14,1	8.32.54,0	19.20.24	- 8,7	- 86,5	-0,0012	-0,139	0,140	186,8
				- 11,4	- 81,7				
145	12,0	8.33.28,9	19.17.12	- 49,3	- 19,3	-0,0058	-0,028	0,086	250,9
★	12,0	8.33.27,5	19.16.55	- 49,3	- 15,0				
★	10,6	8.33.26,3	19.18.11						+19,2060
146	14,4	8.33.55,4	20.43.28	+ 22,4	- 67,4	+0,0024	-0,110	0,115	162,3
				+ 18,9	- 65,4				
147	13,4	8.33.59,7	19.46.37	- 21,0	-103,0	-0,0027	-0,175	0,179	192,2
				- 24,7	-108,5				
148	11,3	8.34.41,5	20.44.21	+ 3,5	- 52,4	+0,0005	-0,087	0,088	175,0
				+ 5,8	- 53,0				
149	12,9	8.35.41,9	19.10.44	- 17,5	- 64,0	-0,0022	-0,108	0,112	195,8
				- 19,3	- 66,3				
150	13,9	8.37.37,1	20.33.56	+ 45,7	- 33,3	+0,0052	-0,060	0,094	129,5
				+ 42,3	- 39,2				
151	12,2	8.38.45,1	20.25.33	+ 34,7	- 51,7	+0,0042	-0,081	0,101	144,0
				+ 36,7	- 46,6				
152	11,5	8.38.59,4	19.49.19	+ 12,5	- 51,3	+0,0013	-0,083	0,085	167,8
				+ 9,0	- 48,8				
153	10,3	8.39. 4,1	19.47.29	+ 12,9	- 46,7	+0,0015	-0,079	0,082	165,0 +19,2092
				+ 12,6	- 49,0				

Région 11. — Centre  $\alpha$  13<sup>h</sup>11<sup>m</sup>,  $\delta$  + 56°7'.

154	12,3	13. 2.35,5	55.27.13	- 45,2	+ 3,5	-0,0096	+0,001	0,081	270,7
				- 50,3	- 2,3				
155	13,6	13. 2.57,4	56.39.25	- 58,0	+ 7,7	-0,0118	+0,011	0,098	276,4
				- 56,3	+ 5,0				
156	14,0	13. 4.18,3	56.45. 3	+ 12,0	- 48,7	+0,0026	-0,081	0,084	165,2
				+ 13,3	- 46,4				
157	11,7	13. 4.24,5	56.33.20	+108,7	- 63,2	+0,0224	-0,110	0,216	120,8
				+109,6	- 66,8				
158	10,2	13.11.14,0	55.50.40	+ 29,7	- 49,4	+0,0061	-0,086	0,100	149,1 +56,1649
				+ 30,5	- 51,6				
159	13,3	13.11.38,6	55.59.59	- 21,3	+ 40,3	-0,0044	+0,072	0,080	332,9
				- 21,7	+ 44,0				
160	11,7	13.12. 1,2	56.49.37	- 54,3	- 1,2	-0,0114	+0,001	0,086	271,7 +57,1431
				- 55,6	+ 2,4				

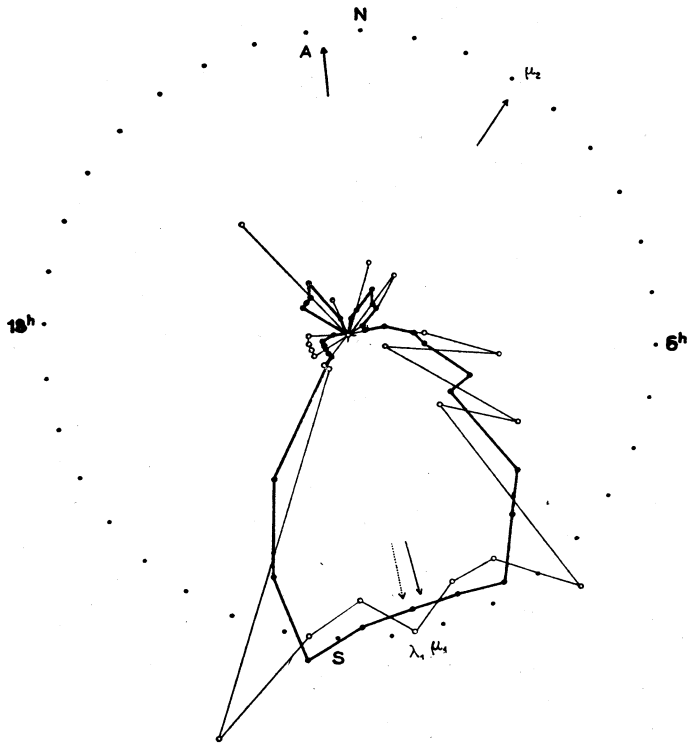


Fig. 14. — Région 9 : AR =  $5^h 46^m$ ; DEC =  $+ 32^\circ 26'$ .

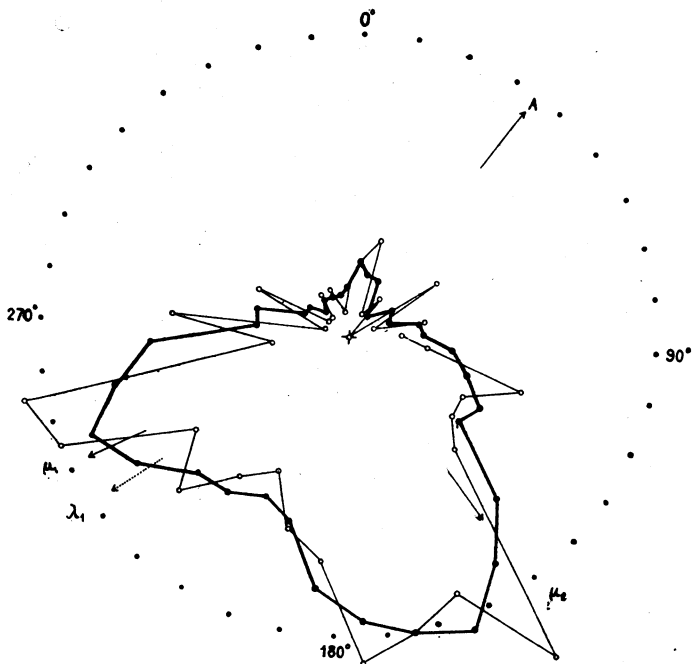


Fig. 15. — Région 10 : AR =  $8^h 34^m$ ; DEC =  $+ 20^\circ 18'$ .



N <sup>o</sup> .	Gr.	ph.	$\alpha$ 1900.	$\delta$ 1900.	$\Delta x$ .	$\Delta y$ .	$\mu_x$ .	$\mu_y$ .	$\mu$ .	$\rho$ .	
161	9,4	13.	<sup>h</sup> 12. <sup>m</sup> 13,1 <sup>s</sup>	56 <sup>o</sup> .21'.49"	— 34,3	+ 62,7	—0,0075	+0",108	0",125	330,2	+56 <sup>o</sup> .1647
					— 38,7	+ 64,6					
162	14,2	13.	13.20,5	56.41.42	+ 14,2	+ 71,9	+0,0029	+0,121	0,123	11,2	
					+ 13,9	+ 71,0					
163	14,7	13.	14. 5,1	55.41.33	— 59,2	— 2,3	—0,0119	—0,004	0,101	267,5	
					— 59,9	— 2,8					
164	11,7	13	15.45,1	55.45.21	— 54,8	+ 48,0	—0,0107	+0,082	0,122	312,4	+55,1592
					— 51,2	+ 48,9					
165	14,1	13.	16.32,1	55. 2.12	— 32,6	— 63,3	—0,0071	—0,109	0,125	209,1	
					— 39,0	— 65,4					
166	13,5	13	17. 9,9	56.55. 2	+ 25,1	— 78,1	+0,0054	—0,130	0,137	161,2	
					+ 27,2	— 74,9					
167	13,1	13.	17.19,1	57. 3.19	+ 23,5	— 53,7	+0,0049	—0,090	0,098	155,9	
					+ 23,7	— 51,6					
168	13,3	13.	17.31,3	56. 6.23	—113,7	— 20,0	—0,0232	—0,033	0,197	260,4	
					—115,0	— 18,6					

**Région 12. — Centre  $\alpha$  14<sup>h</sup>12<sup>m</sup>,  $\delta$  + 56°0'.**

169	10,8	14.	6 46,9	56.44.17	— 42,8	— 21,3	—0,0081	—0,035	0,075	242,0	+56,1713
					— 37,3	— 21,3					
170	13,2	14.	6 43,7	56.44. 8	— 48,0	— 59,2	—0,0093	—0,094	0,121	219,0	
					— 43,8	— 54,0					
171	14,1	14.	7. 9,5	56.36. 7	— 10,0	— 59,3	—0,0025	—0,102	0,104	191,3	
					— 14,6	— 64,0					
172	14,2	14.	7.47,3	55. 2.55	— 93,3	— 29,0	—0,0178	—0,045	0,159	253,6	
					— 91,0	— 25,2					
173	15,0	14.	8.12,1	56.26.12	— 56,0	+ 27,0	—0,0106	+0,046	0,099	297,3	
					— 50,3	+ 28,0					
174	12,6	14	9 3,3	56.54. 0	— 41,0	+ 65,2	—0,0077	+0,104	0,122	328,7	
					— 35,3	+ 60,4					
175	11,4	14.	9.10,3	56.28. 5	— 62,1	+ 54,0	—0,0120	+0,088	0,133	311,6	+56,1715
					— 58,0	+ 52,3					
176	9,2	14.	9.42,9	55.47.38	—198,6	+ 0,3	—0,0390	—0,001	0,329	269,9	+56,1718
					—197,7	— 1,3					
177	9,8	14.	10.18,8	55.50.16	—159,4	— 11,4	—0,0312	—0,022	0,263	265,3	+56,1719
					—157,3	— 14,7					
178	15,2	14.	11.10,5	55.58.49	— 53,0	+ 50,4	—0,0105	+0,081	0,120	312,6	
					— 53,4	+ 47,3					
179	13,8	14.	11.14,5	56. 7.54	— 61,7	+ 19,4	—0,0117	+0,034	0,103	250,9	
					— 56,3	+ 21,3					
180	15,4	14.	11.55,8	55.11. 8	— 30,3	+ 33,8	—0,0064	+0,063	0,084	319,0	
					— 36,0	+ 42,4					

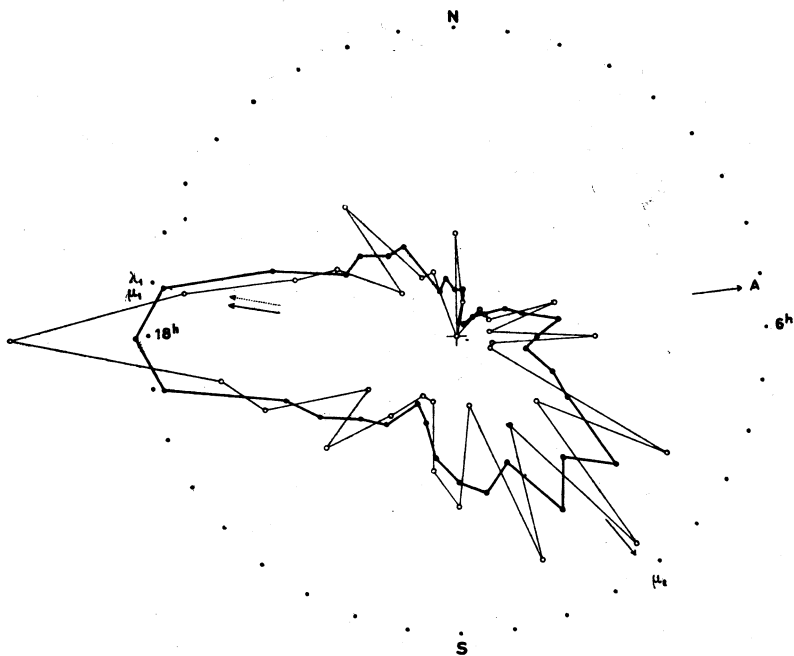


Fig. 16. — Région 11 : AR =  $13^{\text{h}}11^{\text{m}}$ ; DEC =  $+56^{\circ}7'$ .

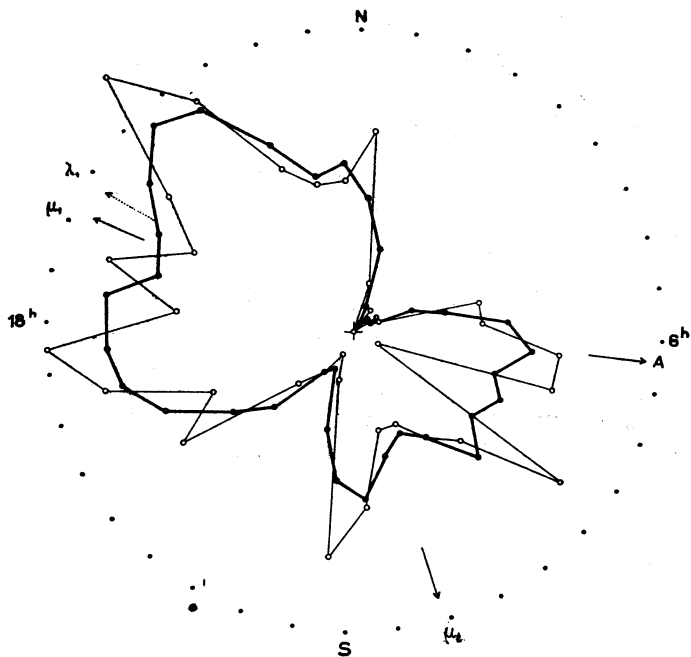


Fig. 17. — Région 12 : AR =  $14^{\text{h}}12^{\text{m}}$ ; DEC =  $+56^{\circ}0'$ .

N <sup>o</sup> .	Gr. ph.	$\alpha$ 1900.	$\delta$ 1900.	$\Delta\alpha$ .	$\Delta\gamma$ .	$\mu_{\alpha}$ .	$\mu_{\delta}$ .	$\mu$ .	$p$ .
181	13,2	14 <sup>h</sup> .12 <sup>m</sup> .24 <sup>s</sup> ,8	55 <sup>o</sup> .12'.6"	— 33,3	— 39,2	—0,0064	—0,069	0,088	218,6
				— 33,0	— 43,8				
182	10,8	14.13.17,7	56.28. 1	— 50,7	+ 33,0	—0,0102	+0,053	0,100	301,8
				— 51,8	+ 30,3				
183	10,4	14.13.34,3	54.57.15	— 2,0	+ 31,4	—0,0006	+0,055	0,056	354,9 +55,1671
				— 4,0	+ 35,4				
184	15,4	14 13 43,8	56.11.53	— 43,3	+ 48,6	—0,0084	+0,083	0,109	319,9
*	9,4	14.13.48,9	56.12.53	— 41,0	+ 51,6				+56,1724
185	8,9	14 13.43,5	55. 0.22	—103,3	— 34,0	—0,0196	—0,057	0,178	251,3 +55,1672
				—100,3	— 34,8				
186	14,1	14.13.56,8	56.28.24	— 58,3	— 9,5	—0,0122	—0,014	0,102	261,9
				— 63,3	— 8,0				
187	13,4	14.14. 1,5	55.46.12	— 67,6	+ 68,0	—0,0134	+0,116	0,162	224,1
				— 68,7	+ 72,4				
188	15,2	14.14.45,8	55.17.28	— 4,6	— 51,3	—0,0004	—0,091	0,091	182,3
				+ 0,3	— 58,0				
189	10,2	14.16.58,4	54.57.50	+ 10,0	— 54,5	+0,0018	—0,085	0,087	169,6 +55,1679
				+ 9,0	— 48,5				
190	10,0	14.17 14,0	55. 7.55	— 46,3	+ 47,8	—0,0088	+0,074	0,106	314,6 +55,1680
				— 44,7	+ 41,8				
191	12,0	14.19.10,3	55.47. 2	— 27,0	+ 75,7	—0,0050	+0,128	0,135	341,8
				— 23,8	+ 78,6				
192	9,3	14.19.20,1	56.19.17	—135,6	+ 88,0	—0,0267	+0,150	0,268	304,0 +56,1729
				—132,0	+ 92,7				
193	12,8	14.20 15,1	56.20.38	—149,7	+ 8,7	—0,0288	+0,021	0,240	275,0
				—139,0	+ 16,7				
194	10,8	14 20 41,1	56.56.22	— 68,3	— 20,6	—0,0132	—0,031	0,113	254,2 +57,1508
				— 62,3	— 16,4				

Région 13. — Centre  $\alpha$  14<sup>h</sup>31<sup>m</sup>,  $\delta$  + 55°58.

195	15,6	14.24. 0,6	55.19.29	— 34,2	+ 32,9	—0,0063	+0,060	0,081	318,2
				— 29,1	+ 37,7				
196	13,1	14.24.45,2	55.32.40	— 40,3	+ 48,3	—0,0081	—0,079	0,104	221,2
				— 40,5	+ 44,0				
197	11,7	14.25.59,8	54.59.20	— 61,4	—100,3	—0,0121	—0,167	0,197	212,1
				— 61,5	— 95,5				
198	14,4	14.26.32,0	56.56. 2	— 52,0	+ 19,8	—0,0105	+0,034	0,092	291,5
				— 49,0	+ 20,0				
199	13,4	14.27.47,9	55.19. 3	— 37,2	+ 44,0	—0,0077	+0,077	0,101	319,6
				— 39,6	+ 46,5				
200	10,6	14.27.54,5	55.14.18	— 65,7	— 10,4	—0,0125	—0,022	0,109	258,5 +56,1744
				— 59,7	— 15,3				

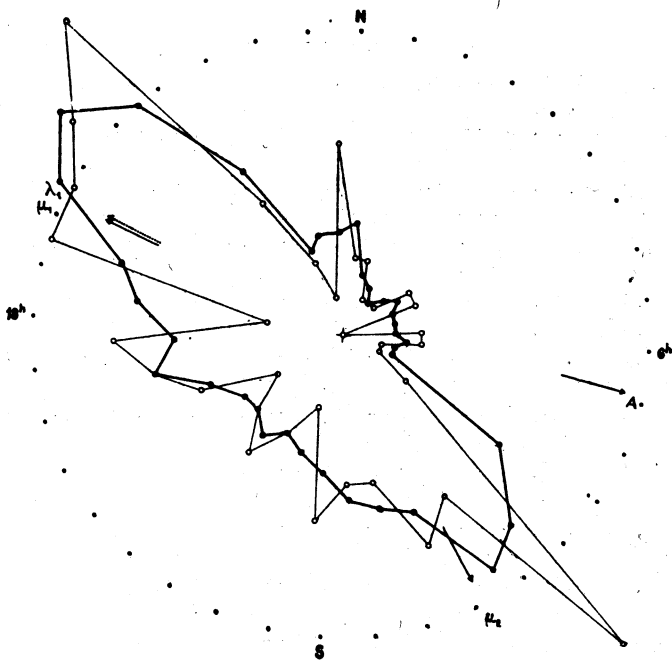


Fig. 18. — Région 13 : AR =  $14^h 31^m$ ; DEC =  $55^\circ 58'$ .

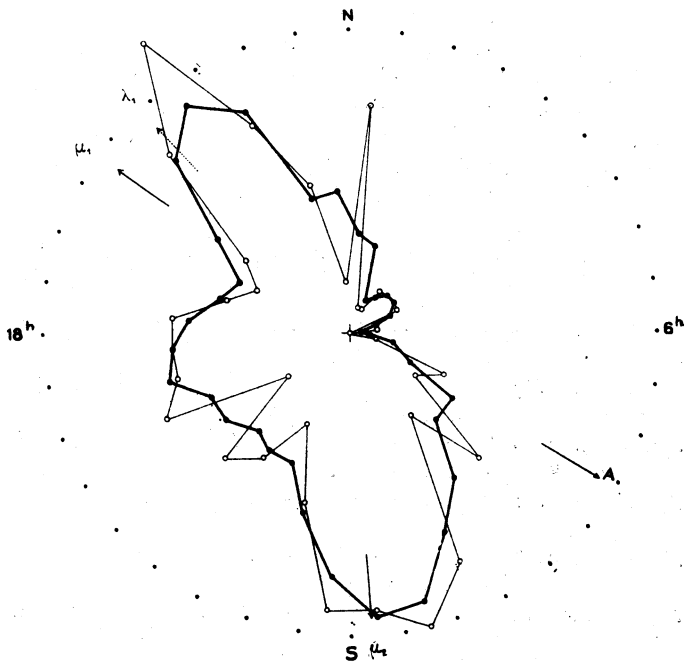


Fig. 19. — Région 14 : AR  $15^h 52$ ; DEC =  $+ 56^\circ 5'$ .

N <sup>o</sup> .	Gr. ph.	$\alpha$ 1900.	$\delta$ 1900.	$\Delta\alpha$ .	$\Delta\gamma$ .	$\mu_{\alpha}$ .	$\mu_{\delta}$ .	$\mu$ .	$p$ .
201	14,7	14 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup> 59 <sup>s</sup> ,3	56 <sup>o</sup> 5' 10"	-117,0	+ 25,5	-0,0236	+0,047	0,203	283,3
				-115,0	+ 29,3				
202	10,6	14.29.14,0	55.17.24	- 3,0	+ 54,2	-0,0011	+0,095	0,095	354,3
				- 8,3	+ 57,3				-55,1691
203	14,1	14.29.34,4	56.19.47	+ 53,5	- 57,2	+0,0114	-0,096	0,135	135,3
				+ 58,4	- 55,9				
204	13,9	14.29.34,7	56.20. 3	+ 53,4	- 53,4	+0,0112	-0,097	0,134	136,1
				+ 56,1	- 60,6				
205	15,6	14.29.43,6	55.39.43	- 75,0	- 30,3	-0,0146	-0,050	0,133	248,1
				- 70,6	- 28,3				
206	12,5	14.29.58,1	55.54.38	- 77,3	- 94,3	-0,0156	-0,156	0,204	220,1
				- 77,3	- 89,4				
207	10,3	14.29.59,6	55.54.11	- 73,7	- 96,6	-0,0150	-0,163	0,206	217,7
				- 74,7	- 95,4				+56,1748
208	15,0	14.30.35,4	55.48. 4	- 42,5	+ 62,2	-0,0085	+0,108	0,130	326,5
				- 41,8	+ 64,7				
209	15,6	14.30.37,2	55.14.17	- 19,3	-116,0	-0,0036	-0,194	0,197	189,1
				- 17,3	-112,3				
210	10,6	14.31. 6,5	56.56.44	- 71,6	+ 48,0	-0,0152	+0,086	0,151	304,5
				- 74,7	+ 52,6				+57,1518
211	12,5	14.31.48,4	56.19. 5	- 26,3	+ 43,7	-0,0052	+0,075	0,086	329,9
				- 24,7	+ 44,3				
212	14,6	14.32.28,8	56.23.32	- 86,7	- 26,8	-0,0179	-0,046	0,156	252,7
				- 88,5	- 27,7				
213	11,9	14.33. 3,0	55.59.42	+ 71,7	-174,3	-0,0144	-0,298	0,322	157,9
				+ 70,5	-176,7				
214	14,5	14.33. 8,8	55.20.57	- 70,0	- 13,0	-0,0138	-0,020	0,119	260,5
*	14,6	14.33. 8,2	55.20.47	- 68,0	- 10,0				
215	11,0	14.33.18,7	55.26. 8	- 39,6	+ 48,6	-0,0080	+0,082	0,106	320,3
				- 40,4	+ 47,7				+55,1698
216	15,4	14.33.49,7	56.17.16	- 48,3	+ 8,3	-0,0096	+0,017	0,082	281,9
				- 45,7	+ 11,6				
217	14,4	14.36. 0,2	56.28. 4	- 1,7	+ 68,0	-0,0002	-0,112	0,112	180,7
				0,0	+ 64,3				
218	13,7	14.37. 9,5	55.52.19	- 35,8	- 35,0	-0,0074	-0,057	0,084	227,7
				- 37,4	- 31,6				
219	13,3	14.37.26,1	56.16.11	+109,7	-150,7	+0,0229	-0,257	0,320	143,5
				+114,3	-152,0				

Région 14. — Centre  $\alpha$  15<sup>h</sup> 52<sup>m</sup>,  $\delta$  + 56° 5'.

220	14,9	15.43. 9,9	56.45.50	- 41,0	- 40,7	-0,0095	-0,070	0,105	228,5
				- 47,4	- 39,0				

N <sup>o</sup> .	Gr.	ph.	$\alpha$ 1900.	$\delta$ 1900.	$\Delta x$ .	$\Delta y$ .	$\mu_{\alpha}$ .	$\mu_{\delta}$ .	$\mu$ .	$P$ .
221	8,7		15.44.11,1 <sup>h m s</sup>	55.46.54 <sup>o</sup>	- 66,0 + 18,0	- 62,8 + 16,3	-0,0134 <sup>s</sup>	-0,030 <sup>o</sup>	0,117 <sup>o</sup>	255,1 + 55,1777 <sup>o</sup>
222	14,9		15.45.33,0	55.22.41	- 56,1 + 6,6	- 52,6 + 10,7	-0,0112	+0,015	0,097	279,1
223	14,5		15.45.50,4	55.47.51	- 25,6 + 37,8	- 18,9 + 43,7	-0,0046	+0,072	0,081	331,4
224	10,6		15.46.11,2	56.24.25	- 77,0 - 76,4	- 71,7 - 80,3	-0,0157	-0,138	0,189	223,5 + 56,1832
225	11,3		15.46.54,6	55.40.57	- 86,7 - 35,2	- 84,0 - 32,9	-0,0177	-0,060	0,161	248,2
226	10,7		15.47. 2,0	55.30.49	+ 36,1 - 132,7	+ 38,7 - 130,4	+0,0077	-0,231	0,240	164,1 + 55,1782
227	10,7		15.47.18,5	56.58.52	+ 1,3 - 58,3	0,0 - 58,0	+0,0001	-0,102	0,102	179,3
228	15,2		15.47.56,8	55.15.56	- 38,8 - 59,7	- 38,7 - 58,3	-0,0079	-0,104	0,124	213,3
229	13,9		15.49.18,5	57.15.11	- 15,1 - 51,2	- 15,3 - 52,3	-0,0033	-0,091	0,095	196,4
230	14,8		15.50.10,0	55. 6. 0	+ 13,7 - 69,5	+ 16,7 - 75,7	+0,0031	-0,127	0,130	168,2
231	15,5		15.52. 2,0	56.50. 1	+ 16,6 - 43,3	+ 20,7 - 45,7	+0,0040	-0,078	0,085	157,2
232	14,0		15.52. 5,2	55.26.40	- 46,6 - 13,7	- 48,0 - 10,4	-0,0098	-0,021	0,086	255,6
233	13,7		15.52.38,0	55.51.20	-110,5 + 127,2	-113,8 + 132,7	-0,0234	+0,228	0,301	319,2
234	15,3		15.53.11,0	55.34.55	- 10,4 - 69,0	- 5,7 - 62,3	-0,0017	-0,115	0,116	186,9
235	10,6		15.53.23,2	55.26.58	+ 23,5 - 71,2	+ 25,5 - 69,5	+0,0051	-0,123	0,131	160,7 + 55,1787
236	14,7		15.53.31,7	56.19.34	- 42,7 - 26,7	- 45,9 - 17,7	-0,0093	-0,039	0,087	243,7
237	14,8		15.53.58,5	56.39. 0	-103,6 + 16,4	-103,5 + 19,6	-0,0220	+0,032	0,184	279,9
238	14,5		15.54.27,8	55.16.31	- 41,0 + 23,0	- 39,3 + 25,0	-0,0083	+0,042	0,076	300,8
★	9,5		15.54.25,1	55.16.23	- 21,0 + 47,8	- 24,7 + 44,7	-0,0049	+0,081	0,090	333,6 + 57,1624
239	10,8		15 55.16,2	56.57. 2	- 136,0 - 5,4	-142,2 + 3,6	-0,0284	-0,002	0,244	269,6 + 55,1793
240	5,3		15.55.24,8	55. 1.56	- 68,1 + 13,0	- 75,0 + 9,0	-0,0151	+0,019	0,127	278,8
241	13,7		15.57.20,4	56.15.18	- 47,3 + 14,1	- 46,3 + 17,7	-0,0098	+0,028	0,087	288,7
242	13,6		15.58.49,2	56. 3. 7						

N <sup>o</sup> .	Gr.	ph.	$\alpha$ 1900.	$\delta$ 1900.	$\Delta x$ .	$\Delta y$ .	$\mu_{\alpha}$ .	$\mu_{\delta}$ .	$\mu$ .	$p$ .
243	9,7		15.58.58,8 <sup>h m s</sup>	56.43.10 <sup>o</sup>	- 48,3	- 48,7	-0,0105 <sup>s</sup>	-0,081 <sup>"</sup>	0,118 <sup>"</sup>	226,9 <sup>o</sup> +56,1850 <sup>o</sup>
					- 50,0	- 43,6				
244	11,1		15.59. 2,8	56.41. 2	- 43,7	+ 7,5	-0,0095	+0,013	0,079	279,5
					- 45,7	+ 7,4				
245	12,9		15.59.22,3	56.33.57	- 34,0	+ 35,0	-0,0069	+0,061	0,083	317,0
					- 30,7	+ 34,3				
246	11,1		15.59.30,8	55.53. 5	- 6,7	+ 47,8	-0,0019	+0,079	0,081	348,8
					- 11,0	+ 42,5				

Région 15. — Centre  $\alpha$  16<sup>h</sup>12<sup>m</sup>,  $\delta$  + 56°4'.

247	10,8	16.	3.21,6	57. 0.40	- 35,3	- 32,4	-0,0078	-0,051	0,082	231,3
					- 39,7	- 27,7				
248	11,9	16.	5.15,1	56. 1.32	- 48,1	+ 45,0	-0,0102	+0,075	0,114	311,3
					- 52,7	+ 43,7				
249	14,3	16.	7.31,3	56.25.50	+ 21,4	- 62,0	+0,0047	-0,108	0,115	160,2
					+ 23,9	- 65,0				
250	14,9	16.	7.59,3	56.29.39	- 52,6	- 5,0	-0,0102	-0,006	0,085	265,9
					- 47,0	- 2,7				
251	14,6	16.	8.21,6	57. 5.48	- 18,0	+ 51,3	-0,0036	+0,086	0,091	341,1
					- 16,7	+ 49,7				
252	14,8	16.	9.26,6	55.11.42	- 31,0	+ 38,4	-0,0058	+0,063	0,080	321,8
					- 27,7	+ 36,0				
253	13,0	16.10.	32,1	56. 6.56	+ 23,7	- 81,4	+0,0044	-0,139	0,143	165,0
					+ 20,0	- 81,6				
254	15,3	16.11.	57,7	56.14.14	-104,2	+128,0	-0,0219	+0,223	0,288	320,8
					-110,3	+134,5				
255	14,9	16.12.	15,8	56.39.39	- 40,6	+ 23,3	-0,0083	+0,044	0,081	302,3
					- 40,3	+ 28,0				
256	11,9	16.12.	33,7	55.40.36	- 87,3	+ 64,0	-0,0181	+0,111	0,189	306,0
					- 92,6	+ 66,7				
257	14,6	16.13.	0,2	56.18.49	- 33,4	+ 35,0	-0,0069	+0,062	0,085	316,9
					- 34,6	+ 37,6				
258	15,1	16.13.	0,5	56.24.13	- 19,3	+ 57,4	-0,0038	+0,102	0,107	342,8
					- 18,0	+ 63,0				
259	11,3	16.13.	9,8	55.26.50	- 18,0	+ 45,6	-0,0037	+0,073	0,080	336,7
					- 19,3	+ 40,7				
260	15,0	16.13.	43,0	55.35.22	- 36,9	- 29,3	-0,0074	-0,053	0,082	229,1
					- 36,7	- 32,7				
261	11,5	16.14.	51,3	55.31.34	+ 38,2	-257,3	+0,0078	-0,440	0,445	171,5
					+ 39,4	-260,5				
262	10,8	16.15.	29,3	55. 8.38	- 45,0	+ 39,0	-0,0091	+0,063	0,100	309,1 +55,1825
					- 46,6	+ 35,6				

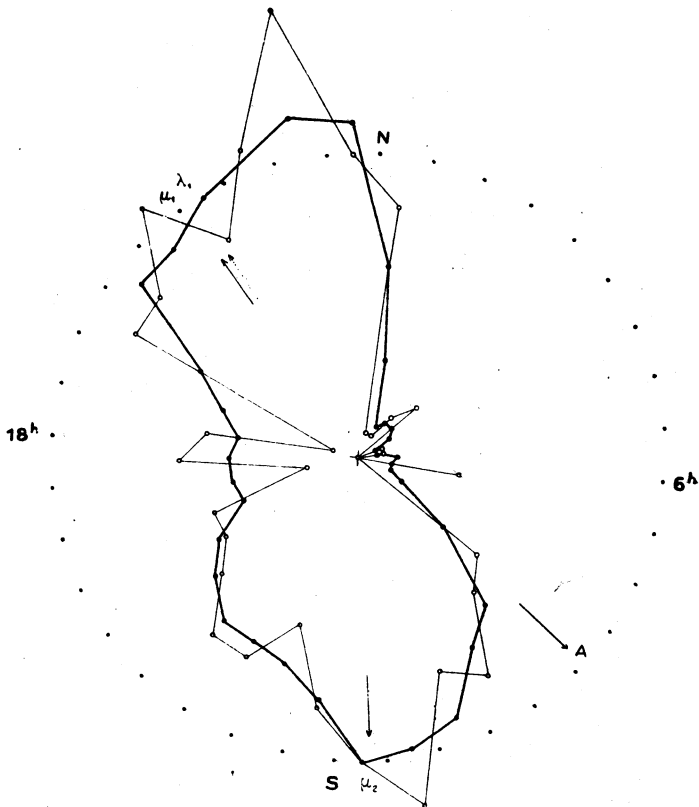


Fig. 20. — Région 15 : AR =  $16^{\text{h}}12^{\text{m}}$ ; DEC =  $+56^{\circ}4'$ .

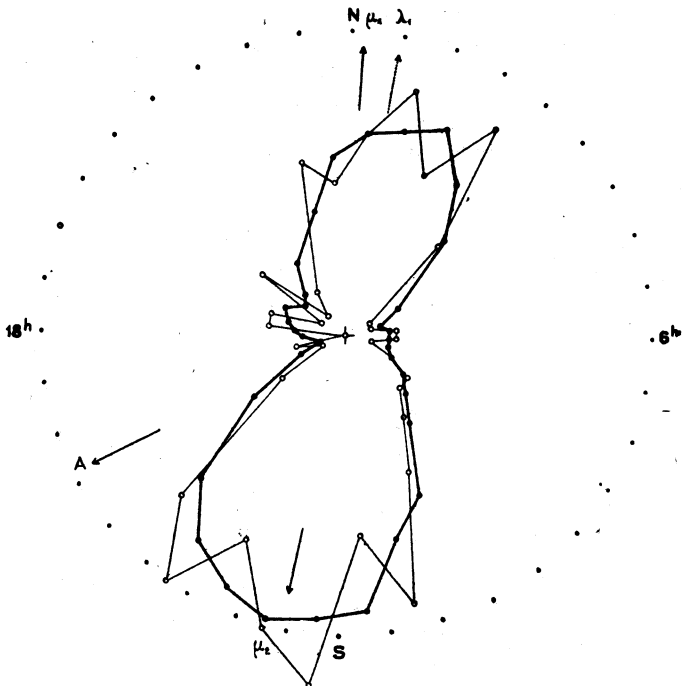


Fig. 21. — Région 16 : AR =  $18^{\text{h}}41^{\text{m}}$ ; DEC =  $+39^{\circ}27'$ .



N <sup>o</sup> .	Gr.	ph.	$\alpha$ 1900.	$\delta$ 1900	$\Delta\alpha$ .	$\Delta\gamma$ .	$\mu_{\alpha}$ .	$\mu_{\delta}$ .	$\mu$ .	P.
263	13,1		16 <sup>h</sup> .16 <sup>m</sup> .10 <sup>s</sup> ,6	56 <sup>o</sup> .54'.58"	- 40,0 + 22,0	- 44,6 + 23,7	-0,0088	+0,039	0,082	298,3
264	14,9		16.17.29,4	56.34.45	+ 18,4 - 48,3	+ 23,7 - 53,2	+0,0043	-0,086	0,093	157,5
265	10,4		16.17.54,8	56.39.48	- 18,3 + 40,2	- 22,6 + 42,8	-0,0041	+0,071	0,079	333,8
266	10,7		16.18.46,3	55.29.11	- 22,0 - 42,4	- 26,9 - 45,2	-0,0049	-0,074	0,085	209,2 +55,1839

**Région 16. — Centre  $\alpha$  18<sup>h</sup>41<sup>m</sup>,  $\delta$  + 39°27'.**

267	9,6		18.36.24,5	38.55.54	+ 56,0 - 53,3	+ 55,3 - 53,7	+0,0079	-0,089	0,128	133,9 +38,3251
268	10,0		18.36.32,1	39. 8.34	+ 18,0 - 95,1	+ 15,6 - 92,5	+0,0024	-0,155	0,158	169,8 +39,3486
269	14,6		18.36.46,8	39.36.45	- 1,3 - 54,7	+ 4,6 - 51,3	+0,0002	-0,088	0,088	178,2
270	13,5		18.37.27,4	39.42.45	- 22,0 - 51,0	- 18,6 - 44,6	-0,0029	-0,079	0,086	203,0
271	15,0		18.37.36,5	39.44.35	- 29,5 + 45,6	- 23,7 + 50,4	-0,0038	+0,080	0,091	331,0
272	9,3		18.38.12,0	40.22.44	- 5,0 + 46,5	- 5,7 + 50,7	-0,0008	+0,081	0,081	353,7 +40,3548
273	13,0		18.38.31,5	40.14. 3	- 2,4 - 49,5	- 1,3 - 48,3	-0,0003	-0,081	0,081	182,2
274	14,0		18.38.51,7	39.54. 5	- 29,3 - 46,0	- 29,3 - 43,4	-0,0042	-0,074	0,088	213,2
275	11,1		18.38.59,3	39.51. 8	- 9,1 - 50,0	- 11,0 - 53,0	-0,0015	-0,085	0,087	191,1 +39,3500
276	10,4		18.39.10,3	38.54. 4	+ 2,0 + 59,0	+ 3,0 + 58,0	+0,0004	+0,097	0,097	2,4 +38,3267
277	10,3		18.39.29,6	39.49.43	- 21,4 + 59,0	- 21,0 + 55,0	-0,0030	+0,094	0,101	339,6 +39,3503
278	13,7		18.40.24,2	40. 8.27	- 38,0 - 40,3	- 33,1 - 43,7	-0,0051	-0,070	0,091	220,3
279	10,6		18.40.36,2	40.25.16	- 64,8 - 59,2	- 61,7 - 54,8	-0,0092	-0,094	0,141	227,9
280	12,1		18.40.47,9	38.53. 5	- 0,4 - 75,8	+ 0,4 - 80,0	0,0000	-0,129	0,129	180,0
281	(1)		18.41. 1,5	39.33.58	+ 21,9 + 46,6	+ 19,9 + 42,0	+0,0030	+0,073	0,074	24,9 +39,3509

(1) Disques de 0<sup>m</sup>,8 appartenant à  $\epsilon_1$  et  $\epsilon_2$  de la Lyre.

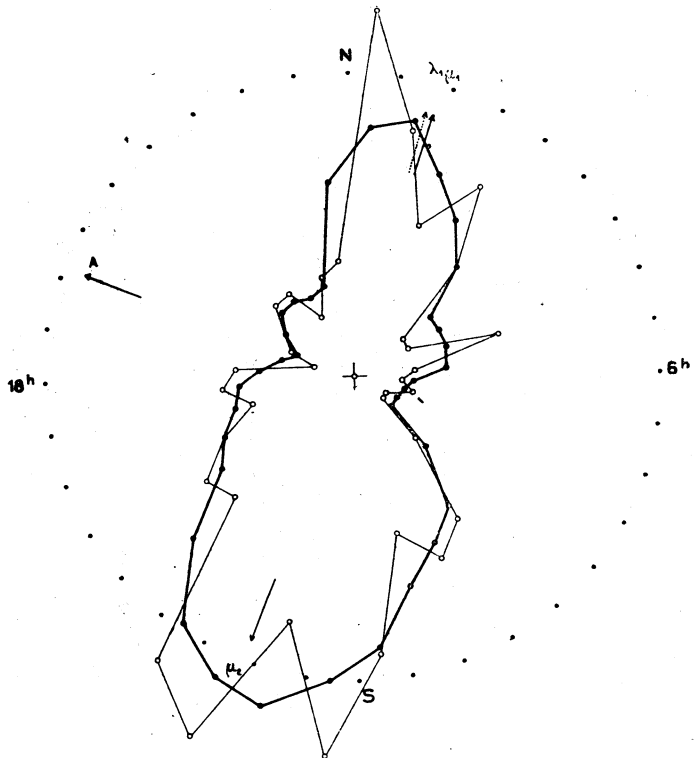


Fig. 22. — Région 17 : AR =  $10^h 49^m$ ; DEC =  $+31^\circ 4'$ .

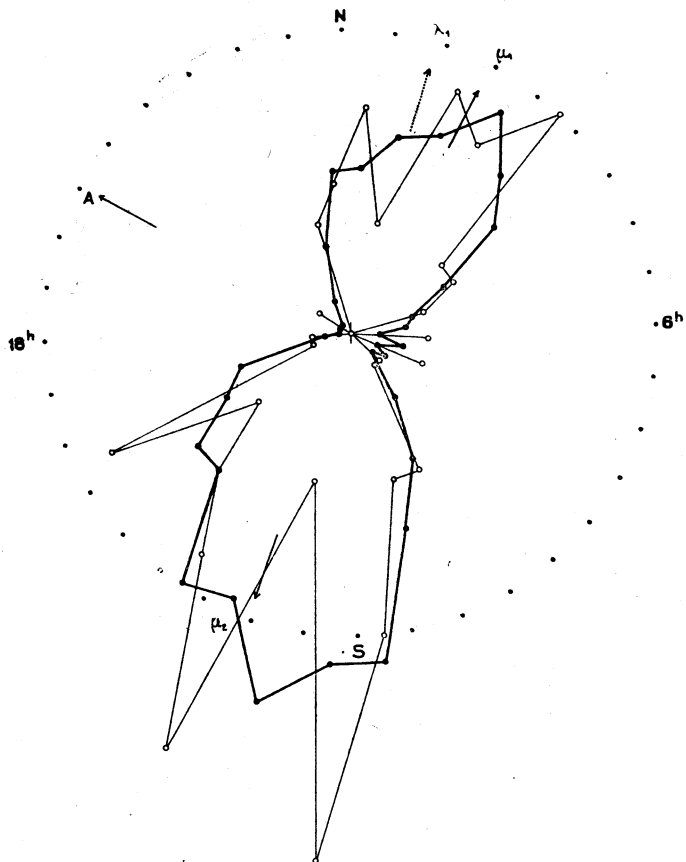


Fig. 23. — Région 18 : AR =  $18^h 50^m$ ; DEC =  $29^\circ 5'$ .

N°.	Gr.	ph.	$\alpha$ 1900.	$\delta$ 1900.	$\Delta x$ .	$\Delta y$ .	$\mu_\alpha$ .	$\mu_\delta$ .	$\mu$ .	$p$ .
282	(1)		<sup>h</sup> 18.41. <sup>m</sup> 4.2	<sup>s</sup> 39.30.31"	+ 25,6	+ 50,9	+0,0032	+0,077	0,085	20,2 +39,3510
					+ 19,0	+ 41,5				
283	15,0	18.41.	12,6	39. 6.19	+ 12,7	+ 53,1	+0,0015	+0,087	0,088	11,6
					+ 8,7	+ 51,3				
284	12,8	18.42.	2,5	39.58.48	- 9,5	- 47,7	-0,0015	-0,078	0,080	192,4
					- 11,3	- 46,7				
285	11,21	8.42.	2,8	39.58.47	- 9,5	- 47,7	-0,0015	-0,078	0,080	192,4 +39,3502
					- 11,3	- 46,7				
286	11,8	18.42.	34,2	39.59. 9	- 16,7	- 50,8	-0,0023	-0,082	0,087	199,6
					- 18,3	- 47,7				
287	14,5	18.43.	6,5	39.51.51	- 69,0	+ 14,3	-0,0101	+0,022	0,119	280,7
					- 72,0	+ 12,3				
288	14,1	18.44	34,9	39.10.50	+ 55,6	- 6,6	+0,0077	-0,010	0,091	96,1
					+ 53,3	- 5,0				
289	13,8	18.44.	56,0	39.46.13	- 34,5	- 53,6	-0,0046	-0,085	0,100	212,1
					- 30,0	- 49,3				
290	14,0	18.46.	16,6	40.13.23	+ 54,1	- 7,7	+0,0084	-0,006	0,097	119,6
					+ 62,4	+ 1,2				
291	10,2	18.46.	17,2	38.41.19	- 99,0	+ 57,1	-0,0138	+0,097	0,188	301,1 +38,3313
					- 95,7	+ 60,3				

**Région 17. — Centre  $\alpha$  18<sup>h</sup>49<sup>m</sup>,  $\delta$  + 31°4'.**

292	10,0	18.44.	22,4	30. 6. 1	+ 61,9	+ 20,5	+0,0082	+0,035	0,111	71,7 +30,3301
					+ 65,9	+ 21,8				
293	14,8	18.45.	6,9	31.47. 7	- 49,5	+ 19,3	-0,0067	+0,036	0,092	292,8
					- 53,0	+ 23,7				
294	15,4	18.45.	20,5	31. 3.26	- 49,4	- 62,5	-0,0067	-0,100	0,132	220,7
					- 54,6	- 58,3				
295	12,2	18.46.	21,1	30.41.22	- 11,7	- 50,4	-0,0017	-0,086	0,089	194,0
					- 14,3	- 53,7				
296	12,8	18.46.	31,3	31.15.51	- 44,3	- 83,6	-0,0055	-0,138	0,155	207,0
					- 40,7	- 83,0				
297	14,7	18.46.	32,6	30.17.59	- 41,4	- 52,6	-0,0055	-0,087	0,113	219,3
★	14,7	18.46.	33,6	30.17.49	- 44,7	- 52,6				
298	13,7	18.46.	44,1	30.21.23	- 12,0	- 66,0	-0,0016	-0,106	0,108	191,1
★	13,6	18.46.	41,8	30.21.47	- 13,0	- 61,7				
299	15,5	18.46.	43,9	31.14.50	- 48,1	+ 72,5	-0,0060	+0,123	0,145	328,0
					- 44,7	+ 76,4				
300	15,4	18.47.	14,2	31.26.14	- 36,3	- 35,7	-0,0045	-0,062	0,084	222,9
					- 33,0	- 39,0				

(1) Disques de 0<sup>mm</sup>,8 appartenant à  $\varepsilon_1$  et  $\varepsilon_2$  de la Lyre.

N <sup>o</sup> .	Gr. ph.	$\alpha$ 1900.	$\delta$ 1900.	$\Delta\alpha$ .	$\Delta\gamma$ .	$\mu_{\alpha}$ .	$\mu_{\delta}$ .	$\mu$ .	$p$ .
301	11,0	18.48. <sup>h</sup> 1.3 <sup>m</sup> 1,3 <sup>s</sup>	30.44.58 <sup>o</sup>	— 26,0	— 50,0	— 0,0033 <sup>s</sup>	— 0,082 <sup>o</sup>	0,092	207,6 <sup>o</sup>
				— 25,7	— 49,0				
302	12,2	18.49.10,0	30.51. 8	— 39,3	— 121,0	— 0,0054	— 0,197	0,209	199,3
				— 44,0	— 117,0				
303	14,2	18.50. 2,2	31.40.12	— 43,3	+ 30,4	— 0,0054	+ 0,050	0,085	305,7
				— 40,3	+ 29,7				
304	14,6	18.50.28,2	31. 9.43	+ 25,7	— 53,7	+ 0,0032	— 0,086	0,096	154,4
				+ 24,3	— 50,6				
305	13,8	18.50.43,0	30.35.41 <sup>o</sup>	+ 30,1	+ 67,3	+ 0,0040	+ 0,109	0,121	25,4
				+ 32,7	+ 64,8				
306	12,8	18.50.44,1	30.35.38	— 32,7	— 17,0	— 0,0043	— 0,031	0,064	240,7
				— 34,8	— 20,7				
307	12,8	18.50.45,7	30.24.10	— 39,7	— 27,0	— 0,0050	— 0,041	0,077	237,6
				— 39,0	— 22,7				
308	11,2	18.51.46,4	30.29.36	— 43,4	— 54,0	— 0,0053	— 0,089	0,112	217,5
				— 38,8	— 53,0				
309	14,0	18.54.23,2	30.42.26	+ 25,6	+ 43,3	+ 0,0031	+ 0,076	0,086	27,7
				+ 22,4	+ 48,3				

**Région 18. — Centre  $\alpha$  18<sup>h</sup> 50<sup>m</sup>,  $\delta$  + 29° 5'.**

310	12,3	18.45.32,1	28.22. 4	— 51,6	— 35,0	— 0,0066	— 0,063	0,107	233 9
				— 47,0	— 37,0				
311	13,8	18.46.41,3	28.35.48	+ 18,0	+ 52,6	+ 0,0026	+ 0,092	0,098	20,3
				+ 20,7	+ 52,0				
312	13,5	18.47. 0,8	28.56.17	— 16,5	— 43,0	— 0,0023	— 0,076	0,081	201,4
				— 17,3	— 43,1				
313	14,1	18.47.27,5	29.21.25	+ 2,1	— 53,0	— 0,0000	— 0,090	0,090	180,3
				— 2,7	— 50,0				
314	11,8	18.49.38,2	28.19.50	— 35,5	— 35,5	— 0,0046	— 0,066	0,090	222,4
				— 33,5	— 40,2				
315	12,1	18.49.52,3	28. 2.47	— 37,3	— 44,0	— 0,0048	— 0,071	0,096	221,7
				— 35,3	— 37,4				
316	13,2	18.50.15,0	29.43.25	— 10,6	— 57,3	— 0,0014	— 0,104	0,106	190,4
				— 11,3	— 61,0				
317	12,5	18.50.47,7	28.37. 4	+ 4,1	+ 63,3	+ 0,0007	+ 0,113	0,113	4,3
				+ 5,7	+ 65,2				
318	14,4	18.50.50,2	29.55.36	— 57,4	— 21,3	— 0,0076	— 0,036	0,105	249,9
				— 54,7	— 19,7				
319	13,4	18.52.24,6	28.41.45	+ 3,0	— 58,0	+ 0,0006	— 0,102	0,102	175,6
				+ 6,0	— 58,0				
320	12,8	18.52.26,8	29.20.41	— 38,2	— 38,7	— 0,0051	— 0,071	0,098	223,2
				— 38,0	— 42,3				

N <sup>o</sup> .	Gr. ph.	$\alpha$ 1900.	$\delta$ 1900.	$\Delta x$ .	$\Delta y$ .	$\mu_x$ .	$\mu_y$ .	$\mu$ .	$\rho$ .
321	11,9	18.52.39,9 <sup>h m s</sup>	29.51.39 <sup>o</sup>	- 41,3 - 39,3	- 18,5 - 22,2	-0,0054 <sup>s</sup>	-0,036 <sup>o</sup>	0,079 <sup>o</sup>	243,2 <sup>o</sup>
322	14,3	18.54.20,4	29.42.39	+ 19,6 + 19,0	+ 42,8 + 43,9	+0,0026	+0,076	0,083	24,0
323	12,6	18.54.29,9	29.14.56	+ 65,1 + 68,7	+109,0 +109,0	+0,0090	+0,191	0,225	31,5
324	7,9	18.54.58,6	30. 2.17	+ 42,0 + 40,7	+115,8 +114,0	+0,0056	+0,202	0,214	19,8 +29,3423 <sup>o</sup>
325	9,0	18.55.37,2	28.20.36	+ 38,4 + 36,7	- 77,3 - 75,6	+0,0050	-0,134	0,149	153,9
326	12,4	19. 3.47,4	32.21.19	+724,0 +746,3	+647,0 +641,0	+0,0986	+1,094	1,661	48,8 (1)

**Région 19. — Centre  $\alpha$  20<sup>h</sup>3<sup>m</sup>,  $\delta$  + 42°4'.**

327	13,9	19.55.45,2	41.52. 3	+ 6,1 + 11,3	+ 54,3 + 56,3	+0,0014	+0,097	0,099	9,0
328	10,3	19.55.55,2	41.53.31	+ 88,7 + 92,0	+ 91,0 + 87,9	+0,0142	+0,157	0,224	45,3 +41,3556
329	12,6	19.55.54,6	41.45.10	+ 44,0 + 39,0	+ 19,0 + 15,1	+0,0065	+0,030	0,079	68,0
330	11,3	19.56.11,3	41. 9.44	- 26,3 - 29,3	+ 44,3 + 48,0	-0,0043	+0,081	0,095	328,9
331	14,9	19.57. 3,2	41.13.12	+ 50,4 + 45,4	+ 3,3 + 5,0	+0,0075	+0,007	0,085	85,1
332	13,3	19.57.21,2	42.24. 5	+ 22,1 + 23,6	- 47,7 - 42,6	+0,0036	-0,079	0,089	153,2
333	13,9	19.58.27,6	42. 7.48	+ 54,7	-115,4	+0,0084	-0,204	0,224	155,3
★	11,7	19.58.25,2	42. 7.12	+ 51,7	-116,0				
★	9,7	19.58.24,6	42. 9.51						+42,3564
334	14,5	19.58.35,7	41.46.24	- 5,9 - 11,9	+ 69,6 + 69,9	-0,0014	+0,123	0,124	352,7
335	9,7	20. 0.47,6	42.14. 4	+ 43,9 + 44,5	-114,7 -117,3	+0,0070	-0,204	0,219	160,6 +42,3577
336	13,7	20. 0.47,2	42.14.27	+ 39,9	-113,5	+0,0066	-0,197	0,210	160,9
★	11,9	20. 0.49,1	42.14.11	+ 42,9	-110,5				
337	15,2	20. 2.28,9	41.41.14	+ 67,0 + 70,4	- 37,0 - 31,1	+0,0108	-0,060	0,135	116,4

(1) Cette faible étoile provient d'un cliché de la région voisine, dont l'examen n'a pas été fini, la gélatine de la plaque ancienne s'étant décollée. Le très grand mouvement de cette étoile a pourtant été mesuré immédiatement dans deux positions dès qu'il a été constaté.

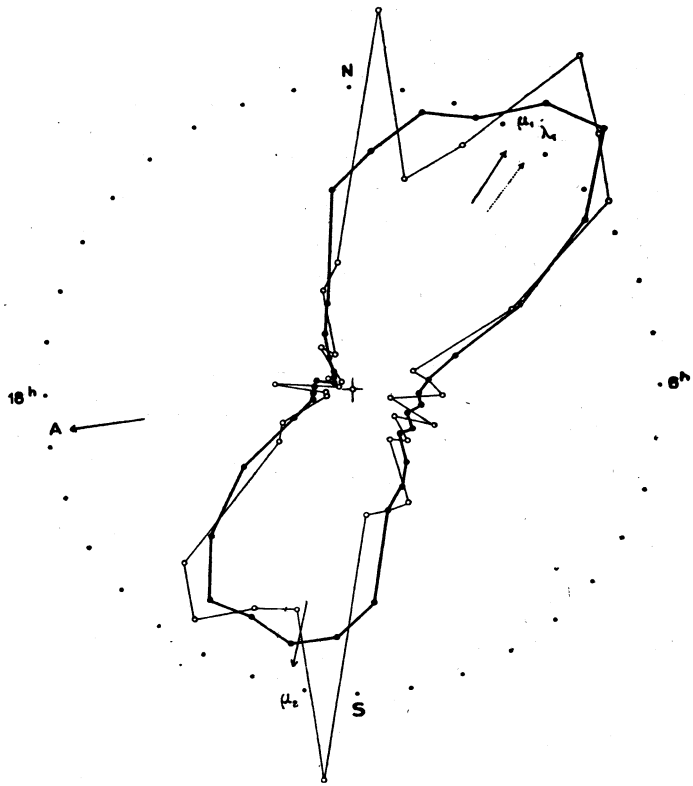


Fig. 24. — Région 19 : AR =  $20^h 3^m$ ; DEC =  $42^\circ 5'$ .

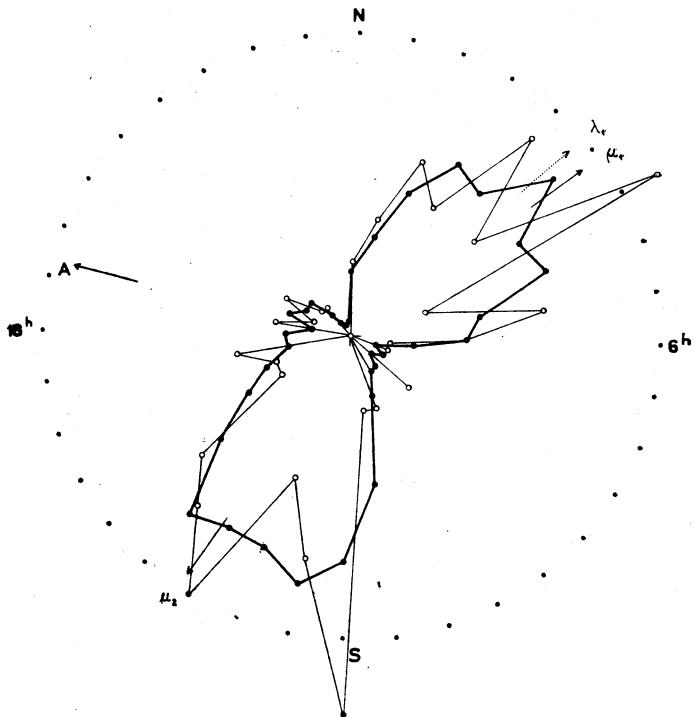


Fig. 25. — Région 20 : AR =  $20^h 12^m$ ; DEC =  $33^\circ 6'$ .

N <sup>o</sup> .	Gr.	ph.	$\alpha$ 1900.	$\delta$ 1900.	$\Delta\alpha$ .	$\Delta\gamma$ .	$\mu_{\alpha}$ .	$\mu_{\delta}$ .	$\mu$ .	$P$ .
338	13,1	20.	3.12,7 <sup>h m s</sup>	41. 6'.25" <sup>o</sup>	+ 20,0	+ 96,0	+0,0034 <sup>s</sup>	+0,171 <sup>"</sup>	0,175 <sup>"</sup>	12,7 <sup>o</sup>
					+ 23,8	+ 98,3				
339	10,4	20.	5.38,9	42.33.41	+ 61,9	+187,6	+0,0101	+0,331	0,349	18,7 +42,3607 <sup>o</sup>
					+ 65,6	+188,3				
340	14,7	20.	5.29,1	41.36.58	+ 45,7	+ 60,0	+0,0069	+0,110	0,133	34,6
					+ 41,4	+ 64,4				
341	10,3	20.	5.45,6	41.19.35	- 31,3	- 38,0	-0,0046	-0,065	0,084	218,6 +41,3629
					- 28,0	- 36,2				
342	14,9	20.	6. 7,7	41.55. 6	+ 22,5	+ 53,3	+0,0037	+0,094	0,103	23,9
					+ 24,7	+ 53,4				
343	12,9	20.	6.59,0	41.34.31	+ 58,3	+ 8,9	+0,0089	+0,020	0,101	78,7
★13,5	20.	6.59,1	41.34.18	+ 54,7	+ 13,8					
★13,7	20.	6.58,8	41.34.28							
344	12,4	20.	7.50,9	42.42.20	- 31,5	- 77,2	-0,0047	-0,141	0,150	200,1
					- 27,0	- 82,5				
345	10,5	20.	8.30,1	42.58.17	+ 33,3	+ 35,6	+0,0049	+0,068	0,087	38,4
					+ 28,0	+ 41,5				
346	12,7	20.	8.25,5	42.30.10	+ 49,4	+ 43,9	+0,0081	+0,073	0,115	50,7
★14,3	20.	8.25,6	42.30. 6	+ 52,0	+ 39,0					
347	14,1	20.	9.10,2	42.39.51	+ 14,3	+ 69,8	+0,0020	+0,127	0,129	9,7
					+ 10,3	+ 74,7				
348	11,8	20.	9. 0,5	41.57.25	+ 44,1	- 4,6	+0,0072	-0,004	0,081	93,1
					+ 47,8	- 0,3				

**Région 20. — Centre  $\alpha$  20<sup>h</sup>12<sup>m</sup>,  $\delta$  + 33°5'.**

349	14,9	20.	7.18,6	33.12.18	+ 51,6	- 19,3	+0,0072	-0,033	0,096	109,9
					+ 51,0	- 17,7				
350	12,7	20.	7.28,8	34. 7.45	+ 38,0	+ 51,0	+0,0051	+0,089	0,109	35,6
					+ 34,1	+ 50,0				
351	13,5	20.	8.40,7	33.59.42	- 19,0	- 40,4	-0,0027	-0,071	0,079	205,5
					- 19,4	- 40,2				
352	12,0	20.	9. 3,3	32.48.38	- 44,0	- 6,7	-0,0061	-0,010	0,078	262,3
					- 43,6	- 5,0				
353	12,7	20.	9. 6,6	33.58.48	-221,6	- 57,6	-0,0317	-0,103	0,408	255,3
					-225,8	- 59,8				
354	12,2	20.	9. 6,9	33.59. 4	-223,3	- 56,5	-0,0317	-0,102	0,408	255,5
					-224,7	- 59,8				
355	11,2	20.	9.14,6	32.51.22	+ 3,6	- 52,4	+0,0003	-0,093	0,093	177,9 +32,3746
					+ 0,3	- 53,0				
356	12,6	20.	9.37,1	33.35.36	- 17,6	- 43,8	-0,0027	-0,078	0,085	203,5
					- 20,7	- 44,5				

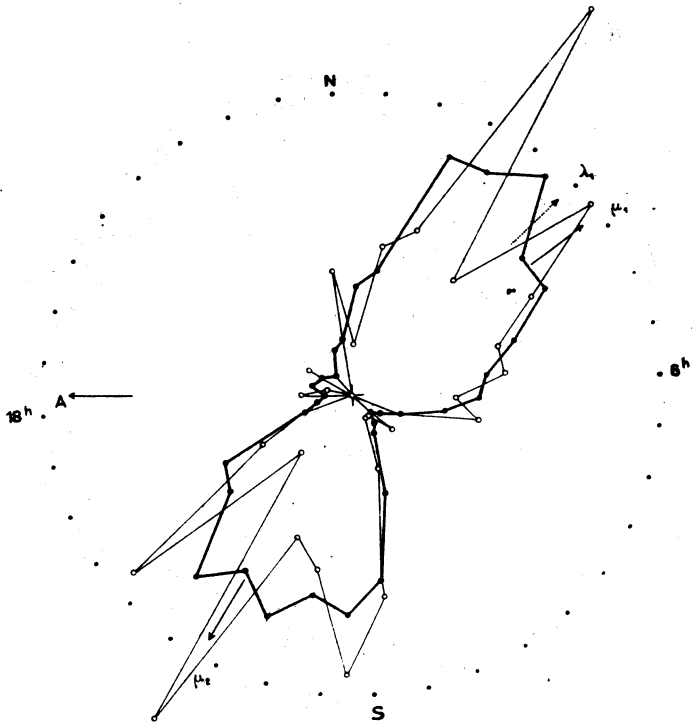


Fig. 26. — Région 21 : AR =  $20^{\text{h}}41^{\text{m}}$ ; DEC =  $+39^{\circ}54'$ .

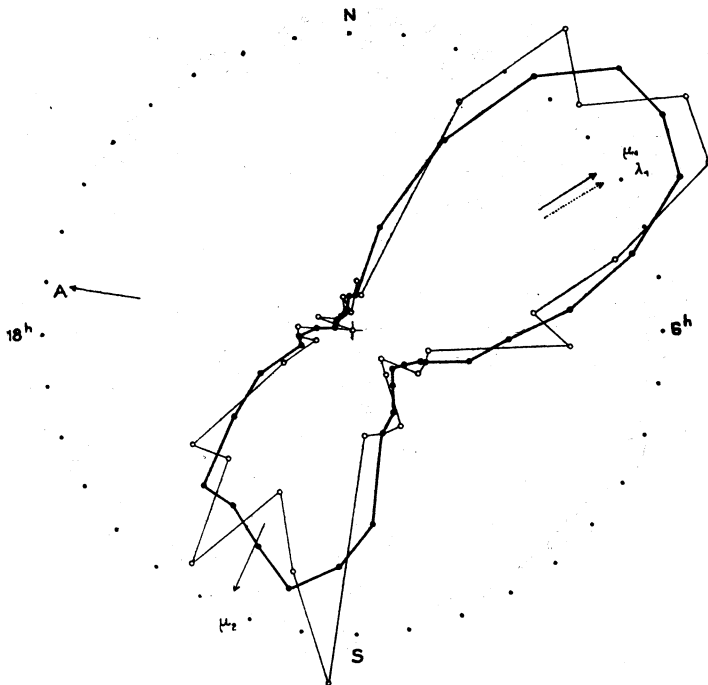


Fig. 27. — Région 22 : AR =  $21^{\text{h}}12^{\text{m}}$ ; DEC =  $+38^{\circ}0'$ .



N <sup>o</sup> .	Gr. ph.	$\alpha$ 1900.	$\delta$ 1900.	$\Delta x$ .	$\Delta y$ .	$\mu_x$ .	$\mu_y$ .	$\mu$ .	$p$ .
357	14,9	20. 9.50 <sup>h</sup> 0,5 <sup>m</sup> 5 <sup>s</sup>	33.55.37 <sup>o</sup>	+ 80,7	+ 55,0	+0,0115	+0,094	0,171	56,8
	★14,9	20. 9.51,5	33.55.37	+ 81,7	+ 51,4				
358	14,4	20.10. 3,4	33.53.43	+ 56,0	+ 21,0	+0,0079	+0,040	0,106	67,9
				+ 55,4	+ 24,5				
359	10,6	20.11.25,6	32.57.44	+ 17,2	+ 52,7	+0,0023	+0,093	0,097	17,1 +32,3759
				+ 15,0	+ 52,2				
360	7,8	20.11.30,6	33.25.35	- 14,9	- 72,8	-0,0024	-0,130	0,134	193,2 +33,3827
				- 19,8	- 75,0				
361	9,9	20.12.59,3	32.48.25	- 61,2	-156,3	-0,0089	-0,273	0,295	202,4 +32,3767
	★15,1	20.13. 0,3	32.48.10	- 66,5	-154,0				
	★15,6	20.13. 1,2	32.48.43						
362	14,2	20.13. 9,6	32.54.47	- 43,7	- 24,6	-0,0058	-0,046	0,087	237,9
				- 39,4	- 27,7				
363	12,6	20.13.12,2	34. 6.50	+ 40,0	+ 58,7	+0,0054	+0,101	0,121	33,9
				+ 36,7	+ 55,6				
364	12,7	20.13.27,8	34. 0.19	+ 40,9	+ 47,2	+0,0059	+0,083	0,111	41,5
				+ 42,6	+ 46,9				
365	14,1	20.13.30,1	32.41.57	- 22,5	- 40,8	-0,0032	-0,075	0,085	208,6
				- 24,0	- 44,2				
366	10,2	20.15.60,0	32. 9.15	- 23,2	-150,0	-0,0034	-0,271	0,274	189,0 +32,3789
				- 25,5	-157,4				
367	11,5	20.16.22,6	34. 4.38	+ 55,8	+ 17,6	+0,0075	+0,028	0,097	73,3
				+ 49,6	+ 14,0				
368	14,4	20.16.33,4	33.47.14	- 2,0	- 62,6	-0,0002	-0,107	0,107	181,6
				- 1,4	- 58,4				
369	13,8	20.16.56,6	33.27. 9	+ 3,8	- 83,0	+0,0005	-0,145	0,145	177,6
				+ 3,0	- 81,7				
370	10,4	20.16. 1,5	33.26.59	- 5,7	- 65,5	-0,0011	-0,119	0,120	185,9 +33,3867
				- 10,0	- 70,0				

**Région 21. — Centre  $\alpha$  20<sup>h</sup>41<sup>m</sup>,  $\delta$  + 39°54'.**

371	11,0	20.36.28,8	40.53.46	+ 99,0	+ 75,3	+0,0148	+0,128	0,211	52,7 +40,4272
				+ 97,3	+ 74,0				
372	10,2	20.36.33,0	39.36.57	+ 61,5	- 33,7	+0,0090	-0,060	0,120	119,9 +39,4272
				+ 60,1	- 36,1				
373	8,3	20.39.55,7	40. 2. 0	+ 29,2	+ 40,7	+0,0045	+0,068	0,084	37,3 +39,4293
				+ 31,0	+ 38,3				
374	14,9	20.39.56,7	40. 1.56	+ 28,9	+ 38,4	+0,0042	+0,066	0,082	36,7
				+ 28,4	+ 38,3				
375	11,4	20.40.46,3	39.56.20	- 54,6	- 35,4	-0,0081	-0,062	0,112	236,2
				- 54,0	- 37,4				

N <sup>o</sup> .	Gr. ph.	$\alpha$ 1900.	$\delta$ 1900.	$\Delta\alpha$ .	$\Delta\gamma$ .	$\mu_{\alpha}$ .	$\mu_{\delta}$ .	$\mu$ .	$p$ .
376	13,8	20. <sup>h</sup> 41. <sup>m</sup> 34. <sup>s</sup> 0	39. <sup>o</sup> 47'.58"	+ 23,2	+ 52,5	+0,0033	+0,088	0,096	23,6
				+ 22,0	+ 51,0				
377	11,4	20.41.43,2	40. 1.44	-117,3	- 58,5	-0,0173	-0,099	0,222	243,4
				-115,0	- 57,7				
378	11,4	20.41.52,6	39.53.24	+ 29,6	+ 41,5	+0,0042	+0,069	0,084	35,1
				+ 27,3	+ 39,3				
379	11,5	20.42.39,8	39.16. 0	+ 55,2	+ 3,5	+0,0083	+0,010	0,097	84,3
				+ 57,7	+ 7,7				
380	10,0	20.44.20,6	39.32. 1	- 9,4	- 54,8	-0,0014	-0,092	0,093	189,7 +39,4323
				- 9,0	- 52,7				
381	10,6	20.44.53,9	40.22.59	+ 78,0	+ 1,7	+0,0118	+0,005	0,153	88,0 +40,4323
				+ 80,4	+ 3,7				
382	11,0	20.46.23,6	41. 5.18	+ 2,9	- 78,3	+0,0003	-0,137	0,137	178,6
				+ 0,9	- 82,5				
383	12,4	20.46.38,2	39.46.20	- 37,3	- 29,6	-0,0056	-0,049	0,081	232,6
				- 38,3	- 28,3				

**Région 22 (1). — Centre  $\alpha$  21<sup>h</sup>12<sup>m</sup>,  $\delta$  + 38° 0'.**

384	14,3	21. 6.54,5	37.35.35	- 50,3	- 38,7	-0,0070	-0,058	0,101	235,2
				- 47,0	- 34,7				
385	13,3	21. 7. 3,9	37.32.44	+ 8,3	- 69,6	+0,0010	-0,117	0,117	173,9
				+ 12,4	- 70,7				
386	10,7	21. 7.13,2	37.55.54	- 3,4	- 62,9	-0,0010	-0,102	0,103	186,6 +37,4213
				- 6,2	- 60,8				
387	12,9	21. 8.12,0	37.16.58	- 45,7	- 14,4	-0,0076	-0,021	0,078	254,6
				- 45,0	- 14,0				
388	10,8	21. 9. 2,1	37. 7.54	+ 17,7	- 56,0	+0,0020	-0,094	0,097	166,0 +36,4466
				+ 15,0	- 57,0				
389	12,2	21. 9.26,8	38.14. 9	+ 62,1	+ 20,0	+0,0087	+0,031	0,107	73,2
				+ 60,0	+ 22,0				
390	12,5	21. 9.49,1	38.17.31	+ 71,6	+ 72,3	+0,0103	+0,119	0,170	45,7 (2)
				+ 70,3	+ 77,3				
391	10,9	21.10. 0,7	37. 5. 8	+ 49,6	+ 69,3	+0,0076	+0,111	0,143	39,3 +36,4475
				+ 54,6	+ 68,7				
392	5,3	21.10.48,0	37.37. 7	+ 96,5	+280,2	+0,0150	+0,457	0,489	21,3 +37,4240
				+ 97,0	+279,8				
393	13,7	21.10.47,3	37.35.36	+ 88,1	+265,9	+0,0133	+0,439	0,466	19,8
				+ 82,7	+271,2				
394	13,8	21.10.56,9	38.13.51	+ 59,7	+ 61,4	+0,0087	+0,099	0,142	45,7 (2)
				+ 58,6	+ 63,3				

(1) Inclinaison  $i = + 0,03774$ .

(2) Trois étoiles ayant les mouvements sensiblement les mêmes.

N <sup>o</sup> .	Gr. ph.	$\alpha$ 1900.	$\delta$ 19 0.	$\Delta\alpha$ .	$\Delta\gamma$ .	$\mu_{\alpha}$ .	$\mu_{\delta}$ .	$\mu$ .	$p$ .
395	11,9	21.10.51,5 <sup>h m s</sup>	37.31.51" <sup>o</sup>	+ 69,0	+ 36,0	+0,0101 <sup>s</sup>	+0,059"	0,133	64,0 <sup>o</sup>
				+ 73,0	+ 40,3				(1)
396	13,1	21.11.19,2	38.49.54	+ 40,4	- 22,8	+0,0069	-0,039	0,079	118,9
				+ 44,6	- 20,7				
397	12,7	21.13.34,2	37.12.54	+ 49,0	- 40,7	+0,0069	-0,067	0,106	129,1
				+ 54,0	- 36,7				
398	10,6	21.14.13,3	38.56. 1	+ 79,6	+ 24,0	+0,0115	+0,033	0,138	76,3 + 38,4439 <sup>o</sup>
				+ 81,3	+ 21,5				
399	13,3	21.14.58,1	37.58.51	+ 55,7	+ 42,0	+0,0076	+0,065	0,111	54,4
				+ 50,6	+ 40,4				
400	12,4	21.17.14,2	37.54. 4	+ 46,3	+ 21,0	+0,0065	+0,033	0,084	67,0
				+ 46,0	+ 22,3				
401	13,5	21.17.45,2	38.15.19	+ 62,4	+ 39,0	+0,0093	+0,064	0,127	59,9
				+ 68,0	+ 43,6				
402	10,3	21.18.16,1	38.47.43	+ 39,7	- 39,3	+0,0052	-0,069	0,092	138,4 + 38,4467
				+ 37,3	- 41,0				

12. **Quelques étoiles spécialement intéressantes.** — Les mouvements propres que nous venons d'indiquer sont généralement nouveaux, les étoiles étant en grande majorité faibles; nous avons rassemblé, sur quatre listes supplémentaires, celles dont le mouvement présente un intérêt spécial. Ce sont, d'abord, les quatre étoiles avec un mouvement plus grand que 0",50 par an (liste 1). Elles appartiennent toutes d'après les angles de position du mouvement au premier courant de Kapteyn; la dernière est un compagnon éloigné de l'étoile 17 Lyræ (2).

Liste 1.

*Étoiles ayant des mouvements considérables.*

N <sup>o</sup> .	Gr. ph.	$\alpha$ 1900.	$\delta$ 1900.	$\mu_{\alpha}$ .	$\mu_{\delta}$ .	$\mu$ .	$p$ .
6	13,7	0. 7.39,1 <sup>h m s</sup>	68.46.45" <sup>o</sup>	+0,1343 <sup>s</sup>	-0,297"	0,787	112,1 <sup>o</sup>
113	10,7	1.00.23,6	63.23.48	+0,2293	+0,384	1,587	76,0 + 63,137
114	12,2	1. 1.49,9	62.59. 1	+0,1533	-0,041	1,045	92,2
326	12,4	19. 3.47,4	32.21.19	+0,0986	+1,094	1,661	48,8

(1) Trois étoiles ayant les mouvements sensiblement les mêmes.

(2) Cette faible étoile avec un fort mouvement n'est pas nouvelle : elle a été découverte par M. d'Engelhardt (*Astron. Nachrichten* n° 5373). Schullhof donne dans son catalogue le mouvement  $\mu = 1",658$  et  $p = 48^{\circ},2$ .

Dans la seconde liste nous signalons les étoiles doubles nouvelles animées d'un fort mouvement.

Le premier couple est formé par deux étoiles B. D. + 56°, 1718 et 1719 relativement éloignées, mais ayant des mouvements parallèles et du même ordre de grandeur. Elles peuvent former une étoile double avec le mouvement orbital dans un plan presque parallèle au rayon visuel de l'observateur.

Les mouvements des composantes des deux couples  $\tau$  Cygni et n<sup>os</sup> 305-306 (1) permettent de conclure leur mouvement orbital annuel. On trouve 0", 0267 et 0", 177. Le premier couple est remarquable par la grande distance  $d = 93''{,}64$  du compagnon de 8,4 grandeurs stellaires plus faible que l'étoile principale, le deuxième couple par la vitesse orbitale  $v$ . Tous deux se prêtent particulièrement bien au calcul des parallaxes hypothétiques par la formule de M. E. Hertzsprung (2)  $p = 0''{,}25\pi^{-2}d/v$ . On trouve pour  $\tau$  Cygni 0", 188, pour le second couple 0", 350.

Le couple n<sup>o</sup> 353-354 représente une faible double du type de l'étoile 61 Cygni, les composantes distantes de 16" et sensiblement du même éclat ayant des mouvements strictement parallèles.

Cinq autres couples dont les composantes ont des mouvements sensiblement égaux sont donnés enfin dans la troisième liste.

### Liste 2.

N <sup>o</sup> .	Gr. ph.	R 1900.	⊙ 1900.	$\mu_{\alpha}$ .	$\mu_{\delta}$ .	$\mu$ .	$p$ .
176	9,2	14. 9. 42,9	55. 47. 38"	-0,0391	-0,001	0,329	269,9 56°, 1718
177	9,8	14. 10. 18,8	55. 50. 16	-0,0312	-0,022	0,263	265,3 56, 1719
306	12,8	18. 50. 44,1	30. 35. 38	-0,0034	-0,031	0,064	240,7
305	13,8	18. 50. 43,0	30. 35. 41	+0,0040	+0,109	0,121	25,4
354	12,2	20. 9. 6,9	33. 59. 4	-0,0317	-0,102	0,408	255,5
353	12,7	20. 9. 6,6	33. 58. 48	-0,0317	-0,103	0,408	255,3
391	5,3	21. 10. 48,0	37. 37. 7	+0,0135	+0,463	0,489	19,1 $\tau$ Cygni
392	13,7	21. 10. 47,3	37. 35. 36	+0,0119	+0,444	0,466	17,6

(1)  $\tau$  Cygni est elle-même une étoile double; nous avons trouvé probablement le troisième compagnon.

(2) E. HERTZSPRUNG, *Ueber Doppelsterne mit eben merklicher Bahnbewegung* (*Astr. Nachr.*, vol. 190, p. 113).

Liste 3.

N <sup>o</sup> .	Gr. ph.	R 1900.	⊙ 1900.	$\mu_{\alpha}$ .	$\mu_{\delta}$ .	$\mu$ .	$p$ .
204	13,9	<sup>h m s</sup> 14.29.34,7	<sup>o</sup> 56.20.3"	+0,0112	-0,097	0,134	136,1
203	14,1	14.29.34,4	56.19.47	+0,0114	-0,096	0,135	135,3
207	10,3	14.29.59,6	55.54.11	-0,0150	-0,163	0,206	217,7 +56,1748
206	12,5	14.29.58,1	55.54.38	-0,0156	-0,156	0,204	220,1
285	11,2	18.42. 2,8	39.58.47	-0,0015	-0,078	0,080	192,4 +39,3520
284	12,8	18.42. 2,5	39.58.48	-0,0015	-0,078	0,080	192,4
335	9,7	20. 0.47,9	42.13.59	+0,0070	-0,204	0,219	160,6
336	13,7	20. 0.47,5	42.14.22	+0,0066	-0,197	0,210	160,9
373	8,3	20.39.55,7	40. 2. 0	+0,0045	+0,068	0,084	37,3 +39,4293
374	14,9	20,39.56,7	40. 1.56	+0,0042	+0,066	0,082	36,7

Les deux dernières listes donnent les étoiles ayant un mouvement sensible et dans la proximité desquelles se trouvent des compagnons, ou plus brillants, ou plus faibles, mais absolument stables. L'examen au blink-microscope de ces cas d'étoiles doubles est bien intéressant, puisqu'il permet de juger s'il s'agit d'une double optique ou physique. La liste 4 contient les couples où l'étoile plus brillante est en mouvement, de sorte que le faible compagnon désigné par l'astérisque (\*) est avec une grande probabilité un compagnon optique. Les cas où une étoile plus faible est en mouvement dans la proximité d'une étoile plus brillante, et, par conséquent, peut former avec elle un couple physique, sont donnés dans la cinquième liste.

Liste 4.

N <sup>o</sup> .	Gr. ph.	R 1900.	⊙ 1900.	$\mu_{\alpha}$ .	$\mu_{\delta}$ .	$\mu$ .	$p$ .
5	12,1	<sup>h m s</sup> 0. 6.57,8	<sup>o</sup> 69. 8.12"	+0,0387	+0,021	0,208	84,3
	*12,7	0. 6.55,9	69. 7.59				
43	10,9	0.30. 7,1	64.28.34	+0,0193	-0,035	0,129	105,7
	*12,7	0.30. 4,9	64.28.21				
45	11,5	0.31.12,2	65.57.17	+0,0122	-0,063	0,098	130,3
	*13,4	0.31.13,5	65.57. 6				
128	13,5	5.43.31,3	32.10.56	-0,0001	-0,126	0,126	180,7
	*15,0	5.43.30,4	32.10.58				
130	10,9	5.43.45,8	31.53.37	+0,0107	+0,017	0,137	82,7
	*14,5	5.43.45,6	31.53.45				

N°.	Gr. ph.	R 1900.	Q 1900.	$\mu_a$ .	$\mu_\delta$ .	$\mu$ .	P.
131	13,7	5.45 <sup>h</sup> 5,0 <sup>m</sup> 5,0 <sup>s</sup>	31.54' 9"	+0,0022	-0,111	0,114	166,0
	*14,7	5.45. 6,4	31.54. 4				
214	14,5	14.33. 8,8	55.20.57	-0,0136	-0,020	0,119	260,5
	*14,6	14.33. 8,2	55.20.47				
297	14,7	18.46.32,6	30.17.59	-0,0055	-0,087	0,113	219,3
	*14,7	18.46.33,6	30.17.49				
343	12,9	20. 6.59,0	41.34.47	+0,0089	+0,020	0,101	78,7
	*13,5	20. 6.59,1	41.34.31				
	*13,7	20. 6.58,8	41.34.28				
346	12,7	20. 8.25,5	42.30.10	+0,0081	+0,073	0,115	50,7
	*14,3	20. 8.25,6	42.30. 6				

**Liste 5.**

10	16,2	0.11.25,7	69.16.50	+0,0136	+0,063	0,096	49,0
	*14,4	0.11.28,0	69.16.45				
101	15,6	1. 3.55,0	65.19.12	-0,0127	+0,018	0,082	102,4
	*12,1	1. 3.56,4	65.18.48				
143	14,1	8.32.18,4	20.28.49	+0,0021	-0,085	0,089	161,1
	*11,5	8.32.19,6	20.28.45				
145	12,0	8.33.28,9	19.17.12	-0,0058	-0,028	0,086	250,9
	*12,0	8.33.27,5	19.16.55				
	*10,6	8.33.26,3	19.28.11				
184	15,4	14.13.43,8	56.11.53	-0,0084	+0,083	0,109	319,9
	* 9,4	14.13.48,9	56.12.53				
250	14,9	16. 7.59,3	56.29.39	-0,0102	-0,006	0,085	265,9
	*14,4	16. 7.56,7	56.29.32				
298	*13,7	18.46.44,1	30.21.23	-0,0016	-0,106	0,108	191,1
	13,6	18.46.41,8	30.21.47				
333	13,9	19.58.27,6	42. 7.48	+0,0084	-0,204	0,224	155,3
	*11,7	19.58.25,2	42. 7.12				
	* 9,7	19.58.24,6	42. 9.51				
336	13,7	20. 0.47,2	42.14.27	+0,0066	-0,197	0,210	160,9
	*11,9	20. 0.49,1	42.14.11				

**II. — ANALYSE MATHÉMATIQUE.**

13. **Fréquence du mouvement propre.** — Nous avons déjà donné la répartition de l'ensemble des mouvements propres d'après leur importance dans le paragraphe 2. La courbe de la figure 1, pour les mouvements plus grands que 0",02, est un résultat sûr et

capable d'une représentation analytique (1). Nous avons trouvé deux expressions donnant le nombre d'étoiles comme fonction du mouvement propre.

14. Expression à l'aide de la fonction exponentielle. — Conformément aux recherches de M. van Rhijn. Supposons que le nombre d'étoiles de mouvement  $\mu$  puisse être représenté par la série

$$(1) \quad \alpha(\mu) = 2k_1^2 A_1 \mu e^{-k_1^2 \mu^2} + 2k_2^2 A_2 \mu e^{-k_2^2 \mu^2} + \dots,$$

où  $A_j$ ,  $k_j$  sont des constantes; le nombre d'étoiles ayant le mouvement entre les limites  $a$  et  $b$  est donné alors par la somme des intégrales définies

$$(2) \quad N_a^b = \int_a^b \alpha(\mu) d\mu = A_1 \int_a^b 2k_1^2 \mu e^{-k_1^2 \mu^2} d\mu + A_2 \int_a^b 2k_2^2 \mu e^{-k_2^2 \mu^2} d\mu + \dots,$$

de sorte que nous avons simplement

$$N_a^b = A_1 (e^{-k_1^2 a^2} - e^{-k_1^2 b^2}) + A_2 (e^{-k_2^2 a^2} - e^{-k_2^2 b^2}) + \dots$$

et enfin, pour le nombre d'étoiles ayant les mouvements entre les limites  $\mu$  et  $\infty$ , la somme des exponentielles

$$(3) \quad N = \sum_j A_j e^{-k_j^2 \mu^2}.$$

Notre courbe d'observations, peut être représentée, avec une précision suffisante, par trois termes,

$$(4) \quad N = A_1 e^{-k_1^2 \mu^2} + A_2 e^{-k_2^2 \mu^2} + A_3 e^{-k_3^2 \mu^2},$$

où nous avons déterminé les constantes  $A_j$  et  $k_j$  à l'aide des approximations successives, utilisant les tables des valeurs de  $e^{-x^2}$ . Ainsi nous trouvons, pour  $\mu > 0''$ , ou seulement, la formule valable pour  $118^\circ, 8$  degrés carrés

$$(5) \quad N = 3785,6 e^{-(27,0\mu)^2} + 731,9 e^{-(12,0\mu)^2} + 56,0 e^{-(1,0\mu)^2}.$$

---

(1) Cette courbe a une grande ressemblance avec la courbe de fréquence des vitesses radiales, établie par W. S. ADAMS, G. STRÖMBERG et A. H. JOY; *The Relationship of Absolute Magnitude to Space-Velocity* (Contributions from the Mount Wilson Solar Observatory, n° 210.

Le degré d'approximation entre le calcul et l'observation est visible d'après les nombres suivants :

$\mu.$	$A_1 e^{-k_1^2 \mu^2}.$	$A_2 e^{-k_2^2 \mu}.$	$A_3 e^{-k_3^2 \mu^2}.$	Calcul.	Observat.
0,02-0,03	863,9	48,0	0,4	912,3	913
0,03-0,04	785,1	61,7	0,6	847,4	848
0,04-0,05	567,3	70,7	0,8	638,8	620
0,05-0,06	337,5	74,8	0,9	413,2	350
0,06-0,07	168,1	74,4	1,1	243,6	248
0,07-0,08	70,8	69,9	1,2	141,9	142
0,08-0,09	25,2 <sub>c</sub>	63,3	1,3	89,8	92
0,09-0,10	7,7	54,6	1,5	63,8	64
0,10-0,11	2,0	45,2	1,6	48,8	48
0,11-0,12	0,7	36,1	1,6	38,4	33
0,12-0,13	0,0	27,8	1,7	29,5	23
0,13-0,14		20,7	1,8	22,5	29
0,14-0,15		14,9	1,8	16,7	10
0,15-0,16		10,3	1,9	12,2	9
0,16-0,17		6,9	1,9	8,8	7
0,17-0,18		4,5	1,9	6,4	7
0,18-0,19		2,9	1,9	4,8	5
0,19-0,20		1,7	1,9	3,6	7
0,20-0,21		1,0	1,9	2,9	6
0,21-0,22		0,6	1,8	2,4	4
0,22-0,23		0,3	1,8	2,1	4
0,23-0,24		0,2	1,7	1,9	1
0,24-0,25		0,1	1,7	1,8	6
0,25-0,26		0,1	1,6	1,7	1
0,26-0,27		0,0	1,5	1,5	3
0,27-0,28			1,5	1,5	1
0,28-0,29			1,4	1,4	1
0,29-0,30			1,3	1,3	1

15. La courbe de fréquence du mouvement propre  $\mu$  a une grande ressemblance avec une hyperbole d'ordre élevé et nous avons cherché à représenter les observations par la formule

$$(6) \quad N = C\mu^{-m}.$$

La méthode des moindres carrés donne pour

$$\begin{aligned} 0'',02 < \mu < 0'',10, & \quad N = C\mu^{-2,74}, \\ 0'',10 < \mu < 0'',20, & \quad N = C\mu^{-3,29}. \end{aligned}$$



On peut alors représenter toutes les observations à l'aide de la formule numérique valable pour  $118^{\circ},8$  degrés carrés

$$(7) \quad \begin{cases} N = 55030 \mu^{-3}, \\ \log N = 4,7406 - 3 \log \mu, \end{cases}$$

où  $0'',01$  est pris comme unité pour  $\mu$ . Voici les écarts entre l'observation et le calcul :

$\mu$ .	Calcul.	Observ.	$\mu$ .	Calcul.	Observ.
$0'',02-0'',03$	»	»	$0'',11-0'',12$	36	33
$0,03-0,04$	1283	848	$0,12-0,13$	28	23
$0,04-0,05$	604	620	$0,13-0,14$	22	29
$0,05-0,06$	331	350	$0,14-0,15$	18	10
$0,06-0,07$	200	248	$0,15-0,16$	15	9
$0,07-0,08$	130	142	$0,16-0,17$	12	7
$0,08-0,09$	90	92	$0,17-0,18$	10	7
$0,09-0,10$	64	64	$0,18-0,19$	9	5
$0,10-0,11$	48	48	$0,19-0,20$	7	7

16. Le mouvement propre moyen  $\bar{\mu}$  pour les différentes grandeurs stellaires a été déterminé deux fois : 1° pour chacune des 22 régions séparément et 2° pour l'ensemble d'étoiles.

Toutefois nous avons éliminé les quatre étoiles ayant des mouvements exceptionnels, plus grands que  $0'',70$  par an, puis tous les faibles compagnons d'étoiles plus brillantes dont le mouvement pourrait provenir d'un déplacement orbital, et réparti le nombre restant de 3755 étoiles suivant les grandeurs photographiques. En comptant les étoiles doubles ayant des mouvements parallèles comme étoiles simples, on a obtenu la distribution suivante :

Gr. ph.	5,5.	6,5.	7,5.	8,5.	9,5.	10,5.	11,5.	12,5.	13,5.	14,5.	15,5
Étoiles...	4	3	10	24	77	297	461	704	994	908	273

Le mouvement moyen pour chacune des 22 régions est donné dans le Tableau II.

TABLE II.

*Mouvement moyen annuel en centièmes de seconde d'arc*

Gr. phot. Région.	5,5.	6,5.	7,5.	8,5.	9,5.	10,5.	11,5.	12,5.	13,5.	14,5.	15,5.
N <sup>o</sup> 1...	»	4,90	12,90	4,60	5,86	5,21	5,60	4,56	4,73	4,63	3,85
2...	»	»	»	»	8,65	6,81	5,97	4,68	6,06	5,82	5,70
3...	»	»	10,70	4,37	5,56	5,23	4,39	4,94	4,19	5,32	5,90
4...	»	21,00	»	2,30	7,00	4,68	4,73	4,10	3,72	5,09	15,50
5...	»	»	23,80	5,20	»	8,18	6,32	6,41	5,06	4,46	6,90
6...	3,10	»	6,40	3,20	12,68	4,21	4,20	3,63	5,17	4,07	5,25
7...	»	»	7,20	»	10,08	7,45	7,18	6,06	4,48	7,36	»
8...	»	»	»	4,30	5,30	8,17	4,90	4,14	4,94	5,97	»
9...	17,10	»	»	5,60	2,90	7,53	4,03	4,24	4,37	4,71	»
10...	»	»	2,40	»	»	6,13	4,57	3,96	4,74	3,85	4,90
11...	»	»	»	»	12,40	6,24	6,04	4,77	5,55	5,66	4,80
12...	»	»	»	5,00	5,78	8,84	7,68	4,83	5,94	5,71	7,46
13...	»	3,70	»	12,05	19,04	5,97	3,93	4,56	3,97	4,61	6,07
14...	24,40	»	»	11,70	6,94	6,79	5,31	4,22	5,20	4,80	5,30
15...	»	»	»	»	2,90	5,99	6,23	4,15	4,34	4,39	5,84
16...	»	»	»	»	6,75	6,29	4,66	4,05	3,82	4,97	5,73
17...	»	»	»	»	3,53	3,43	3,16	3,47	2,74	3,37	3,92
18...	»	»	21,40	5,47	7,19	4,00	5,15	4,86	4,77	6,13	»
19...	»	»	2,70	»	9,53	7,86	3,88	3,84	3,50	3,80	4,14
20...	»	»	13,30	»	29,50	10,47	5,00	7,95	4,84	5,45	4,26
21...	»	»	»	6,90	3,93	5,10	7,04	3,70	3,99	3,59	»
22...	48,90	»	»	4,70	4,17	5,75	4,48	4,20	3,69	3,45	3,70

La petite table suivante contient dans la première ligne les moyennes formées d'après le Tableau II (série A); la seconde ligne donne le mouvement moyen  $\bar{\mu}$  d'après l'ensemble d'étoiles (série C), toujours en centièmes de seconde d'arc par an.

Gr. ph.	5,5.	6,5.	7,5.	8,5.	9,5.	10,5.	11,5.	12,5.	13,5.	14,5.	15,5.
1...	22,37	9,87	11,20	5,80	8,48	6,38	5,20	4,60	4,53	4,87	5,83 série A
2...	22,37	9,87	11,20	5,73	7,61	6,02	4,97	4,38	4,25	4,39	4,95 série C

Les sept dernières moyennes des deux séries sont reproduites sur la figure 28.

17. Les chiffres obtenus présentent deux particularités : d'abord

ils sont assez élevés surtout pour les grandeurs faibles, d'autre part ils indiquent que  $\bar{\mu}$  croît depuis la 13<sup>e</sup>,5 grandeur. Les sept

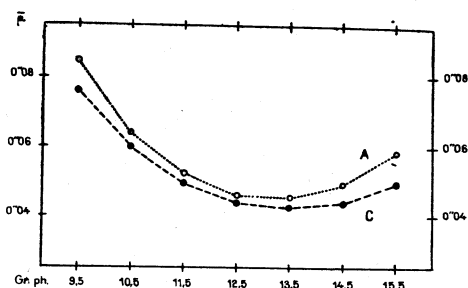


Fig. 28. — Mouvement moyen  $\bar{\mu}$  pour les grandeurs 9<sup>e</sup>,5-15<sup>e</sup>,5 (séries A et C).

moyennes pour les grandeurs 9,5-15,5, dont le poids est le plus fort, s'écartent particulièrement peu d'une parabole dont l'équation peut être écrite

$$\bar{\mu} = a_0 + a_1(m - m_0)^2,$$

$a_0, a_1, m_0$  étant des constantes,  $m$  la grandeur photographique.

D'après l'ensemble d'observations on obtient deux relations numériques que nous croyons purement formelles d'ailleurs : une pour le mouvement d'étoiles de 9<sup>e</sup>,5 à 15<sup>e</sup>,5 grandeur, l'autre pour toutes les étoiles entre la 5<sup>e</sup>,5 et la 15<sup>e</sup>,5 grandeur, d'après la série C des  $\bar{\mu}$  seulement,

$$(8) \quad \begin{cases} \bar{\mu} = 4'',14 + 0'',213(m - 13,54)^2, \\ \bar{\mu} = 4'',20 + 0'',187(m - 13,54)^2. \end{cases}$$

Les écarts entre l'observation et le calcul sont, pour la première formule seulement,

Gr. ph.	9,5.	10,5.	11,5.	12,5.	13,5.	14,5.	15,5.
$\bar{\mu}$ observé.....	7,61	6,02	4,97	4,38	4,25	4,39	4,95
$\bar{\mu}$ calculé.....	7,62	6,11	5,03	4,37	4,14	4,34	4,96
O - C.....	-0,01	-0,09	-0,06	+0,01	+0,11	+0,05	-0,01

Le fait que  $\bar{\mu}$  décroît jusqu'au minimum aux environs de la 13<sup>e</sup> grandeur et va en croissant ensuite, peut être d'origine acci-

dentelle ou réelle. Il peut provenir accidentellement, comme nous allons l'étudier plus loin, par exemple de ce que, pour une trop grande proportion d'étoiles faibles, le mouvement est au-dessous de la limite  $0'',02$  par an. Si le fait est réel, il indique que, parmi ces étoiles faibles, il y en a beaucoup avec des mouvements sensibles.

Les régions étudiées peuvent être réparties dans deux groupes dont les latitudes moyennes sont  $+2^{\circ},5$  et  $+44^{\circ},7$  <sup>(1)</sup>. Les  $\bar{\mu}$  moyens pour les sept grandeurs stellaires les plus faibles, et pour ces deux groupes respectivement, sont, en centièmes de seconde d'arc par an :

Gr. ph.	9,5.	10,5.	11,5.	12,5.	13,5.	14,5.	15,5.
$\beta = + 2^{\circ},5$ .....	6,93	5,78	4,42	4,40	4,05	4,19	4,41
$\beta = + 44^{\circ},7$ .....	9,20	6,52	5,39	4,33	4,71	4,75	5,75

et peuvent être formellement représentés par deux relations numériques

$$\begin{aligned} \bar{\mu} &= 3'',84 + 0'',209(m - 13,50)^2, & \beta &= + 2^{\circ},5, \\ \bar{\mu} &= 4'',09 + 0'',376(m - 13,50)^2, & \beta &= + 44^{\circ},7. \end{aligned}$$

*Le coefficient du terme quadratique est à peu près doublé pour les régions plus proches du pôle galactique. Le mouvement moyen d'étoiles faibles y serait donc plus important et les grandeurs absolues seraient plus petites que celles des mêmes grandeurs apparentes dans la Voie Lactée.*

18. Déterminons à l'aide de la première expression analytique pour la fonction  $a(\mu)$  l'influence de la limite inférieure  $\varepsilon = 0'',02$  sur le mouvement propre moyen calculé dans les différentes classes de grandeur. D'après l'expression (3) on a

$$(9) \quad \bar{\mu} = \sum_j \int_{\varepsilon}^{\infty} A_j 2k_j^2 e^{-k_j^2 \mu^2} \mu d\mu : \sum_j \int_{\varepsilon}^{\infty} A_j 2k_j^2 e^{-k_j^2 \mu^2} \mu d\mu,$$

où  $j$  indique le nombre des termes conservés et les limites sont  $\varepsilon$

---

<sup>(1)</sup> Les coordonnées du Pôle galactique étant  $R = 12^h 46^m$ ,  $D = +28^{\circ}$  selon George C. Comstock.

et  $\infty$  respectivement. En réduisant les intégrales

$$-\int_{\varepsilon}^{\infty} 2k_j^2 \mu^2 e^{-k_j^2 \mu^2} d\mu = [\mu e^{-k_j^2 \mu^2}]_{\varepsilon}^{\infty} - \int_{\varepsilon}^{\infty} e^{-k_j^2 \mu^2} d\mu$$

$$\int_{\varepsilon}^{\infty} 2k_j^2 e^{-k_j^2 \mu^2} \mu d\mu = e^{-k_j^2 \varepsilon^2}.$$

nous avons

$$(10) \quad \begin{cases} \bar{\mu} = \left[ \varepsilon \Sigma A_j e^{-k_j^2 \varepsilon^2} + \Sigma A_j \int_{\varepsilon}^{\infty} e^{-k_j^2 \mu^2} d\mu \right] : \Sigma A_j e^{-k_j^2 \varepsilon^2}, \\ \bar{\mu} = \varepsilon + \Sigma A_j \int_{\varepsilon}^{\infty} e^{-k_j^2 \mu^2} d\mu : \Sigma A_j e^{-k_j^2 \varepsilon^2}, \end{cases}$$

expression qui met en évidence l'influence de la limite  $\varepsilon$  qui apparaît comme une constante additive.

Calculons les intégrales dans l'expression (10) par l'intermédiaire des intégrales connues de la théorie des probabilités

$$\int_0^{\infty} e^{-k^2 x^2} dx = \frac{1}{k} \frac{\sqrt{\pi}}{2},$$

$$\int_{\varepsilon}^{\infty} e^{-k^2 x^2} dx = \frac{1}{k} \left( \frac{\sqrt{\pi}}{2} - \int_0^{\varepsilon k} e^{-y^2} dy \right).$$

On obtient

$$(11) \quad \bar{\mu} = \varepsilon + \sum_j \frac{A_j}{k_j} \left[ \frac{\sqrt{\pi}}{2} - \int_0^{\varepsilon k_j} e^{-y^2} dy \right] : \sum_j A_j e^{-k_j^2 \varepsilon^2},$$

expression qu'on peut écrire

$$\bar{\mu} = \varepsilon + \sum_j \bar{\mu}_j,$$

en désignant par

$$\bar{\mu}_j = \frac{1}{k_j} A_j \left[ \frac{\sqrt{\pi}}{2} - \int_0^{\varepsilon k_j} e^{-y^2} dy \right] : \sum_j A_j e^{-k_j^2 \varepsilon^2}.$$

En première approximation nous avons ainsi

$$\bar{\mu} = \varepsilon + e^{+k_1^2 \varepsilon^2} \frac{1}{k_1} \left( \frac{\sqrt{\pi}}{2} - \int_0^{\varepsilon k_1} e^{-y^2} dy \right),$$

et pour déterminer  $\bar{\mu}$  il aurait suffi de calculer seulement un exposant, c'est-à-dire  $k_1$ . Pour nos observations, il était nécessaire

de conserver deux termes dans la formule (11), et de calculer  $k_1$  et  $k_2$ . Nous l'avons fait pour les sept grandeurs stellaires de 9,5 à 15,5 d'après les courbes de fréquence, analogues à (5), ayant pris le nombre d'étoiles dans chaque classe de grandeur pour unité. Nous avons obtenu les chiffres suivants :

$\mu$ .	Gr. ph.9,5.	10,5.	11,5.	12,5.	13,5.	14,5.	15,5.
0,01-0,02	0,026	0,024	0,103	0,090	0,093	0,067	0,033
0,02-0,03	0,092	0,189	0,203	0,251	0,254	0,258	0,187
0,03-0,04	0,211	0,249	0,207	0,229	0,243	0,226	0,268
0,04-0,05	0,158	0,154	0,169	0,170	0,172	0,162	0,154
0,05-0,06	0,105	0,059	0,120	0,087	0,187	0,100	0,107
0,06-0,07	0,079	0,074	0,050	0,062	0,054	0,066	0,103
0,07-0,08	0,092	0,071	0,045	0,037	0,025	0,041	0,033
0,08-0,09	0,053	0,030	0,027	0,013	0,021	0,024	0,033
0,09-0,10	0,013	0,041	0,017	0,007	0,015	0,013	0,026
0,10-0,11	»	0,032	0,010	0,013	0,008	0,014	0,015
0,11-0,12	0,013	0,015	0,008	0,009	0,005	0,010	0,004
0,12-0,13	0,026	0,006	0,004	0,006	0,003	0,005	0,007
0,13-0,14	0,013	0,015	0,013	0,006	0,005	0,004	0,015
0,14-0,15	0,013	0,006	0,000	0,001	0,003	0,001	0,004

Si l'on pose encore, pour abrégier les calculs et conformément au résultat numérique (5) le coefficient  $A_2 = 0,2 A_1$  pour toutes les grandeurs stellaires, on a le mouvement moyen donné par la formule

$$(12) \quad \bar{\mu} = \varepsilon + \left[ \frac{1}{k_1} \left( \frac{\sqrt{\pi}}{2} - \int_0^{\varepsilon k_1} e^{-y^2} dy \right) + \frac{0,2}{k_2} \left( \frac{\sqrt{\pi}}{2} - \int_0^{\varepsilon k_2} e^{-y^2} dy \right) \right] : [e^{-k_1^2 \varepsilon^2} + 0,2 e^{-k_2^2 \varepsilon^2}],$$

ce qui donne la représentation suivante :

Gr. ph.	9,5.	10,5.	11,5.	12,5.	13,5.	14,5.	15,5.
$k_1$ .....	17,5	20,0	22,5	23,0	25,0	24,0	21,0
$k_2$ .....	6,5	9,0	11,0	13,0	14,5	13,0	11,0
$\bar{\mu}_1$ .....	0,0278	0,0216	0,0169	0,0161	0,0132	0,0146	0,0195
$\bar{\mu}_2$ .....	0,0233	0,0159	0,0122	0,0097	0,0083	0,0097	0,0122
$\varepsilon + \bar{\mu}_1 + \bar{\mu}_2$ .	0,0708	0,0575	0,0491	0,0458	0,0429	0,0468	0,0544
$\bar{\mu}$ obs.....	0,0761	0,0602	0,0497	0,0438	0,0425	0,0439	0,0495
$\bar{\mu}_{calc.} - \bar{\mu}_{obs.}$	+0,0053	+0,0027	+0,0006	-0,0020	-0,0004	-0,0029	-0,0049

Les formules obtenues reproduisent les observations avec une approximation suffisante : la limite inférieure  $\varepsilon = 0'',02$  des observations est effectivement la cause des valeurs fortes du mouvement  $\bar{\mu}$  moyen; par contre l'accord n'est que formel en ce qui concerne le dernier tableau. Les exposants  $k_1$  et  $k_2$  augmentent jusqu'à la 13,5 grandeur pour diminuer ensuite et leur influence ne suffit pas à expliquer l'augmentation du mouvement  $\bar{\mu}$  pour les grandeurs faibles! *Ce fait pourrait alors être réel, en accord avec les vitesses radiales plus fortes observées pour les étoiles naines et d'éclat généralement faible.*

**19. Relation de G. Comstock.** — D'après les recherches de M. G. Comstock et O. J. Lee on adopte généralement pour le mouvement propre moyen  $\bar{\mu}$ , appartenant à une grandeur stellaire  $m$ , la relation

$$m\bar{\mu} = \text{const.},$$

satisfaite pour la constante dans les limites de  $35''$  à  $29''$ ,  $\bar{\mu}$  étant exprimé en secondes par siècle. Si nous admettons alors que nos résultats, suivant notre analyse, devaient être diminués de la quantité  $\varepsilon$ , nous devrions trouver

$$(12) \quad m(\bar{\mu} - \varepsilon) = \text{const.}$$

En effet nous obtenons la valeur de la constante pour deux groupes :

Gr. ph. $m$ .	9,5.	10,5.	11,5.	12,5.	13,5.	14,5.	15,5.	Moy.
$\beta = + 2^{\circ},5\dots\dots$	46'',8	39'',7	27'',8	30'',0	27'',7	31'',7	34'',3	34'',0
$\beta = - 44^{\circ},5\dots\dots$	68'',4	38'',4	39'',0	27'',1	36'',6	39'',9	58'',1	43'',9

Tout en admettant que, exception faite des valeurs extrêmes de la seconde série, l'accord est très satisfaisant, nous sommes conduit à croire que la vraie relation à adopter serait  $m\bar{\mu} = f(\beta^2)$ , où  $\beta$  est la latitude galactique, en accord avec les résultats de M. G. C. Comstock.

En groupant les régions selon la longitude galactique  $\lambda$  nous obtenons les mouvements moyens suivants, en centièmes de seconde d'arc :

Gr. ph.	9,5.	10,5.	11,5.	12,5.	13,5.	14,5.	15,5.	$(\bar{\mu} - \varepsilon) m.$
$\lambda_1 = 90,6\dots$	7,88	6,25	5,41	4,81	4,81	5,35	5,52	37,2
$\lambda_2 = 93,8\dots$	8,31	6,77	5,58	4,39	4,85	4,85	5,72	37,5
$\lambda_3 = 38,5\dots$	7,78	6,13	4,77	4,58	3,90	4,40	4,34	31,3

L'augmentation pour les grandeurs faibles se manifeste de la

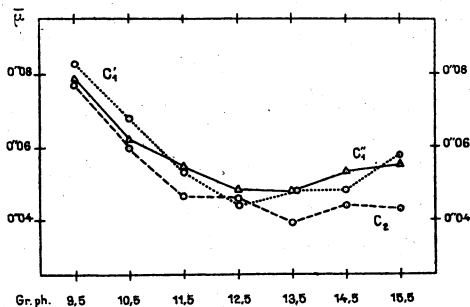


Fig. 29. — Mouvement moyen pour différentes longitudes galactiques; les courbes  $C_1$ ,  $C_1'$  et  $C_2$  correspondent aux  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  et  $\lambda_3$  du texte.

même manière pour les longitudes  $\lambda_1$  et  $\lambda_2$ , comme on peut voir sur la figure 29.

20. **Sur la densité d'étoiles.** — Soient  $\varepsilon$  une qualité quelconque d'étoiles,  $\varphi(\varepsilon) d\varepsilon$  la fréquence de cette qualité  $\varepsilon$  dans l'intervalle  $\varepsilon \pm \frac{1}{2} d\varepsilon$ . La qualité  $\varepsilon$  vue de la Terre donne la qualité  $e$  apparente, qui est une fonction  $e = E(\varepsilon, r)$  de  $\varepsilon$  et de la distance de l'étoile  $r$ . Soient encore  $\omega$  un angle de surface quelconque du Ciel,  $D(r)$  la densité d'étoiles à la distance  $r$ , alors le nombre d'étoiles, ayant la qualité apparente  $e$  dans l'intervalle  $e \pm \frac{1}{2} de$  est donné par l'équation intégrale

$$(14) \quad \begin{cases} a(e) de = \omega \int_0^\infty dr D(r) r^2 \varphi(\varepsilon) \frac{\partial \varepsilon}{\partial e} de, \\ a(e) = \omega \int_0^\infty dr D(r) r^2 \varphi(\varepsilon) \frac{\partial \varepsilon}{\partial e}. \end{cases}$$

Soient  $M$  le mouvement absolu de l'étoile projeté sur le plan perpendiculaire au rayon  $r$ ,  $\mu$  son mouvement apparent. Nous



avons par conséquent

$$M = \mu r, \quad \frac{\partial \varepsilon}{\partial e} = \frac{\partial M}{\partial \mu} = r,$$

$$(15) \quad \alpha(\mu) = \omega \int_0^\infty dr D(r) r^3 \varphi(\mu r).$$

La solution de cette équation intégralo-différentielle a été donnée par L.-C. Charlier pour l'hypothèse que  $D(r)$  est une constante, que la vitesse vraie d'étoile  $V$  est aussi constante et que sa direction est dirigée avec une fréquence égale dans tous les sens.

Dans ce cas on a,  $C$  et  $D$  étant des constantes,

$$D(r) = D;$$

$$dM \varphi(\mu r) = C \frac{dM}{\sqrt{V^2 - M^2}},$$

pour  $M \leq V$  seulement, tandis que pour  $M > V$  la fonction  $\varphi(\mu r)$  s'annule. Le nombre d'étoiles ayant le mouvement apparent  $\mu$  est donné par la fonction  $\alpha(\mu)$  satisfaisant l'équation intégrale

$$(16) \quad \alpha(\mu) = \omega C \int_0^\infty dr D(r) r^3 (V^2 - \mu^2 r^2)^{-\frac{1}{2}} = \omega CD \int_0^{\frac{V}{\mu}} dr r^3 (V^2 - \mu^2 r^2)^{-\frac{1}{2}}$$

ayant égard à ce que  $\varphi(\mu r)$  s'annule pour  $r > V/\mu$ . En désignant par  $C'$  une nouvelle constante donnée par l'intégrale

$$C' = \omega CDV^3 \int_0^1 x^3 (1 - x^2)^{-\frac{1}{2}} dx,$$

on a la solution de l'équation (15)

$$\alpha(\mu) = C' \mu^{-4}.$$

Puisque nous avons trouvé  $\alpha(\mu) = C' \mu^{-4}$ , il s'ensuit que les deux hypothèses faites sur  $D(r)$  et  $V$  devraient être changées de manière qu'on ait, sous le signe intégral dans (15),  $r^2$  seulement. Nous pouvons alors supposer que  $C$  et  $D$  sont fonctions de  $r$  telles qu'on ait

$$D(r)C(r) = \frac{1}{r}$$

et satisfaire cette condition par exemple par les hypothèses,

pour  $0 < \alpha < 1$ ,

$$(17) \quad D(r) = C_0 r^{-\alpha}, \quad \varphi(M) = C_1 r^{\alpha-1} (V^2 - M^2)^{-\frac{1}{2}}.$$

*La fréquence observée des mouvements propres exige donc que la densité d'étoiles  $D(r)$  diminue avec  $r$  croissant, conformément à l'hypothèse de Seeliger.*

**21. Sur l'énergie intersidérale.** — Soient  $\mu$  le mouvement apparent en secondes d'arc,  $\pi_p$  la parallaxe probable d'une étoile; le rapport  $\mu/\pi_p$  représente le nombre des rayons de l'orbite terrestre parcourus par l'étoile dans un an. En prenant pour le rayon de l'orbite terrestre  $R = 149,5 \cdot 10^6$  km et pour la durée d'un an  $a = 31,356 \cdot 10^6$  secondes, on obtient la vitesse absolue probable en kilomètres par seconde

$$(18) \quad v_p = \frac{R}{a} \frac{\mu}{\pi_p} \text{ km. sec}^{-1} = 4,7373 \frac{\pi_p}{\mu} \text{ km. sec}^{-1} \quad (1),$$

L'énergie cinétique d'une masse  $m$  animée d'une vitesse  $v$  étant  $E = 0,5 m v^2$ , nous avons comme énergie cinétique probable  $E_p$  d'une étoile ayant pour masse  $m$

$$E_p = \frac{1}{2} m 22,4419 \frac{\mu^2}{\pi_p^2} = 11,2209 m \frac{\mu^2}{\pi_p^2}.$$

En prenant l'énergie solaire  $E_0 = 0,5 m_0 v_0^2$  pour unité, on a, pour  $v_0 = 20$  km/sec<sup>-1</sup>, simplement  $E_0 = 200 m_0$  et l'on peut écrire

$$(19) \quad E_p = 0,05610 \frac{m}{m_0} \frac{\mu^2}{\pi_p^2} E_0.$$

où  $m_0$  est la masse du Soleil.

Les mouvements propres donnant la projection de la vitesse linéaire sur le plan tangent à la sphère céleste, nous pouvons évaluer le rapport probable entre la vitesse vraie et la projection, sous l'hypothèse que les vitesses soient dirigées uniformément dans toutes les directions et que leur grandeur soit égale à l'unité. Imaginons que vers chaque degré carré de la surface de l'hémisphère soit dirigé un nombre  $N$  des vitesses. Leur somme sera  $2\pi N$ .

---

(1) La vitesse de 4,4373 km/sec<sup>-1</sup> est souvent prise comme unité des vitesses sidérales.

Sous l'hypothèse que le rayon visuel coïncide avec l'axe des  $z$ , toutes les vitesses qui forment avec  $z$  un angle compris entre  $\theta$

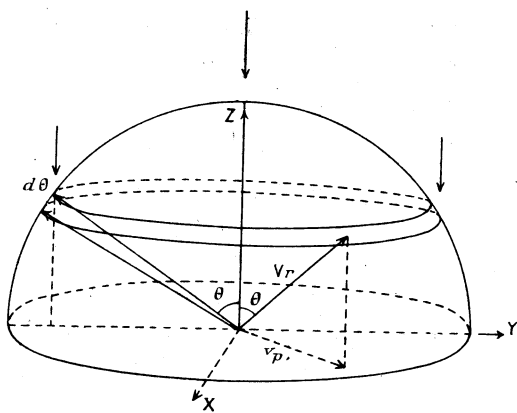


Fig. 30.

et  $\theta + d\theta$  seront projetées de la même manière (fig. 30); leur projection sera  $\sin\theta$ , leur somme  $N 2\pi \sin\theta d\theta$ , la somme des projections

$$N 2\pi \sin^2\theta d\theta.$$

En intégrant depuis  $\theta = 0$  à  $\theta = \frac{\pi}{2}$ , on aura comme somme de toutes les vitesses projetées sur le plan des  $x$  et  $y$  l'expression

$$2\pi N \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^2\theta d\theta = \pi N \int_0^{\frac{\pi}{2}} (1 - \cos 2\theta) d\theta = N \frac{\pi^2}{2}.$$

Le rapport probable entre les vitesses réelles  $v_r$  et celles projetées  $v_p$  est donné alors par

$$(20) \quad \frac{v_r}{v_p} = \frac{2\pi N}{0,5\pi^2 N} = \frac{4}{\pi} = 1,27324$$

et enfin, le rapport de l'énergie cinétique réelle à celle correspondante à la vitesse projetée,

$$(21) \quad \frac{E_r}{E_p} = \frac{v_r^2}{v_p^2} = \frac{16}{\pi^2} = 1,62114.$$

22. Considérons l'espace enfermé dans le cône ayant son sommet

à l'origine, pour base une surface céleste de 4° carrés et contenant un certain nombre d'étoiles de toutes les grandeurs.

Sous l'hypothèse qu'à chaque grandeur stellaire appartient une parallaxe déterminée, nous pouvons calculer l'énergie cinétique  $\mathcal{E}_p$  dans le volume du cône. Si  $M_k, \mu_k, \pi_k$  sont la masse, le mouvement propre, la parallaxe hypothétique d'étoiles de la grandeur stellaire  $m_k$ , nous aurons

$$(22) \quad \mathcal{E}_p = 0,05610 \frac{E_0}{m_0} \left( \frac{M_0}{\pi_0^2} \Sigma \mu_0^2 + \frac{M_1}{\pi_1^2} \Sigma \mu_1^2 + \frac{M_2}{\pi_2^2} \Sigma \mu_2^2 + \dots + \frac{M_k}{\pi_k^2} \Sigma \mu_k^2 + \dots \right),$$

où les sommes  $\Sigma \mu_k^2$  s'étendent aux étoiles de la grandeur  $m_k$ .

Les parallaxes hypothétiques peuvent être déterminées par la formule de Kapteyn (*Publ. of the Astr. Labor. at Groningen*, n° 8, p. 24)

$$(23) \quad \pi_{m_k} = 0'',0160 [0,75]^{m_k-5,5}.$$

Le premier terme de la série  $E_p$  représente l'énergie cinétique contenue dans le cône depuis l'origine jusqu'à la distance correspondant à la parallaxe  $\pi_0$ , le second celle contenue dans le cône tronqué compris entre les distances correspondant aux parallaxes  $\pi_1$  et  $\pi_0$ , le terme général enfin, celle contenue dans le cône correspondant aux parallaxes  $\pi_k$  et  $\pi_{k-1}$ . En considérant, pour les régions examinées, seulement les étoiles à partir de la 5,5<sup>e</sup> grandeur, la série  $\mathcal{E}_p$  peut être écrite sous la forme

$$(24) \quad \mathcal{E}_p = 0,05610 \frac{E_0}{m_0} \left( \frac{M_{5,5}}{\pi_{5,5}^2} \Sigma \mu_{5,5}^2 + \frac{M_{6,5}}{\pi_{6,5}^2} \Sigma \mu_{6,5}^2 + \dots + \frac{M_{k,5}}{\pi_{k,5}^2} \Sigma \mu_{k,5}^2 + \dots \right).$$

Désignant par  $\omega$  une constante et choisissant comme unité de longueur un parsec, nous aurons comme volumes des cônes, en parsec-cubes, à partir de  $m_k = 5,5$ ,

$$\omega = \frac{1}{3} 4 \text{ tang}^2 1^\circ = 0,000406236,$$

$$V_{5,5} = \omega \pi_{5,5}^3 = U,$$

$$V_{6,5} = \omega (\pi_{6,5}^3 - \pi_{5,5}^3) = U \varphi_{6,5},$$

$$V_{7,5} = \omega (\pi_{7,5}^3 - \pi_{6,5}^3) = U \varphi_{7,5},$$

.....

Si nous choisissons comme unité de volume celui de  $V_{5,5} = U$ ,

il suffira de calculer seulement les rapports  $\varphi_{k,5}$ . En désignant par  $E_{k,5}$  l'énergie contenue dans l'unité de volume  $U$  à des distances dans l'espace correspondant aux parallaxes  $\pi_{m_k}$ , on peut écrire

$$(25) \quad \mathcal{E}_p = E_{5,5} U + E_{6,5} U \varphi_{6,5} + \dots + E_{k,5} U \varphi_{k,5} + \dots;$$

la comparaison des termes du même indice dans les séries (24) et (25) donne pour les  $E_{k,5}$  les équations

$$(26) \quad \left\{ \begin{array}{l} E_{5,5} = 0,05610 E_0 \frac{M_{5,5}}{m_0} \pi_{5,5}^{-2} U^{-1} \Sigma \mu_{5,5}^2, \\ E_{6,5} = 0,05610 E_0 \frac{M_{6,5}}{m_0} \pi_{6,5}^{-2} U^{-1} \varphi_{6,5}^{-1} \Sigma \mu_{6,5}^2, \\ \dots\dots\dots \\ E_{k,5} = 0,05610 E_0 \frac{M_{k,5}}{m_0} \pi_{k,5}^{-2} U^{-1} \varphi_{k,5}^{-1} \Sigma \mu_{k,5}^2. \end{array} \right.$$

23. **Application numérique.** — Les sommes  $\Sigma \mu_{k,5}^2$ , fournies par les réductions des mouvements propres, sont rangées dans une petite table et exprimées en dix-millièmes de seconde carrés d'arc (les mouvements propres ayant été calculés en centièmes de seconde d'arc) pour nos régions classées dans trois groupes suivant la latitude galactique :

N <sup>o</sup> .	Groupe contenant les régions n <sup>o</sup> .	Surface en deg. carrés.	Latitude moy. galactique.
1.....	1-8	43,2	$\beta_1 = + 2,2$
2.....	9-15	37,8	$\beta_2 = + 44,7$
3.....	16-22	37,8	$\beta_3 = + 2,6$

TABLE DES SOMMES  $\Sigma \mu_k^2$ .

Gr. ph.m.	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5
N <sup>o</sup> 1.	»	»	565,6	281,5	1530,2	5515,0	5863,9	7459,7	7005,0	8995,6	2923,5
N <sup>o</sup> 2.	»	357,4	130,4	439,1	1578,4	3165,0	6517,3	4633,7	6811,5	5782,0	3811,2
N <sup>o</sup> 3.	594,4	»	26,5	712,3	2176,7	4624,2	4341,6	7561,7	9957,7	10243,1	5836,2

Les calculs des parallaxes probables, d'après la formule (14), des distances correspondantes en parsecs  $D_{k,5}$ , des coefficients  $\pi_{k,5}^{-2}$  et des rapports des volumes  $\varphi_{k,5}$  sont effectués dans la Table III. Un centième de seconde d'arc a été choisi comme unité pour ces

nombres, conformément à l'unité pour les mouvements propres, ce qui est d'ailleurs sans importance pour les rapports  $\varphi_{k,5}$ .

TABLE III.

Gr. phot. $m_k$ .	$D_{k,5}$ .	$10^2 \cdot \pi_{k,5}$ .	$10^{-4} \cdot \pi_{k,5}^{-1}$ .	$10^{-6} \cdot \pi_{k,5}^{-3}$ .	$10 \cdot \omega^{-1} V_{k,5}$ .	$\varphi_{k,5}$ .	$\pi_{k,5}^2 \varphi_{k,5}^{-1}$ .
5,5...	62,5	1,600	0,3906	0,2441	0,2441	1,000	0,3906
6,5...	83,3	1,200	0,6944	0,5787	0,3346	1,371	0,5065
7,5...	111,1	0,900	1,2346	1,3717	0,7939	3,249	0,3800
8,5...	148,1	0,675	2,1949	3,2520	1,8803	7,703	0,2849
9,5...	197,6	0,5062	3,9332	7,7095	4,4575	18,261	0,2137
10,5...	263,4	0,3797	6,9348	18,268	10,5586	43,255	0,1603
11,5...	351,1	0,2848	12,329	43,290	25,022	102,50	0,1203
12,5...	468,2	0,2136	21,920	102,617	59,327	243,04	0,09019
13,5...	624,2	0,1602	38,971	243,25	140,63	576,13	0,06764
14,5...	832,6	0,1201	69,348	577,37	334,12	1368,77	0,05066
15,5...	1109,9	0,0901	123,18	1367,24	789,87	3235,86	0,03807

A l'aide de ces chiffres nous avons déterminé les  $E_{m,k}$  en supposant les masses  $M_{5,5}$ ,  $M_{6,5}$ , ... correspondant aux étoiles des différentes grandeurs égales à la masse du Soleil  $m_0$  (1).

Le volume du premier cône U choisi comme unité de volume est égal, à 99,15 parsec-cubes; nos clichés couvrent une surface de 5°,4 carrés au lieu de 4° carrés, comme nous l'avons supposé en calculant  $\omega$ ; enfin, pour obtenir l'énergie cinétique probable réelle, il faut tenir compte de l'équation (14). Par conséquent, en multipliant les sommes  $\Sigma \mu_k^2$  par le facteur

$$1,0086 \times 0,74074 \times 1,6211 = 1,2111$$

on obtient au moyen des formules (26) l'énergie cinétique réelle contenue dans le volume de 100 parsec-cubes à des différentes distances; la Table IV donne les résultats :

(1) L'énergie étant proportionnelle à la masse, nos chiffres s'adaptent facilement à toute autre hypothèse; J. C. Kapteyn trouve pour la masse moyenne d'étoiles 1,6, J. Jackson et H. H. Furner 1,4-2,2, et F. H. Seares donne pour les naines des classes B<sub>0</sub>, A<sub>0</sub>, F<sub>0</sub>, G<sub>0</sub>, K<sub>0</sub> les valeurs 10, 6,5, 2,5, 1, 0,68, 0,59 respectivement, la masse du Soleil étant prise pour unité [J. C. KAPTEYN, *The Sidereal System (Astron. Journal, t. 55, p. 302)*. — J. JACKSON and H. H. FURNER, *Hypothetical Parallaxes of visual Double Stars (Monthly Notices, t. 81, p. 4)*. — F. H. SEARES, *The Masses and Densities of the Stars (Astrophys. Journal, t. 55, p. 165)*].

TABLE IV<sub>c</sub>.

Énergie cinétique  $E_{k,5}$  dans le volume de 100 parsec-cubes en unités de  $E_0$ .

	$E_{0,5}$	$E_{6,5}$	$E_{1,5}$	$E_{8,5}$	$E_{9,5}$	$E_{10,5}$	$E_{11,5}$	$E_{12,5}$	$E_{13,5}$	$E_{14,5}$	$E_{15,5}$
1.....	—	—	1,82	0,69	2,78	7,50	6,00	5,71	4,03	3,87	0,94
2.....	—	1,75	0,48	1,21	3,27	4,93	6,45	4,08	4,48	2,84	1,41
3.....	2,25	—	0,10	1,97	4,52	7,19	5,12	6,62	6,54	5,04	2,15
Moy...	0,75	0,58	0,80	1,29	3,52	6,54	5,86	5,47	5,02	3,92	1,50

Les considérations que nous venons d'exposer ont été faites en vue de déterminer l'énergie cinétique probable dans les diffé-

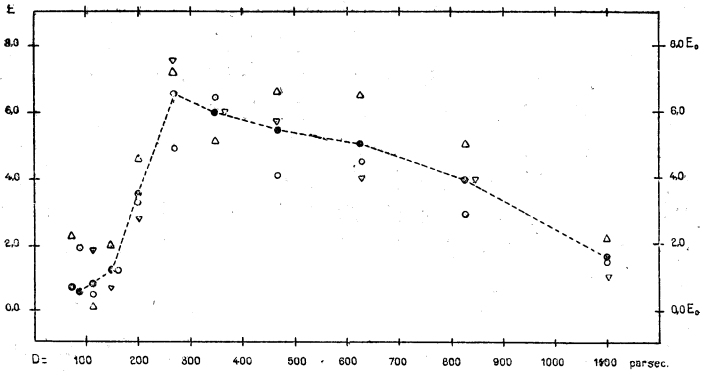


Fig. 31. — Énergie cinétique dans l'espace.

rentes latitudes galactiques. Les chiffres du même ordre pour les groupes 1 et 3 comme pour le groupe 2 montrent que cette énergie est à peu près uniformément dispersée dans l'environ du Soleil. En représentant les moyennes de nos chiffres d'après les distances en parsecs, on obtient la courbe sur la figure 31. L'énergie monte pour les distances entre 100 et 300 parsecs, pour diminuer lentement jusqu'à 1100 parsecs. Les valeurs relativement faibles de  $E_p$  pour les distances au-dessous de 200 parsecs peuvent provenir de la circonstance, qu'on n'a pas pu tenir compte d'étoiles brillantes, au-dessus de la 5<sup>e</sup>,5 grandeur.

Sous toutes les réserves de nos hypothèses, nous pouvons alors dire : *L'énergie cinétique intersidérale probable est presque constante dans les distances entre 200 et 1100 parsecs. Sa*

limite inférieure est, en moyenne,  $4,1 E_0$  pour le volume de 100 parsec-cubes.

### III. — SUR LE PHÉNOMÈNE DE STAR-STREAMING.

24. Un des faits que nous avons trouvé au cours du travail est la constatation des mouvements préférentiels ou des courants stellaires; et, ce qui nous semble important, c'est que ce fait a été constaté sur toutes les régions examinées, sous toutes les latitudes galactiques et pour les étoiles jusqu'à la  $16^{\circ}$  grandeur photographique.

Depuis que Kobold a envisagé, en 1897, la probabilité que les vitesses d'étoiles ne suivent pas la simple loi du hasard et depuis la découverte des courants stellaires par J. C. Kapteyn en 1905, de nombreux travaux se rattachent à la théorie et à la dynamique du phénomène. Deux théories existent pour les mouvements apparents, celle des deux courants de A. S. Eddington et la théorie ellipsoïdale de K. Schwarzschild. Pour les mouvements linéaires, V. L. C. Charlier a établi la théorie des surfaces de corrélation, tandis que J. H. Jeans et G. Strömberg appliquent les surfaces du troisième degré et l'analyse harmonique aux observations des vitesses radiales <sup>(1)</sup>.

Les courbes de fréquence que nous avons reproduites dans la première partie montrent le phénomène de *star-streaming* d'une manière si évidente qu'il nous semble inutile de donner des explications plus détaillées <sup>(2)</sup>. Nous avons tenu à les reproduire avec

---

(1) J. KOBOLD, *Astr. Nachrichten*, n° 3457. — A. S. EDDINGTON, *The Systematic Motions of the Stars* (*Monthly Notices*, vol. 67, p. 34). — K. SCHWARZSCHILD, *Ueber die Eigenbewegungen der Fixsterne* (*Nachrichten der Kgl. Ges. d. Wiss.*, Göttingen, 1907, p. 614). — J. H. JEANS, *On the theory of Star Streaming* (*Monthly Not.*, vol. 76, p. 70). — G. STRÖMBERG, *The distribution of the Velocities of Stars, etc.* (*Contrib. Mount Wilson Obs.*, n° 245).

(2) On peut appeler les courbes de fréquence courbes invariantes du mouvement. Supposons en effet que deux observateurs aient examiné sur une même région céleste le même ensemble d'étoiles; alors, les mouvements d'étoiles pouvant être considérés provisoirement comme rectilignes et uniformes, les courbes de fréquence déterminées dans deux cas devraient être identiques.

D'autre part, si les deux observateurs ont examiné deux régions ayant exactement la même surface, mais dont les centres sont légèrement différents, en ascension droite par exemple, alors les deux courbes invariantes montrent des formes très peu différentes et, si les centres des régions s'écartent d'une manière continue, les courbes invariantes changent d'une manière semblable.



une précision aussi grande que possible et les confronter avec les deux premières théories, en espérant pouvoir donner les résultats plus détaillés dans un autre travail.

**25. Hypothèse des courants stellaires et hypothèse ellipsoïdale.**

— M. S. A. Eddington a établi le premier une théorie des mouvements stellaires apparents : en partant de l'hypothèse d'un ensemble d'étoiles dont les vitesses distribuées au hasard suivent la loi sphérique de Maxwell et est animé en plus d'un mouvement de translation commun, il a donné une expression simple et élégante des courbes de fréquence observées.

En considérant une région du Ciel avec  $n$  étoiles appartenant au courant, en apellant  $u$  et  $v$  les composantes des composantes des vitesses dirigées au hasard, on a le nombre d'étoiles ayant les mouvements entre  $u$  et  $u + du$ ,  $v$  et  $v + dv$ , d'après la loi de Maxwell

$$(26) \quad \frac{n}{\pi} h^2 e^{-h^2(u^2+v^2)} du dv,$$

où  $h$  est lié avec la moyenne  $w$  des vitesses distribuées au hasard par la formule

$$(27) \quad w = \frac{\sqrt{\pi}}{2h};$$

l'ensemble d'étoiles étant animé d'une vitesse de translation  $V$ , dans la direction  $\theta_0$  en projection, on a

$$u^2 + v^2 = r^2 + V^2 - 2rV \cos(\theta - \theta_0),$$

$$du dv = r dr d\theta$$

en désignant par  $r$  et  $\theta$  la vitesse et la direction résultante pour une étoile quelconque. Le nombre d'étoiles  $\rho(\theta)$  ayant les mouvements apparents entre  $\theta$  et  $\theta + d\theta$  est donné, par conséquent, par l'intégrale

$$(28) \quad \rho(\theta) d\theta = \frac{n}{\pi} h^2 d\theta \int_0^\infty e^{-h^2(r^2 + V^2 - 2rV \cos(\theta - \theta_0))} r dr.$$

Par introduction de deux variables nouvelles

$$x = hr - hV \cos(\theta - \theta_0),$$

$$z = hr - x,$$

M. Eddington a obtenu pour l'équation (28) la forme

$$(29) \quad \rho(\theta) d\theta = \frac{n}{\pi} e^{-h^2 v^2} d\theta \left( \frac{1}{2} + \tau e^{\tau^2} \int_{-\tau}^{\infty} e^{-x^2} dx \right)$$

ou

$$\rho(\theta) d\theta = \frac{n}{\pi} e^{-h^2 v^2} d\theta f(\tau)$$

en introduisant la fonction

$$(30) \quad f(\tau) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \left( \frac{1}{2} + \tau e^{-\tau^2} \int_{-\tau}^{\infty} e^{-x^2} dx \right),$$

qui peut être calculée facilement et donne l'expression analytique pour les courbes de fréquence du mouvement.

Si deux courants de  $n_1$  et de  $n_2$  étoiles, ayant les vitesses de translation projetées  $v_1$  et  $v_2$  dans les directions  $\theta_1$  et  $\theta_2$ , se superposent pour une région céleste alors,  $\rho$  est donné par la formule analogue double

$$(31) \quad \rho(\theta) d\theta = \frac{n_1}{\pi} h^2 d\theta \int_0^{\infty} e^{-h^2[r^2+v_1^2-2rv_1\cos(\theta-\theta_1)]} dr \\ + \frac{n_2}{\pi} h^2 d\theta \int_0^{\infty} e^{-h^2[r^2+v_2^2-2rv_2\cos(\theta-\theta_2)]} dr$$

qui se transforme par l'emploi de

$$x_1 = hr - hv_1 \cos(\theta - \theta_1), \quad \tau_1 = hr - x_1, \\ x_2 = hr - hv_2 \cos(\theta - \theta_2), \quad \tau_2 = hr - x_2,$$

en équation

$$(32) \quad \rho(\theta) d\theta = \frac{n_1}{\sqrt{\pi}} e^{-h^2 v_1^2} f[hv_1 \cos(\theta - \theta_1)] + \frac{n_2}{\sqrt{\pi}} e^{-h^2 v_2^2} f(hv_2 \cos \theta - \theta_2)$$

contenant six constantes qu'on peut déterminer au moyen des valeurs  $\rho(\theta)$  observées. La forme des courbes de fréquence pour un courant simple, données par la formule (29), varie d'un cercle à une forme ovoïdale très allongée, suivant le rapport des vitesses  $v$  et  $\omega$  <sup>(1)</sup>. Dans le cas de deux courants, on obtient une courbe fermée à deux ailes plus ou moins allongées suivant les valeurs des vitesses  $v_1$ ,  $v_2$  et  $\omega$ .

---

(1) Si  $v$  est petit par rapport à  $\omega$ , les valeurs de  $f(\tau)$  diffèrent très peu pour toutes les valeurs de l'angle  $\theta$ .

A la base des considérations d'Eddington, K. Schwarzschild a établi (1) une hypothèse unitaire des mouvements stellaires, en remplaçant la loi de distribution sphérique des vitesses de Maxwell par une loi ellipsoïdale. En supposant l'ellipsoïde de vitesses comme ellipsoïde de révolution, on obtient pour la distribution des vitesses projetées sur la sphère céleste la loi

$$(33) \quad \frac{nhk}{\pi} e^{-h^2u^2 - h^2v^2} du dv,$$

la troisième composante  $w$ , supposée dans la ligne de visée, n'intervenant guère. En désignant par  $r$  et  $\theta$  la vitesse totale projetée et son angle de position, par  $u_0$  et  $v_0$  les composantes de la vitesse projetée du Soleil, on a

$$k^2 u^2 + h^2 v^2 = k^2 (r \cos \theta - u_0)^2 + h^2 (r \sin \theta - v_0)^2$$

et le nombre d'étoiles ayant les mouvements dans les directions entre  $\theta$  et  $\theta + d\theta$  est donné par l'intégrale

$$(34) \quad \rho(\theta) d\theta = \frac{nhk}{\pi} \int_0^\infty e^{-k^2(r \cos \theta - u_0)^2 - h^2(r \sin \theta - v_0)^2} r dr d\theta,$$

$$du dv = r dr d\theta.$$

Par l'emploi des variables nouvelles

$$(35) \quad \begin{aligned} p &= h^2 \cos^2 \theta + h^2 \sin^2 \theta, \\ \xi \sqrt{p} &= u_0 k^2 \cos \theta + v_0 h^2 \sin \theta, \\ x &= r \sqrt{p} - \xi, \end{aligned}$$

on obtient pour  $\rho(\theta) d\theta$  l'expression

$$(36) \quad \rho(\theta) d\theta = \frac{nhk}{\pi} d\theta e^{-h^2u_0^2 - h^2v_0^2} \frac{1}{p} \left( \frac{1}{2} + \xi e^{\xi^2} \int_{-\xi}^\infty e^{-x^2} dx \right)$$

ou, avec la notation d'Eddington,

$$\rho(\theta) d\theta = \frac{nhk}{\pi} d\theta e^{-h^2u_0^2 - h^2v_0^2} \frac{1}{p} f(\xi).$$

La fonction  $f(\xi)$  représente les courbes d'un courant sphérique

---

(1) K. SCHWARZSCHILD, *Ueber die Eigenbewegungen der Fixsterne* (Nachr. d. Kgl. Ges. d. Wiss., Göttingen, 1907, p. 614. Nous employons l'exposé et les notations d'Eddington d'après *Stellar Movements and the Structure of Universe*, Macmillan et Co, London, 1914.

simple; par contre le facteur  $\frac{1}{p}$  correspond à une ellipse, de sorte qu'on obtient pour  $\rho(\theta)$  une courbe approximativement elliptique dont la forme et la position dépendent des valeurs de cinq constantes seulement  $h, k, \theta_0, u_0$  et  $v_0$ , le nombre d'étoiles  $n$  étant donné par des observations.

*Or, les courbes de fréquence que nous avons obtenues pour les mouvements d'étoiles entre la 5<sup>e</sup>,0 et 16<sup>e</sup>,0 grandeur stellaire correspondent dans 22 cas à la distribution des vitesses au hasard suivant l'hypothèse des deux courants simples; dans 13 cas la distribution des vitesses est en même temps conforme à l'hypothèse ellipsoïdale; dans 9 cas elle est nettement opposée à cette dernière.*

*Cette conclusion pourtant n'est pas définitive, la distribution des mouvements au-dessous de la limite de 0",02 par an étant inconnue.*

**26. Hypothèse de V. L. C. Charlier.** — Tandis que les théories précédentes prenaient en considération seulement les directions des mouvements, V. L. C. Charlier a donné (1) une méthode générale d'analyse des mouvements stellaires quant à la grandeur par l'application des principes de la statistique mathématique. En appelant  $u, v, w$  les composantes du mouvement linéaire dans l'espace, le nombre d'étoiles ayant des composantes de vitesse dans les limites  $u + du, v + dv, w + dw$  peut être exprimée par le produit

$$F(u, v, w) du dv dw,$$

où  $F(u, v, w)$  est une fonction de corrélation du type A, qui, pour  $i + j + k \geq 3$  peut être développée en série

$$(37) \quad F(u, v, w) = \varphi(u, v, w) + \Sigma A_{i,j,k} \frac{\partial^{i+j+k} \varphi(u, v, w)}{\partial^i u \partial^j v \partial^k w}.$$

La fonction génératrice  $\varphi(u, v, w)$  est de la forme

$$\varphi(u, v, w) = H e^{-(a_{11}u^2 + a_{22}v^2 + r_{33}w^2 + 2a_{12}uv + 2a_{13}uw + 2a_{23}vw)} = H e^{-f}.$$

---

(1) V. L. C. CHARLIER, *The Motion of the Stars* (Medd. Lunds Obs. Bd, 1<sup>re</sup> série).

La surface  $f = \text{const.}$  représente un ellipsoïde de vitesses, analogue mais essentiellement différent de celui de l'hypothèse de Schwarzschild,  $u, v, w$  étant les vitesses linéaires; les constantes caractéristiques  $H, a_{i,k}, A_{i,j,k}$  du développement (37), ainsi que les axes de l'ellipsoïde des vitesses peuvent être déduites d'après les observations à l'aide des fonctions des moments.

Sous certaines hypothèses concernant la distance des astres, la méthode est applicable aux mouvements apparents; le nombre des constantes à déterminer étant assez élevé, elle se prête pour l'analyse des mouvements dans les régions uniformément disposées pour le Ciel.

La méthode est très générale : si l'on se borne, dans le développement (37), au premier terme du second membre, on retrouve l'hypothèse ellipsoïdale de Schwarzschild comme cas particulier

$$F(u, v) = \varphi(u, v).$$

En remplaçant la fonction génératrice indiquée par la somme de deux fonctions du type (26),

$$F(u, v) = n_1 \varphi_1(u, v) + n_2 \varphi_2(u, v),$$

on est conduit à l'hypothèse d'Eddington.

**27. Les apex des deux courants.** — Dans ce qui suit nous donnons les résultats des calculs des apex des courants stellaires. Il est vrai que les régions, prises par les frères Henry comme poses de recherches pour la future Carte du Ciel, ne sont pas disposées trop favorablement en vue de ces déterminations, les déclinaisons des centres des régions étant comprises entre des limites assez étroites de l'hémisphère boréal de  $+30^\circ$  à  $+70^\circ$  seulement. Mais les régions forment quatre groupes disposés dans toutes les ascensions droites.

Le calcul des apex a été effectué à l'aide des mouvements moyens des courants déterminés pour chaque région. On a éliminé les quatre étoiles les plus rapides et les douze compagnons animés d'un mouvement parallèle, de sorte que conformément au Tableau IV, la somme totale d'étoiles utilisées est de 3786; les courbes de fréquence ont permis de répartir les étoiles d'après les angles de position du mouvement.

TABLE IV.

*Mouvements moyens.*

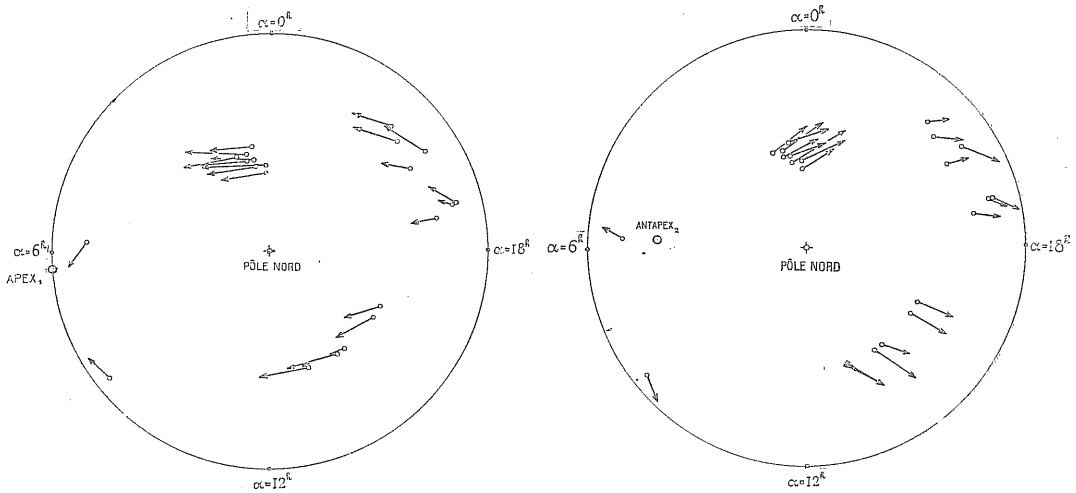
Région n <sup>o</sup> .	Coordonnées du centre.		I. Courant.		Nombre d'étoiles.	II. Courant.		Nombre d'étoiles.	
			$\mu_{\alpha}$ .	$\mu_{\delta}$ .		$\mu_{\alpha}$ .	$\mu_{\delta}$ .		
1...	h m	o'	+4",15	+0",53	133	-2",89	-1",75	52	
2...	0.10,1	69. 7	+5,32	+0,70	68	-4,19	-1,44	24	
3...	0.10,5	67.10	+3,95	-0,85	89	-3,38	-0,43	37	
4...	0.39,2	65. 9	+4,04	-0,34	74	-3,68	-0,58	29	
5...	0.39,3	61. 9	+4,95	-0,89	76	-5,11	-1,90	21	
6...	0.39,3	67. 6	+4,25	-0,67	125	-3,60	-0,66	68	
7...	0.53,6	65.13	+5,54	-1,63	53	-4,04	-1,28	14	
8...	1.19,8	63. 3	+4,88	-1,22	59	-3,93	-1,14	16	
9...	5.45,9	32.36	+2,61	-2,86	56	-1,01	-3,32	29	
10...	8.34,0	20.18	-2,73	-2,15	84	+2,09	-2,59	98	
11...	13.11,2	56. 7	-4,50	+0,63	71	+2,69	-3,44	54	
12...	14.11,9	56. 0	-5,60	+1,83	77	+1,60	-4,85	56	
13...	14.31,0	55.58	-4,25	+1,79	423	+1,49	-2,47	83	
14...	15.51,7	56. 5	-3,36	+2,43	100	+0,27	-4,29	93	
15...	16.11,9	56. 4	-2,64	+3,24	125	+0,43	-4,01	109	
16...	18.41,1	39.27	+0,14	+3,47	80	-0,75	-3,88	104	
17...	18.49,1	31. 4	+0,68	+2,17	177	-1,07	-2,64	253	
18...	18.50,0	29. 5	+2,29	+3,89	50	-1,57	-4,15	72	
19...	20. 2,7	42. 4	+1,88	+2,86	217	-0,70	-2,90	186	
20...	20.12,0	33. 6	+3,92	+3,05	48	-2,92	-4,62	58	
21...	20.41,3	39.54	+3,34	+2,21	85	-1,86	-2,75	81	
22...	21.11,9	38. 0	+3,31	+2,22	159	-1,16	-2,49	120	
			Somme $n_1 = 2129$				Somme $n_2 = 1657$		

Les étoiles sont réparties respectivement dans la proportion de 56,2 et 43,8 pour 100 dans le premier et le second courant.

L'ensemble des mouvements moyens des courants est représenté graphiquement sur la figure 32. Les flèches montrent le premier et le second courant sur l'hémisphère boréal en projection orthographique, et une première vue de ces ensembles montre la possibilité de déterminer les apex.

28. Les calculs ont été effectués à l'aide de la méthode d'Airy sans avoir fait, pour la première approximation, aucune hypothèse sur la distance des étoiles. En appelant X, Y, Z les projections

d'un vecteur  $V$  sur trois axes rectangulaires  $x, y, z$  orientées vers le point vernal, vers le point dont l'ascension droite est  $90^\circ$  et vers le pôle Nord respectivement,  $\alpha, \delta$  l'ascension droite et la déclinaison.



[Fig. 32. — Star-streaming en projection orthographique.]

raison du centre d'une région,  $\mu$  la projection du vecteur  $V$  sur le plan tangent de ce centre,  $\mu_\alpha, \mu_\delta$  les projections du vecteur  $\mu$  suivant le cercle de déclinaison et suivant le méridien, nous avons

$$(38) \quad \begin{cases} -X \sin \alpha + Y \cos \alpha = \mu_\alpha, \\ -X \cos \alpha \sin \delta - Y \sin \alpha \sin \delta + Z \cos \delta = \mu_\delta, \\ X^2 + Y^2 + Z^2 = V^2. \end{cases}$$

Ces équations étant valables pour chacune de nos régions, il suffit de donner leur signification aux quantités dans ces équations :  $\mu_\alpha, \mu_\delta$  correspondent au mouvement moyen du courant dans la région,  $V$  au mouvement vrai dans l'espace exprimés en secondes d'arc. Nous aurons ainsi un système de 22 équations de la forme

$$\begin{aligned} -X \sin \alpha_i + Y \cos \alpha_i &= \mu_{\alpha i} \\ -X \cos \alpha_i \sin \delta_i - Y \sin \alpha_i \sin \delta_i + Z \cos \delta_i &= \mu_{\delta i} \\ X^2 + Y^2 + Z^2 &= V^2. \end{aligned} \quad (i = 1, 2, \dots, 22),$$

En appliquant la méthode des moindres carrés, on a, les

signes  $\Sigma$  s'étendant à tous les  $i$ ,

$$(39) \left\{ \begin{aligned} &+ X \Sigma (\sin^2 \alpha_i + \cos^2 \alpha_i \sin^2 \delta_i) - Y \Sigma \sin \alpha_i \cos \alpha_i \cos^2 \delta_i - Z \Sigma \cos \alpha_i \sin \delta_i \cos \delta_i \\ &\qquad\qquad\qquad = - \Sigma (\mu_{\alpha_i} \sin \alpha_i + \mu_{\delta_i} \cos \alpha_i \sin \delta_i) = M_1, \\ &- X \Sigma \sin \alpha_i \cos \alpha_i \cos^2 \delta_i + Y \Sigma (\cos^2 \alpha_i + \sin^2 \alpha_i \sin^2 \delta_i) - Z \Sigma \sin \alpha_i \sin \delta_i \cos \delta_i \\ &\qquad\qquad\qquad = + \Sigma (\mu_{\alpha_i} \cos \alpha_i - \mu_{\delta_i} \sin \alpha_i \sin \delta_i) = M_2, \\ &- X \Sigma \cos \alpha_i \sin \delta_i \cos \delta_i + Y \Sigma \sin \alpha_i \sin \delta_i \cos \delta_i + Z \Sigma \cos^2 \delta_i = + \Sigma \mu_{\delta_i} \cos \delta_i = M_3. \end{aligned} \right.$$

Les coefficients numériques dans les premiers membres de ces équations sont fonctions de  $\alpha_i$  et  $\delta_i$  seulement, on a l'avantage d'exprimer  $x, y, z$  en fonctions de  $M_1, M_2, M_3$ . D'après nos 22 régions nous avons la solution numérique suivante :

$$\begin{aligned} &+ 18,4145 X + 1,0549 Y - 2,6061 Z = M_1, \\ &+ 1,0549 X + 16,4559 Y + 3,0655 Z = M_2, \\ &- 2,6061 X + 3,0655 Y + 9,1296 Z = M_3, \end{aligned}$$

d'où

$$(40) \left\{ \begin{aligned} &0,8872 X = + 0,5091 M_1 - 0,0637 M_2 + 0,1667 M_3, \\ &0,8872 Y = - 0,0637 M_1 + 0,5831 M_2 - 0,2140 M_3, \\ &0,8872 Z = + 0,1667 M_1 - 0,2140 M_2 + 1,0913 M_3. \end{aligned} \right.$$

**29. Solution numérique.** — Pour la première approximation nous n'avons pas tenu compte de l'influence de la parallaxe séculaire, très inégale pour les étoiles de grandeurs aussi différentes que les nôtres et minime pour les étoiles très faibles.

Substituant pour  $\mu_{\alpha_i}, \mu_{\delta_i}$  les valeurs de la Table XI nous trouvons pour les deux courants

$$\begin{aligned} M_1 &= - 1,280, & M_1 &= + 1,935, \\ M_2 &= + 80,469, & M_1 &= - 59,975, \\ M_3 &= + 14,735, & M_3 &= - 38,664. \end{aligned}$$

Les vecteurs  $V$  et les projections  $X, Y, Z$  ont les valeurs suivantes, avec leurs erreurs probables,

$$\begin{aligned} X_1 &= - 0,373 \pm 0,111 & X_2 &= - 0,185 \pm 0,150 \\ Y_1 &= + 4,942 \pm 0,119 & Y_2 &= - 3,023 \pm 0,161 \\ Z_1 &= - 0,152 \pm 0,162 & Z_2 &= - 3,273 \pm 0,219 \\ V_1 &= + 4,958 \pm 0,132 & V_2 &= + 4,459 \pm 0,275 \end{aligned}$$

et les positions des apex sous l'orientation indiquée des axes sont



enfin

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= + 94^{\circ}, 3 \pm 1^{\circ}, 3 & \alpha_2 &= + 266^{\circ}, 5 \pm 2^{\circ}, 9 \\ \delta_1 &= - 1^{\circ}, 7 \pm 1^{\circ}, 9 & \delta_2 &= - 47^{\circ}, 2 \pm 2^{\circ}, 0 \end{aligned}$$

Les écarts moyens entre les angles de direction observés, appelés  $\mu$  sur nos diagrammes et ceux  $\lambda$  calculés, sont

$$(\mu - \lambda)_1 = \pm 4^{\circ}, 8 \quad (\mu - \lambda)_2 = \pm 7^{\circ}, 8 \quad (1)$$

pour les deux courants respectivement.

Sans vouloir exagérer l'importance de ces résultats provisoires, provenant en plus de l'examen d'une petite partie du Ciel, nous voulons seulement remarquer que les valeurs pour l'ascension droite s'accordent bien avec les résultats de M. Eddington, et nous trouvons un accord complet avec la détermination de M. Halm.

30. Nous nous limitons à la simple constatation de l'existence du troisième courant, indiqué pour la première fois par M. Halm (*Monthly Notices*, t. 71, p. 610), bien visible sur les diagrammes de nos régions n<sup>os</sup> 12, 13 et 14. La disposition trop boréale de ces clichés ne permettait pas la détermination de l'apex de ce troisième courant, confondu généralement avec le premier courant; néanmoins la position en déclinaison doit être d'environ 30° plus australe, en accord avec M. Halm. La détermination exigerait l'examen des régions équatoriales du Ciel comprises entre les ascensions droites de 9<sup>h</sup> à 15<sup>h</sup> et de 21<sup>h</sup> à 3<sup>h</sup>.

Il est aussi à remarquer que le mouvement moyen des dix étoiles les plus belles de l'amas de Præsepe est, d'après le catalogue de L. Boss,  $\mu_\alpha = - 3''$ , 12 et  $\mu_\delta = - 1''$ , 80 par siècle et coïncide, à peu près, avec le mouvement du premier courant de Kapteyn pour la région (n<sup>o</sup> 10), ce qui semblerait indiquer que cet amas lui appartient.

#### IV. — L'APEX SOLAIRE.

31. Nous avons essayé de déterminer l'apex solaire à l'aide de deux méthodes.

La première est basée sur les mouvements moyens déterminés

---

(1) Pour obtenir ce dernier chiffre on a exclu la région n<sup>o</sup> 9, située trop près de l'antiapex respectif.

dans chaque région à l'aide de toutes étoiles dont le mouvement dépassait une certaine limite. Nous avons effectué ce calcul deux fois : 1° pour 402 étoiles ayant le mouvement supérieur à 0",08 par an, sans égard à la grandeur stellaire; 2° pour 1111 étoiles ayant le mouvement supérieur à 0",05, divisées en quatre groupes d'après les grandeurs 8-10, 10-12, 12-14, 14-16°.

Nous avons obtenu, pour ces cinq groupes, les chiffres suivants :

$\mu \geq 0",08,$	$\mu \geq 0",05.$			
Gr. ph. 5,0-10,0.	Gr. ph. 8,0-10,0.	10,0-12,0.	12,0-14,0.	14,0-16,0.
$\alpha = + 292^{\circ}, 2$	+ 264°, 5	+ 291°, 0	+ 296°, 4	+ 290°, 7
$\delta = + 45^{\circ}, 9$	+ 46°, 4	+ 49°, 1	+ 48°, 3	+ 41°, 7

La moyenne de ces chiffres est enfin

$$\alpha_* = + 286^{\circ}, 9$$

$$\delta_* = + 46^{\circ}, 3$$

La deuxième méthode applicable à la détermination de l'apex solaire est celle de M. Eldington. Elle considère le mouvement solaire comme résultant des mouvements des courants et exige la connaissance des vitesses  $v_1$  et  $v_2$  des courants. Sans avoir des résultats définitifs sur cette valeur, nous avons supposé que le mouvement solaire peut être considéré comme résultante cinématique des vecteurs  $V_1$  et  $V_2$ , chacun multiplié par son poids respectif, donné par le nombre d'étoiles qui participent à ces courants. Le mouvement solaire est ainsi représenté par la demi-hypoténuse dans le parallélogramme formé par les vecteurs  $n_1 V_1$  et  $n_2 V_2$ , où  $V_1$  et  $V_2$  sont les mouvements moyens des deux courants,  $n_1$  et  $n_2$  les nombres d'étoiles participantes, de sorte que  $n_1 + n_2 = n$  est la somme totale d'étoiles. L'angle formé par les vecteurs  $V_1$  et  $V_2$  ou celui des deux courants dans l'espace étant de 130°33', nous trouvons comme position de l'apex solaire

$$\alpha_* = + 281^{\circ}, 3,$$

$$\delta_* = + 45^{\circ}, 6.$$

*La plus grande partie de nos étoiles étant entre la 10°,0 et la 16°,0 grandeur photographique, ces résultats confirment le fait que l'ascension droite et la déclinaison de l'apex solaire augmentent quand la grandeur des étoiles diminue.*

## V. — RECHERCHES SUR LES GRANDEURS PHOTOGRAPHIQUES.

32. La détermination des grandeurs stellaires photographiques sur tous les clichés a été faite sans égard à la longueur de la pose, à l'aide de l'échelle photographique établie pour le Catalogue photographique International et en usage constant à l'Observatoire de Paris. Les mesures faites ainsi présentent l'avantage d'une uniformité, mais les valeurs mesurées ne sont que fictives et une réduction était nécessaire pour obtenir les grandeurs vraies.

Le problème ne se serait pas posé si l'on avait fait sur chaque cliché récent une pose supplémentaire d'une Séquence Harvard, ou de la Séquence du pôle Nord, d'une longueur égale à celle de la région photographiée. Si ce travail n'a pas été fait, c'est pour deux raisons : il aurait plus que doublé l'effort nécessaire pour l'exécution des clichés récents et, en plus, deux photographies superposées présenteraient des difficultés évidentes et trop sérieuses pour la comparaison avec des clichés anciens : en particulier, les étoiles avec un fort mouvement auraient été perdues presque certainement.

Nous avons cherché alors une autre solution en nous appuyant sur des considérations théoriques combinées avec nos résultats expérimentaux. La grandeur photographique vraie d'une étoile peut être déduite du diamètre  $D$  du disque tracé sur la plaque photographique. Si pour le temps de pose  $t_0$  l'étoile donne une image de diamètre  $D_0$ , on trouve pour le temps de pose quelconque  $t$  le diamètre  $D$  de l'image correspondante par la formule empirique (1)

$$(41) \quad D = D_0 \sqrt[4]{\frac{t}{t_0}}.$$

En désignant par  $m$  la grandeur photographique de l'étoile, par  $H$  son éclat relatif, on a, d'après la loi de Pogson,

$$m = -2,5 \log H;$$

---

(1) M. DUNÉR, *Analyse d'un Mémoire de M. Charlier sur les grandeurs photographiques des étoiles* (Bull. International de la Carte du Ciel, 1889, p. 98).

H peut être exprimé en fonction du diamètre D par la série (1)

$$H = p D^\alpha (1 + \beta_1 D + \beta_2 D^2 + \dots),$$

où  $p$ ,  $\alpha$ ,  $\beta_k$  sont des constantes pour un temps de pose donné. En limitant cette série à son premier terme et en posant  $a = -2,5 \log p$  et  $b = 2,5 \alpha$ , on obtient finalement

$$(42) \quad m = a - b \log D,$$

formule fréquemment employée. L'exposant  $\alpha$ , conformément aux recherches de K. Schwarzschild, peut être considéré comme une constante indépendante du temps; par conséquent  $b$  aussi. Puisque  $m$  est une quantité indépendante du temps, nous avons pour deux temps de pose  $t$  et  $t_0$  les équations

$$\begin{aligned} m &= a - b \log D, \\ m &= a_0 - b \log D_0, \\ \log D &= \log D_0 + \frac{1}{4} b \log \frac{t}{t_0} \end{aligned}$$

et finalement

$$(43) \quad a = a_0 + \frac{1}{4} b \log \frac{t}{t_0},$$

équation qui détermine  $a$  comme fonction du temps de pose  $t$  (2).

**33. Équation de réduction.** — Notre échelle ayant été calculée et construite pour le temps de pose  $t_0 = 5$  minutes, nos grandeurs

(1) CH. TRÉPIED, *Sur la construction des échelles de grandeur pour les cartes à trois poses de 30 minutes* (Bull. Int. de la Carte du Ciel, vol. 3, p. 82. *Détermination des grandeurs photographiques des étoiles du Catalogue* (Bull. Int. de la Carte du Ciel, vol. 2, p. 353).

(2) Par contre, la quantité  $b$  est en liaison avec le facteur numérique  $f$  par lequel il faut multiplier le diamètre relatif à une grandeur  $m$  quelconque pour obtenir celui qui correspond à la grandeur  $m + 1$ . On a, les diamètres respectifs étant  $D_0$  et  $D'_0$ ,

$$\log f = \log D_0 / D'_0 = -1/b.$$

Pour le temps de pose  $t$ , qui augmente la grandeur des images sur la plaque (ou diminue  $m$ ), on a enfin la relation

$$\log t/t_0 = 4/b.$$

mesurées  $m^*$  sont données par la formule

$$m^* = a_0 - b \log D_0.$$

Sous l'hypothèse que la sensibilité de nos plaques a été la même que celle des plaques ayant servi aux recherches et à la construction de l'échelle, nous aurions dû pouvoir appliquer, en conséquence, la formule donnant les grandeurs vraies

$$m = a_0 + \frac{1}{4} b \log \frac{t}{t_0} - \log D_0 = m^* + \frac{1}{4} b \log \frac{t}{t_0};$$

en d'autres termes, nos grandeurs  $m^*$  pourraient être réduites aux grandeurs vraies par l'application d'une constante additive dépendant seulement de  $t$ ,

$$(44) \quad d_0(t) = \frac{1}{4} b \log \frac{t}{t_0}.$$

Or, nous avons trouvé par la voie d'expérience une légère différence : le gain en grandeur stellaire s'est montré fonction de

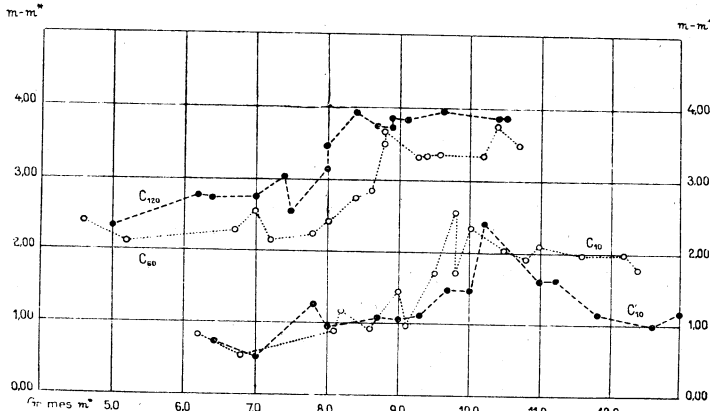


Fig. 33. — Valeurs de  $m - m^*$  pour la région Séquence Harvard  
AR =  $23^h$ ; DEC =  $+24^{\circ}30'$ .

la grandeur  $m^*$  elle-même et nous étions conduits à chercher une représentation de nos grandeurs par la formule

$$(45) \quad m = m^* + \frac{1}{4} b \log \frac{t}{t_0} + \delta(m^*),$$

où la fonction  $\delta(m^*)$  est à déterminer numériquement.

34. **Fonction  $d_0(t)$ .** — Pour trouver les valeurs de la fonction  $d_0(t)$ , nous avons mesuré, sur chaque cliché récent, les grandeurs de toutes les étoiles que nous avons trouvées dans le *Henry Draper Catalogue*. Les étoiles les plus belles sur nos clichés, des 5, 6 et 7<sup>e</sup> grandeurs fictives, sont parmi les plus faibles dans le *Draper Catalogue*. Pour ces étoiles nous avons supposé nulles les valeurs de  $\delta(m^*)$  de sorte qu'on a simplement

$$m - m^* = d_0(t),$$

les mesures faites pour nos clichés de repère montrent que l'hypothèse est légitime.

A titre de comparaison seulement, nous avons déterminé aussi pour lesdites étoiles les différences entre les grandeurs visuelles du *Catalogue Argelander* et les grandeurs fictives mesurées sur nos plaques (1) :

$$m_{\text{vis}} - m^* = d'_0(t).$$

Les valeurs des  $d_0(t)$  et  $d'_0(t)$ , déterminées ainsi à l'aide d'une vingtaine d'étoiles pour chaque cliché, sont contenues dans le Tableau V.

TABLE V.

Région.	$t$ .	$d_0(t)$ .	$d'_0(t)$ .	Région.	$t$ .	$d_0(t)$ .	$d'_0(t)$ .
1....	120 <sup>m</sup>	2,96	2,32	12....	80 <sup>m</sup>	2,47	1,60
2....	80	2,19	1,67	13....	80	2,83	1,86
3....	60	2,40	1,96	14....	95	2,31	1,22
4....	90	2,86	2,54	15....	100	2,72	1,82
5....	80	2,62	1,86	16....	95	1,96	1,30
6....	90	2,92	2,58	17....	90	2,62	2,32
7....	75	2,63	2,16	18....	120	1,67	1,26
8....	97	1,82	1,54	19....	50	2,11	1,84
9....	60	2,47	1,93	20....	90	2,42	2,09
10....	120	2,32	1,75	21....	60	1,81	1,51
11....	70	1,94	0,99	22....	60	2,30	1,81
				Pléiades	30	1,95	"

(1) En appliquant  $= d'_0(t)$  au lieu de  $d_0(t)$ , l'équation (45) donne approximativement les grandeurs photo-visuelles, c'est-à-dire celles basées sur les grandeurs du *Catalogue Argelander*.

35. Fonction  $\delta(m^*)$ . — Pour trouver les valeurs de la fonction  $\delta(m^*)$  nous avons eu recours à quatre clichés supplémentaires

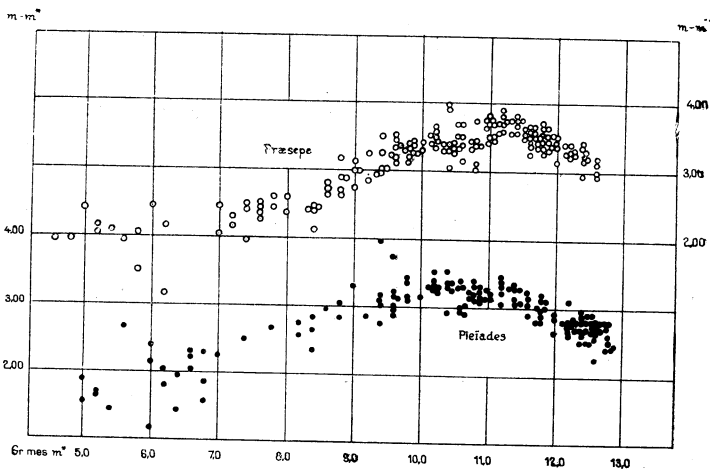


Fig. 34 — Valeurs de  $m - m^*$  pour les Pléiades et Præsepe.

des régions ci-après, pour lesquelles les grandeurs vraies photographiques sont connues et contenant :

- 1° Deux poses de 60 et 10<sup>m</sup> de la Séquence Harvard,  $\alpha = 23^h$ ,  $\delta = 24^{\circ}30'$ ;
- 2° Deux poses de 120 et 10<sup>m</sup> de la même Séquence;
- 3° Une pose de 30<sup>m</sup> des Pléiades;
- 4° Une pose de 120<sup>m</sup> de l'amas de Præsepe.

La Table VI donne les grandeurs vraies d'étoiles de la Séquence Harvard,  $\alpha = 23^h$ ,  $\delta = 24^{\circ}30'$ , déterminées par Miss Henriette Leavitt (*Harvard Annals*, vol. 83, n° 1) et nos grandeurs fictives  $m^*$  de ces étoiles pour quatre poses de 120, 10, 60 et 10<sup>m</sup> sur nos clichés; enfin les différences respectives  $m - m^*$ .

Les temps de pose ont été choisis de cette manière afin de permettre une interpolation pour les clichés examinés.

TABLE VI.

Étoile. n <sup>o</sup> .	Grandeur ph. vraie.	Grandeur mesurée $m^*$ pour la pose de				Valeurs de $d_0(t) + \delta(m^*)$ pour la pose de			
		120 <sup>m</sup> .	10 <sup>m</sup> .	60 <sup>m</sup> .	10 <sup>m</sup> .	120 <sup>m</sup> .	10 <sup>m</sup> .	60 <sup>m</sup> .	10 <sup>m</sup> .
1.....	7,00	»	6,3	4,6	6,2	»	0,70	2,40	0,80
2.....	7,31	5,0	7,0	5,2	6,8	2,31	0,31	2,11	0,51
3.....	8,97	6,2	8,0	6,7	8,1	2,77	0,97	2,27	0,87
4.....	9,12	6,4	7,9	7,0	8,2	2,72	1,22	2,12	0,96
5.....	9,76	7,0	8,7	7,2	8,6	2,76	1,06	2,56	1,12
6.....	10,02	7,5	9,0	7,8	9,1	2,52	1,02	2,22	0,92
7.....	10,42	7,4	9,3	8,0	9,0	3,02	1,12	2,42	1,42
8.....	11,16	8,0	9,7	8,4	9,5	3,16	1,46	2,76	1,66
9.....	11,43	8,0	10,0	8,6	9,8	3,43	1,43	2,83	1,63
10.....	12,32	8,4	10,0	8,8	9,8	3,92	2,32	3,52	2,52
11.....	12,41	8,7	10,1	8,8	10,1	3,71	2,40	3,61	2,31
12.....	12,58	8,9	11,0	9,3	10,5	3,68	1,58	3,28	2,00
13.....	12,70	8,9	11,2	9,4	10,8	3,80	1,60	3,30	1,90
14.....	12,94	9,1	11,8	9,6	10,9	3,84	1,14	3,34	2,04
15.....	13,56	9,6	12,6	10,2	11,6	3,96	0,96	3,36	1,96
16.....	14,15	10,4	13,0	10,4	12,4	3,75	1,15	3,75	1,75
17.....	14,17	10,4	»	10,7	12,2	3,77	»	3,47	1,97

Les grandeurs vraies d'étoiles dans les régions des Pléiades et de Præsepe ont été prises d'après les déterminations de M. E. Hertzsprung (*Astr. Nachr.*, n<sup>os</sup> 4767 et 4901). Sans reproduire les mesures nous donnons dans les Tables VII et VIII les valeurs de la somme  $d_0(t) + \delta(m^*)$  en grandeurs, en ayant groupé les étoiles d'après les grandeurs fictives  $m^*$ .

La comparaison porte sur 152 étoiles des Pléiades et 174 de l'amas de Præsepe. Les différences  $m - m^*$  montrent des écarts accidentels moins grands que pour la Séquence Harvard, circonstance qui peut provenir de l'achromatisme des objectifs et de la sensibilité des plaques photographiques employées.



TABLE VII.

*Valeurs de  $m - m^*$  pour la région des Pléiades.*

$m^*$	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6
	1,56	1,67	1,42	2,65		2,15	2,05	1,43	2,05	1,85	2,25		2,50	
	1,87	1,65				1,19	1,90	1,95	2,30	2,30				
						2,40			2,25	1,57				
Moy...	1,71	1,66	1,42	2,65		1,91	1,97	1,69	2,20	1,91	2,25		2,50	
$m^*$	7,8	8,0	8,2	8,4	8,6	8,8	9,0	9,2	9,4	9,6	9,8	10,0	10,2	
	2,66		2,58	2,85	2,97	3,04	3,28	2,85	3,18	3,17	3,16	3,14	3,27	
			2,74	2,65		2,83			3,98	3,21	3,37		3,23	
				2,36									3,54	
									2,74	3,77	3,13		3,40	
									3,04	3,16	3,42		3,40	
									3,07	2,96			3,34	
										2,83			3,29	
										3,01			3,28	
Moy.	2,66		2,66	2,62	2,97	2,93	3,28	2,85	3,00	3,16	3,27	3,14	3,34	
$m^*$	10,4	10,6	10,8	11,0	11,2	11,4	11,6	11,8	12,0	12,2	12,4	12,6	12,8	
	3,39	2,92	3,19	3,07	3,45	3,35	3,17	2,89	2,84	2,67	2,87	2,67	2,40	
	3,30	3,29	3,10	3,05	3,21	3,05	3,22	2,78	2,91	2,71	2,71	2,77	2,49	
	3,38	3,39	3,14	3,22	3,06	3,27	3,04	2,78	2,65	3,12	2,68	2,74	2,38	
	3,55	3,26	3,40		3,29	3,27	2,89	3,18		2,80	2,70	2,80	2,56	
	3,26	2,99	3,31		3,27	3,10				2,64	2,51	2,81	2,45	
	2,90	2,87	3,17		3,04	3,04				3,12	2,84	2,90	2,43	
		3,03	3,25		3,25	3,25				3,09	2,80	2,82	2,26	
			3,20							2,97	2,82	2,50	2,69	
			3,09							2,96		2,65	2,59	
			3,29									2,78	2,77	
			3,12									2,95	2,77	
												2,82		
												2,78		
												2,78		
												2,49		
												2,87		
Moy.	3,30	3,11	3,20	3,11	3,26	3,19	3,08	2,97	2,80	2,80	2,74	2,69	2,45	

TABLE VIII.

*Valeurs de  $m - m^*$  pour la région de Præsepe.*

$m^*$	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2
	1,98	1,97	2,41	2,17	2,12	1,95	1,47	2,42	2,17				2,43	2,29
				2,06			2,06		1,15				2,04	2,14
Moy...	1,98	1,97	2,41	2,11	2,12	1,95	1,77	2,42	1,66				2,23	2,21

$m^*$	7,4	7,6	7,8	8,0	8,2	8,4	8,6	8,8	9,0	9,2	9,4	9,6	9,8	10,0
	2,49	2,38	2,60	2,60		2,40	2,71	3,19	2,99	3,22	3,48	3,33	3,41	3,25
	2,39	2,46	2,44	2,39		2,12	2,79	2,64	3,14	2,83	3,04	3,46	3,21	3,44
	1,97	2,51				2,43	2,56	2,70	2,98		2,99	3,11	3,36	
		2,27				2,50		2,91	2,73		3,02	3,52	3,38	
						2,39		2,90			2,94	3,20	3,28	
											3,25	3,38	3,32	
												3,23	3,39	
													3,25	
Moy...	2,28	2,40	2,52	2,50		2,37	2,68	2,87	2,96	3,02	3,12	3,32	3,32	3,34

$m^*$	10,2	10,4	10,6	10,8	11,0	11,2	11,4	11,6	11,8	12,0	12,2	12,4	12,6	12,8
	3,44	3,40	3,68	3,75	3,49	3,58	3,77	3,55	3,44	3,15	3,40	3,18	3,02	
	3,47	3,29	3,70	3,39	3,68	3,79	3,58	3,62	3,55	3,43	3,42	3,36	3,12	
	3,58	3,38	3,14	3,09	3,46	3,88	3,74	3,69	3,61	3,38	3,32	3,20	2,96	
	3,67	3,29	3,48	3,02	3,82	3,47	3,79	3,47	3,70	3,47	3,30	3,28	3,20	
	3,40	3,90	3,39	3,42	3,58	3,70	3,73	3,36	3,37		3,23	3,40		
	3,53	3,94	3,48	3,40	3,60	3,74	3,54	3,63	3,52		3,26	2,93		
	3,36	3,34		3,45	3,67	3,72	3,54	2,54	3,38		3,25	3,20		
		3,06		3,37	3,68			3,61	3,26					
		3,36			3,50			3,59	3,43					
		3,29			3,42			3,53	3,64					
		3,39						3,52	3,50					
								3,28	3,51					
									3,35					
									3,44					
									3,37					
Moy...	3,49	3,42	3,48	3,36	3,62	3,70	3,67	3,53	3,47	3,36	3,31	3,22	3,07	

36. Les différences  $m - m^*$  acquises ainsi pour un nombre suffisamment grand d'étoiles pour chacun des clichés de repère, on peut trouver  $\delta(m^*)$  sans peine en se rappelant que  $d_0(t)$  est une fonction du temps de pose et par conséquent une constante pour chaque cliché. Ayant égard que pour les étoiles de grandeurs  $4^e, 6 - 6^e, 4$  les valeurs de  $m - m^*$  oscillent autour de la

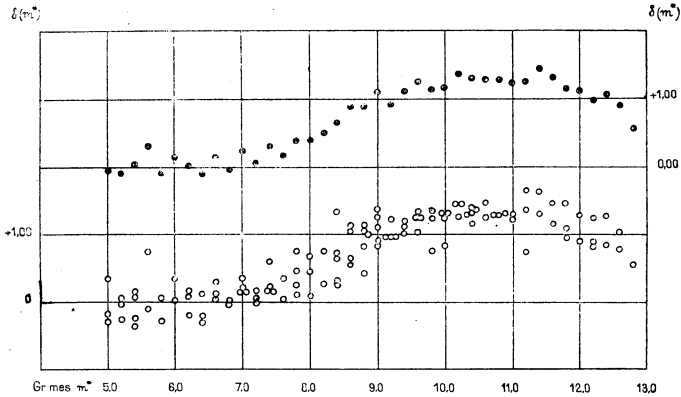


Fig. 35. — Valeurs  $\delta(m^*)$  d'après le Tableau V (cercles); valeurs moyennes (points)

valeur théorique  $d_0(t)$  donnée par l'équation (44), on peut supposer  $\delta(m^*)$  nul pour ces étoiles et l'on détermine  $d_0(t)$  comme moyenne des différences  $m - m^*$ . Ensuite on a pour les autres grandeurs

$$\delta(m^*) = m - m^* - d_0(t).$$

Le Tableau IX contient l'ensemble des valeurs de  $d_0(t)$  et de  $\delta(m^*)$  ainsi déduites dans cinq séries dont deux pour les régions des Pléiades et de Præsepe, deux pour les poses de 60 à 120<sup>m</sup> de la Séq. Harvard indiquée et la dernière provient de la comparaison du cliché des Pléiades avec la détermination de Miss H. Leavitt (*Harv. Annals*, vol. 71, The North Polar Sequence, The Sequence in the Pleiades, p. 53) (1).

(1) Nous avons pu utiliser les grandeurs de 14 étoiles les plus faibles de cette Séquence.

TABLE IX.

*Ensemble des valeurs observées de  $d_0(t)$  et  $\delta(m^*)$  : a Pléiades (Hertz.);  
b Præsepe; c Séq. Harv. 60<sup>m</sup>; d Séq. Harv. 120<sup>m</sup>; e Pléiades (Leavitt).*

*Valeurs  $d_0(t)$ .*

<i>a.</i>	<i>b.</i>	<i>c.</i>	<i>d.</i>	<i>e.</i>
1,90	2,07	2,13	2,60	1,81

*Valeurs de  $\delta(m^*)$ .*

<i>m*</i>	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6
<i>a</i> .....	-0,19	-0,24	-0,38	0,75		0,01	0,07	-0,21	0,30	0,01	0,35		0,60	
<i>b</i> .....	0,35	0,05	0,06	-0,11	-0,29	0,36	-0,20				0,17	0,15	0,22	0,34
<i>c</i> .....		-0,02	-0,22						0,14	-0,06	0,21	-0,01		0,03
<i>d</i> .....	-0,29					0,17	0,12				0,16			0,17
<i>e</i> .....			0,16		0,05		-0,26	0,06				0,05	0,17	
Moy.	-0,04	-0,07	0,03	0,32	-0,12	0,17	0,01	-0,12	0,17	-0,02	0,22	-0,06	0,29	0,18

<i>m*</i>	7,8	8,0	8,2	8,4	8,6	8,8	9,0	9,2	9,4	9,6	9,8	10,0	10,2
<i>a</i> .....	0,76		0,76	0,72	1,07	1,03	1,38	0,95	1,10	1,26	1,37	1,24	1,44
<i>b</i> .....	0,46	0,44		0,31	0,62	0,81	0,90	0,96	1,06	1,26	1,26	1,28	1,43
<i>c</i> .....	0,09	0,09	0,29	0,63	0,57	1,01	1,09	1,11	1,17	1,03	0,77	0,81	1,23
<i>d</i> .....		0,68		1,32	1,11	1,14	1,24			1,36			
<i>e</i> .....	0,24			0,26		0,41	0,84	0,96				1,31	
Moy.	0,39	0,40	0,52	0,65	0,87	0,88	1,09	0,91	1,11	1,23	1,13	1,16	1,37

<i>m*</i>	10,4	10,6	10,8	11,0	11,2	11,4	11,6	11,8	12,0	12,2	12,4	12,6	12,8
<i>a</i> .....	1,40	1,21	1,30	1,21	1,36	1,29	1,18	1,07	0,90	0,90	0,84	0,79	0,55
<i>b</i> .....	1,36	1,42	1,30	1,26	1,64	1,61	1,47	1,41	1,30	1,25	1,26	1,01	
<i>c</i> .....	1,38		1,34		0,73			0,92					
<i>d</i> .....	1,16												
<i>e</i> .....	1,31									0,82			
Moy.	1,32	1,31	1,31	1,23	1,24	1,45	1,31	1,13	1,10	0,98	1,05	0,90	0,55

En faisant les moyennes dans le sens horizontal, pour chaque grandeur photographique, on a obtenu les Tableaux X et XI donnant le système définitif des valeurs de la fonction  $\delta(m^*)$  qui nous a servi pour les réductions.

TABLE X.

Valeurs moyennes de  $\delta(m^*)$ .

$m^*$ .	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5
$\delta(m^*)$ .....	-0,01	+0,04	+0,57	+0,90	+1,21	+1,32	+1,22	+0,80
» .....	+0,01	+0,08	+0,27	+0,59	+1,08	+1,36	+1,48	+1,20
» .....	+0,02	+0,04	+0,08	+0,52	+1,03	+1,19	+0,82	
» .....	-0,05	+0,15	+0,17	+1,06	+1,30	+1,16		
» .....	+0,10	-0,10	+0,15	+0,34	+0,90	+1,31		+0,82

TABLE XI.

Système définitif des valeurs  $\delta(m^*)$ .

$m^*$ .	5,2	5,6	6,2	6,6	7,2	7,6	8,2	8,6
$\delta(m^*)$ .....	-0,03	+0,08	+0,01	+0,01	+0,18	+0,28	+0,52	+0,80
$m^*$ .	9,2	9,6	10,2	10,6	11,2	11,6	12,2	12,6
$\delta(m^*)$ .....	+1,03	+1,15	+1,24	+1,31	+1,31	+1,27	+1,04	+0,83

Sur les figures 33 et 34 nous avons graphiquement représenté les valeurs des différences  $m - m^*$  et de la fonction  $\delta(m^*)$  d'après nos tableaux. Les quatre courbes  $C_{10}$ ,  $C'_{10}$ ,  $C_{60}$ ,  $C_{120}$  de la figure 33 correspondent aux poses de  $10^m$ ,  $60^m$  et  $120^m$  et, malgré des fortes aspérités, elles montrent une allure semblable, tout en étant décalées dans le sens vertical par suite de la valeur croissante de  $d_0(t)$ . La figure 34 donne les valeurs de  $\delta(m^*)$  pour les Pléiades et le Præsepe qui forment deux courbes d'allure presque identique et analogue à celle des courbes C de la figure 33, allure qui nous a conduit à la forme empirique de l'équation (1). Figure 35 représente enfin les valeurs  $\delta(m^*)$  d'après le Tableau IX.

Les valeurs numériques des coefficients  $a$  et  $b$  (formule 42), obtenues pour les poses de la Séquence Harvard,  $a = 26,16$ ,  $b = 8,20$ , permettent de comparer les valeurs de la fonction  $d_0(t)$  calculées pour trois temps de pose avec les valeurs moyennes respectives du Tableau V. On a pour  $t_0 = 5^m$  et pour  $t = 60, 90, 120^m$ ,

$t$ .	$\frac{b}{4} \log \frac{t}{t_0}$ .	$d_0(t)$ mesurée.	O. — C.
$60^m$ .....	+2,21	+2,27	+0,09
$90^m$ .....	+2,57	+2,41	-0,17
$120^m$ .....	+2,81	+2,66	-0,17

ce qui nous fait croire que nos grandeurs sont déterminées dans des limites de l'erreur moyenne probable de  $\pm 0,2$  grandeur stellaire.

TABLE XII.

*Diamètres vrais D, en millièmes de millimètre, pour les grandeurs  $m^*$  de l'échelle-base.*

$m^*$ .	$d.$	$m^*$ .	$d.$	$m^*$ .	$d.$	$m^*$ .	$d.$
5,0.....	433	7,0.....	235	9,0.....	118	11,0.....	60
5,2.....	407	7,2.....	220	9,2.....	110	11,2.....	56
5,4.....	383	7,4.....	205	9,4.....	103	11,4.....	52
5,6.....	362	7,6.....	193	9,6.....	96	11,6.....	48
5,8.....	341	7,8.....	180	9,8.....	90	11,8.....	45
6,0.....	322	8,0.....	168	10,0.....	84	12,0.....	42
6,2.....	303	8,2.....	157	10,2.....	78	12,2.....	39
6,4.....	285	8,4.....	147	10,4.....	73	12,4.....	37
6,6.....	268	8,6.....	137	10,6.....	68	12,6.....	35
6,8.....	251	8,8.....	127	10,8.....	64	12,8.....	33

37. Nous avons ainsi la solution : en combinant les valeurs  $d_0(t)$  de la Table V avec les valeurs  $\delta(m^*)$  de la Table XI, on peut, pour chaque cliché et chaque grandeur fictive, calculer la grandeur vraie d'après la formule (45).

Pour éviter les calculs simples assurément, mais qu'il fallait

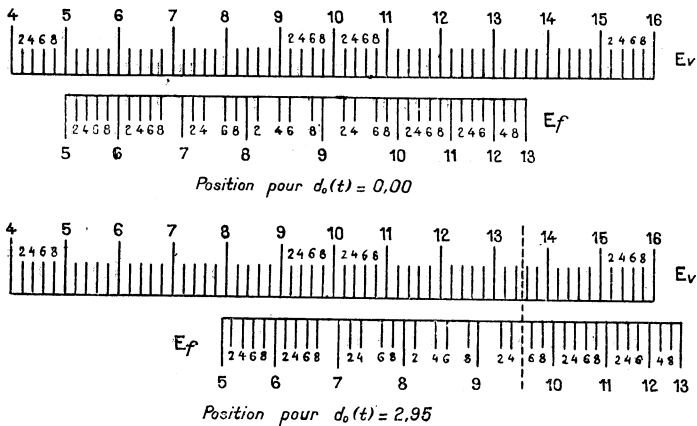


Fig. 36. — Echelle-règle des grandeurs.

répéter plusieurs milliers de fois, nous avons construit une

échelle-règle qui nous permettait de procéder par une simple lecture. A une échelle  $E_v$  équidistante représentant les grandeurs vraies  $m$  et maintenue fixe, a été superposée une autre échelle  $E_r$  des grandeurs fictives  $m^*$ , mobile le long de la première. Cette échelle mobile a été construite de façon qu'une lecture  $m^*$  fût inscrite à la longueur  $m + \delta(m^*)$ . Pour effectuer la réduction des valeurs fictives en valeurs vraies, on déplace d'abord l'échelle  $E_r$  de la valeur de  $d_0(t)$  relative au cliché. Ensuite pour une grandeur  $m^*$  fictive quelconque on trouve sur l'échelle  $E_v$  la grandeur vraie  $m$  correspondante, verticalement superposée à  $m^*$  (*fig. 36*).

Par exemple, pour le cliché n° 1, on met le commencement de l'échelle  $E_r$  à  $m = 5,0 + 2,96$  et on trouve, pour l'étoile n° 1, la grandeur vraie  $m = 13,5$ , correspondant à la grandeur mesurée  $m^* = 9,5$ .

Inversement, on peut trouver, d'après les grandeurs vraies que nous publions seulement, la grandeur fictive correspondante. Enfin puisque les catalogues anglais donnent au lieu des grandeurs stellaires leurs diamètres, nous avons mesuré les diamètres de notre échelle-base des grandeurs (Tableau XII). A l'aide de la grandeur fictive, on peut ainsi déterminer le diamètre vrai existant sur nos clichés.

\* \*

Si j'ai pu entreprendre et mener à bout le travail dont je viens de rendre compte, c'est grâce au concours de M. B. Baillaud, Directeur de l'Observatoire de Paris, qui a mis à ma disposition l'Équatorial photographique de la Carte du Ciel, les clichés très précieux des frères Henry, l'appareil Blink-Microscope et a fait réaliser toutes les adaptations dont j'avais besoin, ainsi que grâce à l'obligeance de M. H. Deslandres, depuis 1927 Directeur des Observatoires réunis de Paris et de Meudon.

Je suis non moins reconnaissant à M. F. Nušl, Directeur de l'Observatoire de Prague, qui a mis toutes les ressources de son Établissement à ma disposition et m'a soutenu, au cours et dans l'achèvement de mon travail de toute son amitié. Je dois de très précieux conseils et encouragements à M. J. Baillaud, chef du

Service photographique; à M. J. Bosler, Directeur de l'Observatoire de Marseille; à M. A. Lambert, astronome et chargé de cours à la Sorbonne, et à M. J. Chatelu, Secrétaire du *Bulletin astronomique*. Je suis heureux de leur exprimer ici ma profonde reconnaissance.

Je ne peux non plus oublier l'aide de M. le docteur V. Lenz, qui a vérifié une grande partie des calculs numériques avec un dévouement vraiment amical et qui m'a aidé dans la correction des épreuves, ainsi que celui de M. Pourteau et M<sup>lle</sup> Bonnet, astronomes, pour le calcul des constantes et l'exécution des clichés.

J'exprime, enfin, mes remerciements les plus cordiaux à tous les astronomes de l'Observatoire de Paris auprès desquels j'ai trouvé toujours l'accueil le plus aimable.

#### Bibliographie.

G. B. AIRY, *On the Movements of the Solar System in Space* (*Memoirs of the Royal Astron. Society*, vol. 28, p. 143).

J. BOSLER, *L'emploi du Blink-Microscope pour l'étude des mouvements propres d'étoiles de la Carte du Ciel* (*Bulletin astronomique*, nouvelle série, t. II, p. 33).

J. BAILLAUD, *Sur la détermination des grandeurs des étoiles du Catalogue photographique du Ciel* (*Bulletin du Comité International de la Carte du Ciel*, 1909, p. 51).

J. BAILLAUD, *Notions de photométrie stellaire photographique* (*Bull. Soc. astr. de France*, 1913, p. 525 et suiv.).

L. BOSS, *Preliminary General Catalogue of 6188 Stars*, *Carnegie Institution*, n° 4, Washington, 1904.

L. BOSS, *Dependence of Solar Motion upon Spectral Type* (*Astr. Journal*, vol. 28, p. 163).

G. H. TEN BRUGGECATE, *The systematic motions of faint stars* (*Bull. of the Netherlands*, vol. 3, n° 85).

W. W. CAMPBELL, *Stellar Motions with special Reference to Motions Determined by means of the spectrograph Yale* (*Univ. Press.*, 1913, New Haven).

L. C. CHARLIER, *Studies in Stellar Statistics; The Motions of Stars* (*Meddelenden Lunds Observatory*, 1912).

L. C. CHARLIER, *Eine Studie über die Analyse der Sternbewegungen* (*Arkiv f. Matematik Astron. och Fysik*, Bd 12, n° 10).

L. C. CHARLIER, *An Investigation on the Motions of the Stars* (*Monthly Notices*, vol. 83, p. 487).



G. C. COMSTOCK, *Observations of Proper Motions Stars (Publications of the Washburn observatory, vol. 14, Part 1).*

G. C. COMSTOCK, *Proper Motions of Telescopic Stars (Astronomical Journal, vol. 28, p. 49).*

G. C. COMSTOCK, *The Proper Motions and Parallaxes of the Tenth Magnitude Stars (Astr. Nachr., vol. 187, p. 113).*

M. DONNER, *Note sur ce qu'on gagne en grandeur en prolongeant le temps de pose (Bulletin du Com. Int. de la Carte du Ciel, 1896, p. 70).*

M. DUNÉR, *Analyse d'un Mémoire de M. Charlier sur les grandeurs photographiques des étoiles (Bull. de la Carte du Ciel, 1896, p. 98).*

Sir F. W. DYSON, *The Systematic Motions of the Stars (Proceed. of the Roy. Soc. Edinburgh, vol. 28, p. 231).*

Sir F. W. DYSON, *The Distribution in Space of the Stars of Carrington's Circumpolar Catalogue (Monthly Notices, vol. 83, p. 335, 402).*

Sir F. W. DYSON, *A Statistical Discussion of the Proper Motions of the Stars in the Greenwich Catalogue for 1910 (Monthly Notices, vol. 77, p. 212).*

Sir F. W. DYSON and W. G. THACKERAY, *The relative density of Stars with Proper Motion between certain limits in reference to their Galactic Latitudes (Monthly Notices, vol. 77, p. 648).*

A. S. EDDINGTON, *Stellar movements and the Structure of Universe (Macmillan, London, 1914).*

A. S. EDDINGTON, *The Systematic Motions of the Stars (Monthly Notices, vol. 67, p. 34).*

A. S. EDDINGTON, *The Systematic Motions of the Stars of Professor Boss's Catalogue (Monthly Notices, vol. 71, p. 4).*

A. S. EDDINGTON, *The Distribution in Space of the Bright Stars (Monthly Notices, vol. 73, p. 346).*

R. FURUHJELM, *Recherches sur les mouvements propres des étoiles dans la Zone photographique d'Helsingfors (Acta Soc. Sc. Fennicæ, t. 48, n° 1, 1916).*

W. GYLLENBERG, *Stellar Velocity distribution as derived from Observations in the line of Sight (Arsskrift, vol. 2, n° 10).*

D<sup>r</sup> J. HALM, *Further Considerations relating to the Systematic Motions of the Stars (Monthly Notices, vol. 70, p. 568).*

E. HERTZSPRUNG, *Photographische Grössen schwacher Zentralplejaden (Astron. Nachr., t. 199, p. 247).*

E. HERTZSPRUNG, *Remark on the mean proper motion of stars of a given Magnitude (Bull. of the Astr. Institut of the Netherlands, vol. 3, n° 109).*

E. HERTZSPRUNG, *Ueber Doppelsterne mit eben merklicher Bahnbewegung (Astr. Nachr., t. 190, p. 113)*

S. S. HOUGH and J. HALM, *On the Systematic Motions of the Bradley Stars (Monthly Notices, vol. 70, p. 568).*

R. T. A. INNES, J. VOÛTE et H. E. WOOD, *Proper Motions found and*

measured with the Blink-Microscope (*Union observatory Circulars*, n<sup>os</sup> 23, 23, 33, 37, 39, 46-49, 53-56, 58-59, Johannesburg).

JACKSON and H. H. TURNER, *Hypothetical Parallaxes of visual Double Stars* (*Monthly Notices*, vol. 81, p. 4).

J. H. JEANS, *On the Theory of Star Streaming and the Structure of Universe* (*Monthly Notices*, vol. 76, p. 70).

J. C. KAPTEYN, *The Sidereal System* (*Astr. Journal*, t. 53, p. 302).

J. C. KAPTEYN, *Star-Streaming* (*Report of Royal Society for Advancement of Sciences*, 1905, p. 257).

J. C. KAPTEYN and D<sup>r</sup> P. J. VAN RIJN, *Distribution of Stars in Space* (*Mount Wilson Contributions*, n<sup>o</sup> 188).

MISS H. LEAVITT, *Standards of Magnitude for the Astrographic Catalogue* (*Annals Harv. College, Obs.*, vol. 85, n<sup>os</sup> 1, 7, 8).

MISS H. LEAVITT, *The North Polar Sequence, the Sequence in the Pleiades* (*Annals Harv. Coll. Obs.*, vol. 71, p. 53).

O. J. LEE, *Parallaxes and Proper Motions of 1041 Stars* (*Publications of the Yerkes Observatory*, vol. 4, Part 4, Chicago).

B. LINDBLAD, *On the cause of Star-Streaming* (*Astr. Journ.*, vol. 62, p. 191).

W. J. LUYTEN, *A Study of Stars with large Proper Motions* (*Lick Observatory, Bulletin* n<sup>o</sup> 344).

A. VAN MAANEN, *Investigations on Proper Motions* (*Contrib. from Mount Wilson Observ.*, n<sup>o</sup> 203).

K. G. MALMGREN, *A Contribution to the problem of determining the distribution in Space of the stars* (*Arkiv for Matematik Astron. och Fysik*, n<sup>o</sup> 106).

V. MICHKOVITCH, *Étude de statistique stellaire* (*Bull. astron.*, t. 4, fasc. 1, p. 9).

Prof. PRITCHARD, *La Carte photographique Internationale* (*Bull. du Com. Internat. de la Carte du Ciel*, 1891, p. 72).

H. C. PLUMMER, *On the Motions and Distances of the Bright Stars, etc.* (*Monthly Notices*, vol. 83, p. 174).

D<sup>r</sup> J. SCHEINER, *Recherches photométriques sur les clichés stellaires* (*Bull. de la Carte du Ciel*, 1895, p. 81).

D<sup>r</sup> J. SCHEINER, *Application de la photographie à la détermination des grandeurs stellaires* (trad. M<sup>lle</sup> Klumpke) (*Bull. Int. de la Carte du Ciel*).

K. SCHWARZSCHILD, *Ueber die Eigenbewegungen der Fixsterne* (*Nachrichten der Kgl. Ges. d. Wiss. Göttingen*, 1907, p. 614).

K. SCHWARZSCHILD, *Ueber die räumliche Bewegung der Praesepe* (*Astr. Nachr.*, vol. 196, p. 9); *Zur Stellarstatistik* (*Astr. Nachrichten*, vol. 190, p. 361).

K. SCHWARZSCHILD, *Ein Theorem zur Verteilung der Sternengeschwindigkeiten* (*Astr. Nachr.*, vol. 191, p. 1).

K. SCHWARZSCHILD, *Die Integralgleichungen der Stellarstatistik* (*Astr. Nachr.*, vol. 185, p. 81).

H. SEELIGER, *Betrachtungen über die räumliche Vertheilung der Fixsterne* (*Acad. Wiss. München*, 1898).

D<sup>r</sup> M. SMART, *The Systematic Motions of Faint Stars* (*Monthly Notices*, vol. 84, p. 3, 123, 481).

D<sup>r</sup> M. SMART, *The proper Motion of the Cluster N. G. C. 2168 (M35)* (*Monthly Notices*, vol. 83, p. 257; vol. 85, p. 433).

G. STRÖMBERG, *Solar and Stream Motion* (*Astr. Journal*, vol. 47, p. 7).

G. STRÖMBERG, *The Distribution of the Velocities of Stars, etc.* (*Contrib. from the Mount Wilson Observatory*, n<sup>o</sup> 245).

Ch. TRÉPIED, *Sur la relation qui, pour un objectif donné et pour une grandeur d'étoiles donnée, existe entre le diamètre de l'image et la durée de l'exposition* (*Bull. du Com. Int. de la Carte du Ciel*, 1891, p. 77).

Ch. TRÉPIED, *Détermination des grandeurs photographiques des étoiles du Catalogue* (*Bull. Int. de la Carte du Ciel*, vol. 2, p. 383).

H. H. TURNER, *Faint Stars with large Proper Motions* (*Monthly Notices*, vol. 69, p. 57, 495).

S. D. WICHSELL, *The general characteristics of the frequency-function of Stellar Movements* (*Meddel. Lunds. Astr. Obs.*, vol. 2, n<sup>o</sup> 9).



---

# SECONDE THÈSE.

---

## PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

---

Le théorème Lagrange et Poisson, sur l'invariabilité des grands axes.

*Vu et approuvé :*

Paris, le 22 juillet 1926.

LE DOYEN DE LA FACULTÉ DES SCIENCES,  
L'ASSESEUR,  
JEAN PERRIN.

*Vu et permis d'imprimer :*

Paris, le 22 juillet 1926.

LE RECTEUR DE L'ACADÉMIE DE PARIS,  
P. LAPIE.