

NYPL RESEARCH LIBRARIES



3 3433 06274515 7

www.libtool.com.cn

www.libtool.com.cn

www.libtool.com.cn

OMA
Bulletin

www.libtool.com.cn

www.libtool.com.cn

www.libtool.com.cn

www.libtool.com.cn

BULLETIN
ASTRONOMIQUE.

15983 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

www.libtool.com.cn

BULLETIN ASTRONOMIQUE

PUBLIÉ

SOUS LES AUSPICES DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS,

PAR

M. F. TISSERAND,

MEMBRE DE L'INSTITUT,

Avec la collaboration de

MM. G. BIGOURDAN, O. CALLANDREAU ET R. RADAU.

TOME VII. — 1890.



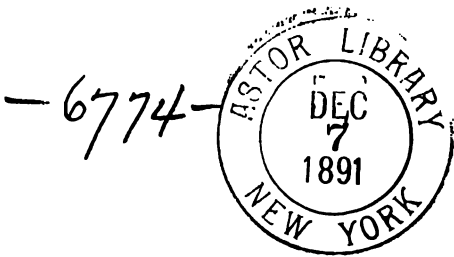
PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS ET DU BUREAU DES LONGITUDES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

(Tous droits réservés.)

NEW YORK
PUBLIC
LIBRARY



W. W. W. W.
CLUB
Y. S. S. S.

BULLETIN ASTRONOMIQUE.

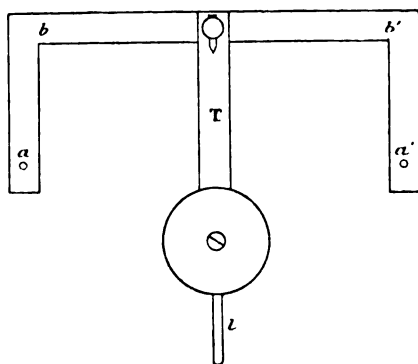
MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

PROCÉDÉ PHYSIQUE POUR LA MESURE DE L'INCLINAISON DU FIL DE DÉCLINAISON DANS LES INSTRUMENTS MÉRIDIENS;

PAR MM. HAMY ET F. BOQUET.

On a fréquemment à employer le fil de déclinaison dans les instruments méridiens, en dehors du centre du champ de la lunette. Les observations faites dans de pareilles conditions doivent subir plusieurs corrections. L'une de ces corrections dépend de la valeur de l'*inclinaison du fil*. On appelle ainsi l'angle constant que fait le fil avec la projection de l'axe idéal de rotation sur le plan du

Fig. 1.

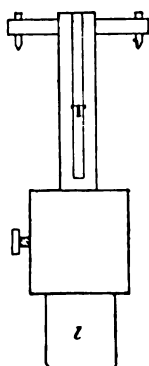


micromètre. D'ordinaire, l'inclinaison se détermine en pointant une étoile un certain nombre de fois pendant son passage dans le champ de l'instrument. Ce mode de mesure ne donne guère l'in-

connue qu'à une demi-minute près. Je me propose, dans la présente Note, d'indiquer un procédé physique que M. F. Boquet a bien voulu m'aider à appliquer à l'observatoire de Paris, et qui est susceptible de donner la valeur de cet important élément avec beaucoup de précision.

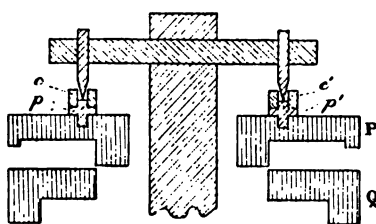
L'appareil employé se compose d'une tige $abb'a'$ (*fig. 1*), per-

Fig. 2.



cée à ses extrémités de deux trous à parois minces a, a' , que l'on installe au foyer de la mire dans la direction est-ouest. Cette tige est invariablement liée à un pendule massif, représenté de face et de profil dans les *fig. 1* et 2, qui peut osciller autour de

Fig. 3.

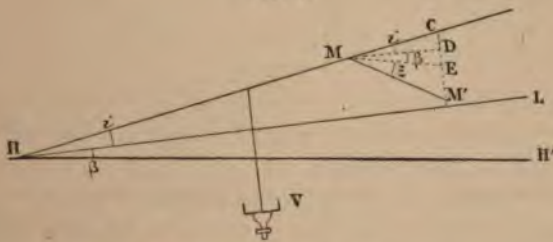


deux pointes placées dans le méridien. Les petits plans d'acier p, p' qui servent de points d'appui au système sont entourés de deux remparts c, c' , indiqués en coupe dans la *fig. 3*. Lorsque l'appareil oscille fortement, les pointes viennent buter contre le bord supérieur de ces couronnes, et leurs extrémités glissent sur

les petites surfaces de part et d'autre de leur milieu; elles se dégagent au moment où l'amplitude des oscillations devient assez faible et restent fixées au centre des plans p, p' . Ces plans sont encastrés dans un plateau horizontal P qui surmonte un flacon à large ouverture. Le goulot du flacon est muni d'une monture Q, construite de façon à empêcher tout mouvement du plateau autre qu'une rotation autour de son axe. Le pendule tout entier, à part la tige $abb'a'$ et les pointes, plonge dans le flacon. Le poids qui leste l'appareil est terminé inférieurement par une lame l (*fig 1 et 2*) immergée dans l'huile, afin d'éteindre rapidement l'amplitude des oscillations. Enfin le flacon est monté sur un pied muni de vis calantes destinées à réduire l'inclinaison du plateau P.

Supposons pour un instant : 1° la mire placée à l'horizon; 2° la

Fig. 4.



HH' horizontale,
HL projection de l'axe de rotation,
HC fil de déclinaison,
MM' ligne des images,
MD parallèle à HL,
ME horizontale.

ligne aa' contenue dans un plan vertical perpendiculaire au méridien; 3° l'axe d'oscillation parallèle au méridien.

Les ouvertures a, a' étant convenablement éclairées, leurs images M, M' viennent se former dans le plan des fils du micromètre de la lunette.

Représentons le plan du micromètre, en supposant la lunette dans la position inverse et la mire au sud (*fig. 4*).

Soient

ϵ l'inclinaison du fil;

β l'inclinaison de la lunette;

ε l'inclinaison de la ligne qui joint les centres des images, lorsque le pendule est en équilibre.

Les deux triangles rectangles CDM, MDM' donnent

$$\operatorname{tang} i + \operatorname{tang}(\beta + \varepsilon) = \frac{CM'}{MD};$$

CM' est égal à la lecture l_0 , faite sur l'image ouest avec la vis V, diminuée de la lecture l_E , faite sur l'image est. En appelant δ la longueur MD, que l'on mesure avec la vis d'ascension droite, la formule qui précède devient

$$\operatorname{tang} i + \operatorname{tang}(\beta + \varepsilon) = \frac{l_0 - l_E}{\delta}$$

ou, comme les angles i , β , ε sont très petits,

$$(1) \quad \operatorname{tang}(i + \beta) + \operatorname{tang} \varepsilon = \frac{l_0 - l_E}{\delta}.$$

L'expérience prouve que la différence $l_0 - l_E$ ne change pas de valeur lorsque le pendule est remis en place après avoir été retiré de ses supports. Les quantités i et β étant des constantes pendant le cours de l'opération, la formule précédente montre que ε est une constante, c'est-à-dire que le pendule reprend toujours la même position d'équilibre. Cela posé, en faisant tourner le plateau P et l'appareil qu'il supporte de 180° , on amène à l'ouest l'ouverture qui était primitivement à l'est, et inversement; la ligne des images, qui faisait d'abord l'angle ε avec l'horizontale, fait après le retournement l'angle $-\varepsilon$. Les mesures obtenues dans cette nouvelle position sont donc liées par l'équation

$$(2) \quad \operatorname{tang}(i + \beta) - \operatorname{tang} \varepsilon = \frac{l'_0 - l'_E}{\delta}.$$

Les relations (1) et (2) conduisent à la formule

$$(3) \quad \operatorname{tang}(i + \beta) = \frac{l_0 - l_E + l'_0 - l'_E}{2\delta},$$

où i est la seule inconnue.

La précision avec laquelle i est déterminée par ce procédé dépend seulement de la précision avec laquelle on mesure $l_0 - l_E + l'_0 - l'_E$.

Le nombre des pointés que l'on peut faire sur chaque image n'étant pas limité, cette observation peut être faite avec une grande exactitude.

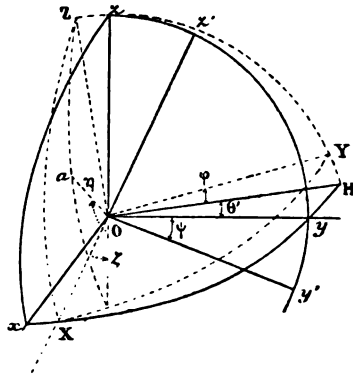
Dans la pratique : 1° on ne place pas la ligne qui joint les centres des ouvertures dans un plan vertical perpendiculaire au méridien ; 2° on ne retourne pas le pendule de 180° exactement ; 3° les rayons de la mire ne sont pas horizontaux ; 4° l'axe d'oscillation n'est pas perpendiculaire à la ligne des trous.

Il s'agit d'examiner quelle erreur ces quatre causes perturbatrices peuvent introduire dans la valeur de l'inclinaison du fil.

Soit O le point où le méridien zOy qui passe par le centre optique de l'objectif de mire rencontre la ligne des trous (*fig. 5*). Prenons pour plan des xy le plan horizontal passant par O et pour plan des xz le vertical perpendiculaire au méridien zOy .

L'observateur voit la ligne des ouvertures Oa en projection sur

Fig. 5.



le plan xOz' perpendiculaire à la direction Oy' déterminée par le point O et le centre optique de l'objectif de mire. Ainsi, à la place de ε dans la formule (1), on doit mettre l'angle ε' que fait Ox avec la projection de Oa sur le plan xOz' .

Considérons un système d'axes invariablement liés au pendule.

Soient

$ZzOY$ un plan vertical parallèle à celui qui passe par les deux

pointes et le centre de gravité de l'appareil, lorsqu'il est en équilibre;

θ' l'angle de ce plan avec le méridien;

φ l'inclinaison de l'axe d'oscillation;

OY une parallèle à l'axe d'oscillation;

XOY un plan perpendiculaire au plan ZsOY;

$YZ = 90^\circ$.

Soient en outre Oa , ζ , η les coordonnées polaires du point a relativement aux axes rectangulaires OX, OY, OZ. On a

$$X = Oa \cos \tau \cos \zeta,$$

$$Y = Oa \cos \eta \sin \zeta,$$

$$Z = Oa \sin \tau.$$

D'autre part, des triangles sphériques faciles à construire donnent

$$\begin{aligned} \cos(Ox, OX) &= +\cos\theta', & \cos(Oy, OX) &= +\sin\theta', & \cos(Oz, OX) &= 0, \\ \cos(Ox, OY) &= -\sin\theta' \cos\varphi, & \cos(Oy, OY) &= +\cos\theta' \cos\varphi, & \cos(Oz, OY) &= +\sin\theta' \sin\varphi, \\ \cos(Ox, OZ) &= +\sin\theta' \sin\varphi, & \cos(Oy, OZ) &= -\cos\theta' \sin\varphi, & \cos(Oz, OZ) &= +\cos\theta'. \end{aligned}$$

Ces formules donnent

$$\frac{x}{Oa} = \cos \eta \cos \zeta \cos \theta' - \cos \eta \sin \zeta \sin \theta' \cos \varphi + \sin \eta \sin \theta' \sin \varphi,$$

$$\frac{y}{Oa} = \cos \eta \cos \zeta \sin \theta' + \cos \eta \sin \zeta \cos \theta' \cos \varphi - \sin \eta \cos \theta' \sin \varphi,$$

$$\frac{z}{Oa} = +\cos \eta \sin \zeta \sin \varphi + \sin \eta \cos \varphi.$$

Puis, combinant ces formules avec les suivantes

$$x' = y \sin \psi + z \cos \psi,$$

$$\frac{z'}{x} = \tan \epsilon',$$

on en tire

$$\tan \epsilon' = \frac{\left\{ \begin{aligned} &\cos \zeta \sin \theta' \sin \psi + \sin \zeta (\cos \theta' \cos \varphi \sin \psi + \sin \varphi \cos \psi) \\ &+ \tan \eta (-\cos \theta' \sin \varphi \sin \psi + \cos \varphi \cos \psi) \end{aligned} \right\}}{\cos \zeta \cos \theta' - \sin \zeta \sin \theta' \cos \varphi + \tan \eta \sin \theta' \sin \varphi}.$$

Les angles ψ , τ , ζ , φ , θ' sont petits; on peut donc négliger les

derniers termes du dénominateur et écrire

$$\begin{aligned} \text{tang } \epsilon' &= \text{tang } \theta' \sin \psi + \text{tang } \zeta \left(\cos \varphi \sin \psi + \frac{1}{\cos \theta'} \sin \varphi \cos \psi \right) \\ &+ \frac{\text{tang } \eta}{\cos \zeta} \left(-\sin \varphi \sin \psi + \frac{1}{\cos \theta'} \cos \varphi \cos \psi \right). \end{aligned}$$

Si l'on suppose l'angle φ invariable, on a, après le retournement (changer θ' en $\theta'' + \pi$),

$$\begin{aligned} \text{tang } \epsilon'' &= \text{tang } \theta'' \sin \psi + \text{tang } \zeta \left(\cos \varphi \sin \psi - \frac{1}{\cos \theta''} \sin \varphi \cos \psi \right) \\ &+ \frac{\text{tang } \eta}{\cos \zeta} \left(-\sin \varphi \sin \psi - \frac{1}{\cos \theta''} \cos \varphi \cos \psi \right). \end{aligned}$$

Si λ est la limite de l'erreur que l'on ne veut pas dépasser, il faut, pour avoir le droit d'appliquer la formule (3), que $\frac{1}{2}(\text{tang } \epsilon' + \text{tang } \epsilon'')$ soit inférieur en valeur absolue à $\text{tang } \lambda$.

Dans les expériences qui ont été faites on a rendu

$$\frac{1}{2}(\text{tang } \epsilon' + \text{tang } \epsilon'')$$

extrêmement faible, en donnant à ψ , ζ , η des valeurs très petites.

Rectification de ψ . — On est arrivé à donner à ψ une valeur très petite en pratiquant les ouvertures a' , a à hauteur convenable dans les lames ab , $a'b'$ et en agissant sur les vis calantes qui supportent l'appareil.

Rectification de ζ . — On a tracé une rainure dans une plaque de laiton horizontale, évidée de façon à laisser passer la tige T (fig. 1). Après avoir engagé les pointes dans la rainure, on a incliné successivement chacune des branches ab , $a'b'$ jusqu'à amener les points a , a' dans le plan vertical passant par l'axe d'oscillation du pendule. Pour rectifier l'angle ζ , on a martelé une des branches de l'appareil jusqu'à faire passer les points a , a' exactement par le même endroit du plan vertical qui vient d'être défini (').

(') Ce procédé de rectification m'a été suggéré par M. Gautier.

Rectification de τ . — L'angle φ a été rendu petit à l'aide des vis calantes fixées au flacon. On a maintenu θ' et θ'' entre des limites petites au moyen d'un repère placé sur l'appareil. Les formules qui précèdent montrent que, dans ces conditions,

$$\text{tang} \eta = \frac{1}{2} (\text{tang} \epsilon' - \text{tang} \epsilon'')$$

sensiblement, ou, en se reportant aux formules (1) et (2),

$$\text{tang} \eta = \frac{l_0 - l_E - (l'_0 - l'_E)}{2\delta}.$$

On a rendu l'angle η très petit en déplaçant un curseur le long de la tige bb' .

Si l'inclinaison φ de l'axe d'oscillation n'était pas la même avant et après la rotation du plateau, le terme de $\frac{\text{tang} \epsilon' + \text{tang} \epsilon''}{2}$ où cette variation aurait la plus grande influence serait celui où $\text{tang} \zeta$ entre en facteur. Si ζ a été rendu assez petit, $\frac{1}{2} \text{tang} \zeta d\varphi$ peut être négligé. Au surplus, avec un plateau bien construit, les variations de φ ne sont pas à craindre.

M. F. Boquet a bien voulu m'aider à appliquer cette méthode au cercle méridien du jardin de l'Observatoire de Paris.

Les mesures ont été faites avec :

$$\zeta < 2', \quad \psi = 8'', \quad \tau_1 = 12'', \quad \varphi < 1''.$$

Au moyen d'un niveau, on a cherché à se rendre compte de la grandeur de $d\varphi$; on n'a pas trouvé de nombre sensible. D'ailleurs, une variation de 10' dans la valeur de φ n'aurait pu introduire une erreur de $\frac{1''}{2}$ dans la valeur de l'inclinaison.

Avec ces faibles valeurs de ζ , τ , ψ , la quantité $\frac{\text{tang} \epsilon' + \text{tang} \epsilon''}{2}$ est presque nulle; on aurait pu laisser prendre à θ' et θ'' des valeurs atteignant $\pm 6^\circ$, sans introduire une erreur systématique de 1'' sur l'inclinaison.

La distance δ des images était d'environ 40'. La quantité l pour chaque image a été obtenue en prenant la moyenne de dix pointés.

Voici les résultats auxquels, M. Boquet et moi, nous sommes parvenus à trois dates différentes :

16 oct. (mire très ondulante).	17 oct. (mire calme).	18 oct. (mire très ondulante).
+2. 6'	+2. 6'	+2. 5'
1. 51	2. 2	2. 13
2. 1	2. 7	2. 3
2. 16	2. 9	1. 55
2. 13	2. 4	2. 6
2. 13	2. 0	2. 5
2. 15	2. 1	2. 6
2. 11	2. 3	2. 17
2. 1	2. 6	2. 15
1. 58	2. 2	2. 8
Moyenne... +2. 7	Moyenne... +2. 4	Moyenne... +2. 7

Ces valeurs coïncident exactement avec la moyenne d'un très grand nombre de déterminations astronomiques exécutées par M. Henri Renan.

L'accord des observations du 17 octobre, faites par un temps couvert, est remarquable. Cet accord me fait penser que la méthode qui vient d'être exposée peut servir à étudier la flexion du fil de déclinaison. Il faudrait à cet effet faire varier la position des images dans le champ de la lunette, de façon à obtenir l'inclinaison de différentes portions du fil. Je reviendrai prochainement sur ce sujet.

OBSERVATIONS DE COMÈTES ET DE PLANÈTES,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MARSEILLE

(équatorial d'Eichens, ouverture 0^m,258);

PAR M. BORRELLY.

Dates.	T. m. Marseille.	$\Delta R.$	$\Delta \varphi.$	N. dec.	R app.	log f. p.	φ app.	log f. p.	★
•◀ Davidson.									
1899.									
OUT	h m s	m s			h m s				
1.	8.42.37	-0.39,66	+ 6.53,4	5.5	14.19.50,38	+1,501	96.56.20,6	-0,820	<i>a</i>
2.	8.53.37	-2.51,38	-10.12,1	5.5	14.27. 4,64	+1,513	94.36.41,0	-0,809	<i>b</i>
3.	8.51.50	-1.25,67	+ 3.27,5	5.5	14.33.49,76	+1,504	92.25.50,5	-0,798	<i>c</i>
6.	9. 8.46	+1. 0,07	- 2.12,2	5.5	14.51.55,84	+1,522	86.35.34,2	-0,767	<i>d</i>
9.	9.18.32	+3.15,63	+10.17,7	5.5	15. 7.14,79	+1,536	81.48.12,8	-0,737	<i>e</i>

Dates. 1889.	T. m. Marseille. h m s	ΔR . m s	ΔP . s	N. dec.	R app. h m s	log f. p.	ϑ app.	log f. p.
AOUT 10.	8.56.45	-3.34,72	-15. 0,1	5.5	15.11.45,80	+1,500	80.25.52,4	-0,72
16.	8.59.59	-0.38,56	+ 8.31,5	5.5	15.35.15,11	+1,517	73.45.23,0	-0,67
17.	8.21.48	-1.13,37	- 0.53,2	5.5	15.38.32,43	+1,439	72.53.44,8	-0,63
20.	9. 2.20	+1.26,14	+ 9. 7,3	5.5	15.48. 2,39	+1,535	70.31.34,1	-0,63
21.	8.27.50	-1.10,04	+12.45,8	5.5	15.50.54,13	+1,470	69.50.57,0	-0,60
24.	8.54.45	-1.35,64	+10.44,2	5.5	15.59.14,95	+1,536	67.58.38,4	-0,60
26.	8.24.48	+6.50,27	+ 1.45,0	5.5	16. 4.21,71	+1,486	66.53.46,1	-0,56
31.	8.29.56	-5. 6,82	+ 3.27,1	5.5	16.16.18,80	+1,520	64.39.40,2	-0,54
SEPT. 10.	7.48. 8	-3.12,46	+ 2.38,6	5.5	16.37.28,21	+1,481	61.28.47,2	-0,46
11.	7.52.49	-1.12,30	-12.27,6	5.5	16.39.28,35	+1,518	61.13.41,0	-0,47
12.	8.10.23	-4.39,22	+ 6.15,6	5.5	16.41.28,82	+1,540	60.58.58,3	-0,48
13.	7.24.24	-2.44,96	- 7.13,6	5.5	16.43.23,06	+1,436	60.45.29,1	-0,42
14.	7.19.26	-1.32,48	+18. 3,1	5.5	16.45.19,08	+1,428	60.32. 5,3	-0,41
15.	7.45.18	+0.26,90	+ 4.45,4	5.5	16.47.18,44	+1,503	60.18.47,6	-0,44
16.	8. 7.55	+2.23,89	- 9.53,8	5.5	16.49.15,40	+1,552	60. 4. 8,5	-0,47
19.	8.53.22	+0.49,34	+16.25,4	5.5	16.55. 4,65	+1,634	59.30.54,1	-0,54
20.	7.47.27	+2.38,38	+ 6. 2,0	5.5	16.56.53,67	+1,542	59.20.30,8	-0,44
21.	7.55.55	+4.32,94	- 4.40,2	5.5	16.58.48,20	+1,555	59. 9.48,7	-0,46
23.	7.43.33	-1.11,70	+10.50,7	5.5	17. 2.35,68	+1,540	58.49.30,6	-0,44
24.	8.15.26	+0.43,25	+ 1. 6,4	5.5	17. 4.30,61	+1,601	58.39.46,4	-0,49
26.	7.59.48	+4.28,56	-17.18,2	5.5	17. 8.15,88	+1,584	58.21.22,0	-0,46
27.	8.20.31	-3. 4,37	- 9.16,4	5.5	17.10.35,75	+1,619	58. 4.37,2	-0,51
OCT. 1.	8.12. 7	+1.12,20	+15.38,2	5.5	17.17.50,95	+1,622	57.28.19,4	-0,49
2.	8.13.41	+3. 6,48	+ 7.34,0	5.5	17.19.45,21	+1,627	57.20.15,3	-0,49
3.	7.20.59	+5. 0,02	- 0.13,4	5.5	17.21.38,73	+1,539	57.12.28,0	-0,40
14.	8.20.43	-1.48,38	- 4.24,1	5.5	17.42.33,30	+1,664	57. 4.55,6	-0,54
15.	7.27.48	+0. 2,84	-10.46,9	5.5	17.44.24,50	+1,601	56.58.32,9	-0,45

(133) Cyrène.

AOUT 20.	10.46.13	-1.17,45	+ 8.20,0	5.5	22.41.29,92	-1,331	95.17.44,4	-0,8
21.	10.27.54	-2. 4,70	+10.39,7	5.5	22.40.42,68	-1,374	95.20. 4,0	-0,8

* Barnard.

OCT. 17.	10.46.37	-2. 7,37	+12.42,4	5.5	2.21.17,11	-1,305	102. 2.53,5	-0,8
-----------------	----------	----------	----------	-----	------------	--------	-------------	------

Positions des étoiles de comparaison.

*	Gr.	R moy. 1889,0. h m s	Réd. au j. s	ϑ moy. 1889,0.	Réd. au j.	Autorités.
<i>a</i>	9	14.20.29,23	+0,81	96.49.26,6	+ 0,6	331 W ₁ XIV ^h .
<i>b</i>	8	14.29.55,18	+0,84	94.46.53,4	- 0,3	508 W ₁ XIV ^h .
<i>c</i>	8	14.35.14,58	+0,85	92.22.24,3	- 1,3	611 W ₁ XIV ^h .
<i>d</i>	7.5	14.50.54,90	+0,87	86.37.50,1	- 3,7	27204 Lalande.
<i>e</i>	9	15. 3.58,29	+0,87	81.38. 0,9	- 5,8	22 W ₁ XV ^h .

Gr.	α moy. 1889,0.	Red. au j.	δ moy. 1889,0.	Red. au j.	Autorités.
.. 8	15.15.19,61 ^{h m s}	+0,91 ^s	80.40.58,9	— 6,4	235 W ₁ XV ^h .
.. 6.7	15.35.52,79	+0,88	73.37. 0,7	— 9,2	825, 826 W ₂ XV ^h .
... 6.7	15.39.44,92	+0,88	72.54.47,5	— 9,5	943, 944, 945 W ₂ XV ^h .
... 8	15.46.35,39	+0,86	70.22.37,3	—10,5	1122, 1123 W ₂ XV ^h .
... 8.9	15.52. 3,30	+0,87	69.38.22,0	—10,8	1262, 1263 W ₂ XV ^h .
... 7.8	16. 0.49,74	+0,85	67.48. 5,8	—11,6	1511, 1512 W ₂ XV ^h .
... 5	15.57.30,65	+0,79	66.52.12,8	—11,7	29222 Lalande.
... 9	16.21.24,82	+0,80	64.36.26,1	—13,0	595 W ₂ XVI ^h .
... 8	16.40.40,00	+0,67	61.26.22,8	—14,2	1236 W ₂ XVI ^h .
... 8	16.40.40,00	+0,65	61.26.22,8	—14,2	Id.
... 9	16.46. 7,38	+0,66	60.52.57,1	—14,4	1395, 1396 W ₂ XVI ^h .
... 9	16.46. 7,38	+0,64	60.52.57,1	—14,4	Id.
... 8	16.46.50,95	+0,61	60.14.16,7	—14,5	1421 W ₂ XVI ^h .
... 8	16.46.50,95	+0,59	60.14.16,7	—14,5	Id.
... 8	16.46.50,94	+0,57	60.14.16,7	—14,4	Id.
... 8	16.54.14,77	+0,54	59.14.43,5	—14,8	1633, 1634 W ₂ XVI ^h .
... 8	16.54.14,77	+0,52	59.14.43,5	—14,7	Id.
... 8	16.54.14,77	+0,49	59.14.43,5	—14,6	Id.
... 7	17. 3.46,89	+0,49	58.38.55,0	—15,1	46 W ₂ XVII ^h .
... 7	17. 3.46,89	+0,47	58.38.55,0	—15,0	Id.
... 7	17. 3.46,89	+0,43	58.38.55,0	—14,8	Id.
... 9	17.13.39,66	+0,46	58.14. 8,9	—15,3	337 W ₂ XVII ^h .
... 7.8	17.16.38,38	+0,37	57.12.56,5	—15,3	437, 438 W ₂ XVII ^h .
... 7.8	17.16.38,38	+0,35	57.12.56,5	—15,2	Id.
... 7.8	17.16.38,38	+0,33	57.12.56,5	—15,1	Id.
... 8	17.44.21,43	+0,25	57. 9.35,2	—15,5	32616 Lalande.
... 8	17.44.21,43	+0,23	57. 9.35,2	—15,4	Id.
... 8	22.42.45,13	+2,24	95. 9.37,3	—12,9	44612 Lalande.
... 8	22.42.45,13	+2,25	95. 9.37,3	—13,0	Id.
... 7.5	2.23.21,94	+2,54	101.50.25,7	—14,6	$\frac{1}{2}$ (4607 Lal. + 3063 Paris).

Remarques. — Le 1^{er} août, la comète Davidson est brillante, étendue; la queue a 10' à 12' de longueur, elle est située par l'angle de position 135°; le noyau ressemble à une étoile de 9^e grandeur. Le 6 août, la comète a sensiblement diminué en éclat et en étendue; le 20 août, la comète diminue beaucoup d'éclat; le 31, elle n'a plus de queue. Le 10 septembre, la comète est à peu près ronde; le 20, elle a une apparence granuleuse assez prononcée. Le 1^{er} octobre, elle est faible et mal définie. Le 14 octobre, la comète est très faible et diffuse.

Le 17 octobre, la comète Barnard est ronde, assez brillante, 2'5 d'étendue.

Le 20 août, la planète (133) Cyrène est de 11^e,5 grandeur.

OBSERVATIONS DE COMÈTES ET DE PLANÈTES,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE NICE AVEC L'ÉQUATORIAL DE 0^m,38;

PAR M. D. EGINITIS.

Dates.	T. m. de Nice	$\Delta R.$	$\Delta U.$	N de c.	Rapp.	log. f. p.	U app.	log. f. p.
--------	---------------	-------------	-------------	---------	-------	------------	----------	------------

← Barnard 1889 II (Mars 31).

1889.	h	m	s	m	s	h	m	s	h	m	s	h	m	s
Nov. 13.	9.38.13	—1.45.28	+11. 1,2	4:4	0.48.36,08	2,629	107. 8.56,3	0,886 <i>n</i>						
15.	10.43.40	+2.51,10	+ 0. 8,7	4:5	0.43.19,73	1,296	107.15.37,5	0,880 <i>n</i>						
16.	8.50.59	+0.35,73	+ 2.37,4	6:8	0.41. 4,35	3,991 <i>n</i>	107.18. 6,3	0,891 <i>n</i>						
18.	8.45.47	+1.21,77	+ 5.44,8	5:6	0.36.22,94	3,469	107.22.15,1	0,893 <i>n</i>						
19.	11.50.11	+0.30,48	+ 2.51,8	6:8	0.33.50,59	1,527	107.24. 3,8	0,855 <i>n</i>						
20.	10.28.39	—1.32,65	+ 3.53,7	6:6	0.31.47,53	1,341	107.25. 5,8	0,878 <i>n</i>						

(90) Antiope.

Nov. 18.	10.55. 1	—2. 9,44	+ 2.28,5	6:6	3.53.24,37	1,125 <i>n</i>	70.25.29,6	0,571 <i>n</i>
26.	9.19.27	+0.22,83	— 1.12,6	6:6	3.46.37,65	1,371 <i>n</i>	70.42. 5,4	0,560 <i>n</i>

(35) Leukothea.

Nov. 18.	9.50.31	+0.10,83	+ 1.23,2	6:6	3.36.24,29	1,370 <i>n</i>	60.10.43,8	0,398 <i>n</i>
19.	12.40.44	—0.53,01	+ 3.44,2	5:5	3.35.20,46	1,116	60.13. 4,8	0,343 <i>n</i>

(242) Kriemhild.

Nov. 20.	11.46.40	+1.30,74	— 7.24,8	6:6	2.53.58,25	1,015	80.10.51,4	0,697 <i>n</i>
22.	10.36. 1	+1.25,12	+ 2.47,1	5:5	2.52.30,11	2,259 <i>n</i>	80.19.36,8	0,697 <i>n</i>

(65) Cybele.

Nov. 16.	9.32.43	+0.33,01	+ 5.10,4	7:7	1.18.57,21	3,710 <i>n</i>	85.26. 8,2	0,749 <i>n</i>
----------	---------	----------	----------	-----	------------	----------------	------------	----------------

Étoiles de comparaison.

★	Gr.	R moy. 1889,0.	Réd. au J.	U moy. 1889,0.	Réd. au J.	Autorités.
α ...	9	0.50.18,85	+2,51	106.58. 5,5	—10,4	Argel. Oeltzen 509 + 510.
β ...	8	0.40.26,16	+2,47	107.15.39,0	—10,2	Argel. Oeltzen 401.
δ ...	9	0.34.58,74	+2,43	107.16.40,1	— 9,8	Argel. Oeltzen 347.
ε ...	9	0.33.17,77	+2,34	107.21.21,6	— 9,6	Argel. Oeltzen 323 + 324.
ζ ...	9	3.55.30,59	+3,22	70.23. 9,8	— 8,8	Weisse ₂ H. II 1155.
θ ...	9	3.46.11,53	+3,29	70.43.27,6	— 9,6	Weisse ₂ H. III 971.
ι ...	9	3.36.10,00	+3,46	60. 9.30,7	—10,1	Weisse ₂ H. III 739.
κ ...	8	2.52.24,53	+2,98	80.14.28,4	—12,2	Cat. de l'observ. de Paris 3
λ ...	8	2.51. 2,00	+2,99	80.17. 1,9	—12,2	$\frac{1}{2}$ (Cat. de Paris 3593 + Schj.†
μ ...	9	1.18.21,55	+2,65	85.21.12,8	—15,0	Glasgow Cat. 325.

OBSERVATIONS DE LA COMÈTE BORRELLY (12 DÉCEMBRE 1889),

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE PADOUÉ;

PAR M. A. ABETTI.

Dates	T. m. Padoue.	ΔR .	$\Delta(\bar{U})$.	N. dec.	R app.	log f. p.	$(\bar{U})$ app	log f. p.	*
1889	h m s	m s	h m s		h m s				
Déc. 15.	6.59.10	+2.54,37	+5.11,9	16.12	18.10.22,68	9,772	+45.53.55,8	0,689	1
15.	6.59.10	+2.35,43	+7.43,9	16.12	18.10.22,90	9,772	+45.53.57,2	0,689	2
16.	6.59.16	-3.22,92	-14.44,3	16.8	18.11.35,84	9,763	+44.52.1,5	0,700	3
16.	6.59.16	-4.51,56	+1.40,0	16.8	18.11.35,79	9,763	+44.52.10,8	0,700	4
17.	6.39.14	+1.57,49	-7.3,7	28.8	18.12.46,72	9,759	+43.49.17,2	0,679	5
17.	6.39.14	+1.45,57	-1.58,1	28.8	18.12.46,71	9,759	+43.49.19,1	0,679	6
18.	7.1.31	+0.6,10	-1.9,7	24.12	18.13.58,79	9,746	+42.44.31,5	0,724	7
18.	7.1.31	-1.11,17	+13.24,2	24.12	18.13.58,56	9,746	+42.44.34,7	0,724	8
20.	7.2.49	+2.5,62		32	18.16.17,60	9,729		0,735	9
20.	7.2.49	+1.21,46	+5.1,1	32.12	18.16.17,92	9,729	+40.33.9,6	0,735	10
21.	6.54.32	-2.10,51	-13.22,9	24.12	18.17.25,12	9,723	+39.26.41,9	0,741	11
21.	6.54.32	-3.8,48	-0.21,1	24.12	18.17.25,45	9,723	+39.26.31,9	0,741	12
22.	6.6.11	+0.35,91	-3.22,5	16.8	18.18.29,73	9,723	+38.20.38,3	0,681	13
22.	6.6.11	-1.8,65	+5.53,7	16.8	18.18.29,71	9,723	+38.20.40,8	0,681	14

Positions des étoiles de comparaison.

*	Gr.	R moy. 1889,0.	Réd. au j.	$(\bar{U})$ moy. 1889,0.	Réd. au j.	Autorités.
		h m s	s	h m s	s	
1.	9,2	18.7.29,21	-0,90	+45.48.40,1	+3,8	B. B., t. VI + 45° 26' 0.
2.	8,8	18.7.48,37	-0,90	+45.46.9,5	+3,8	Deichmüll. Astr. Nach. n° 2944.
3.	7,2	18.14.59,60	-0,84	+45.6.41,9	+4,4	Id.
4.	8,0	18.16.28,19	-0,84	+44.50.26,4	+4,4	Id.
5.	9,2	18.10.50,01	-0,78	+43.56.17,4	+3,5	Id.
6.	8,9	18.11.1,92	-0,78	+43.51.13,7	+3,5	Id.
7.	8,5	18.13.53,39	-0,70	+42.45.37,7	+3,5	L. L. 33809.
8.	8,3	18.15.10,43	-0,70	+42.31.7,0	+3,5	Weisse ₂ 18 ^h , 403.
9.	7,2	18.14.12,55	-0,57	+40.15.32,9	+2,8	Weisse ₂ 18 ^h , 368-69.
10.	8,2	18.14.57,03	-0,57	+40.28.5,7	+2,8	Weisse ₂ 18 ^h , 391-92.
11.	9,0	18.19.36,14	-0,51	+39.40.1,7	+3,1	Weisse ₂ 18 ^h , 536.
12.	5,1	18.20.34,44	-0,51	+39.26.49,9	+3,1	2 Lyrae μ = (Brux. + 2 Greenw.).
13.	9,3	18.17.54,27	-0,45	+38.23.58,2	+2,6	B. B. VI + 38° 31' 48.
14.	7,7	18.19.38,81	-0,45	+38.14.44,5	+2,6	L. L. 34049.

OBSERVATIONS DE COMÈTES ET DE PLANÈTES,

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE NICE AVEC L'ÉQUATORIAL DE 0^m,38;

PAR M. D. EGINITIS.

Date. T. m. de Nice. ΔR . $\Delta \varphi$. N de c. R app. log. f. p. φ app. log. f. p.

← Barnard 1889 II (Mars 31).

1889.	h	m	s	m	s	h	m	s	h	m	s	h	m	s
Nov. 13.	9.38.23			-1.45.28	+11. 1,2	4:4	0.48.36,08	3,629	107. 8.56,3	0,886	n			
13.	10.43.40			+2.51,10	+ 0. 8,7	4:5	0.43.19,73	1,296	107.15.37,5	0,880	n			
16.	8.50.59			+0.35,73	+ 2.37,4	6:8	0.41. 4,35	3,991	107.18. 6,3	0,891	n			
18.	8.45.47			+1.21,77	+ 5.44,8	5:6	0.36.22,94	3,469	107.22.15,1	0,893	n			
19.	11.50.11			+0.30,48	+ 2.51,8	6:8	0.33.50,59	1,527	107.24. 3,8	0,855	n			
20.	10.28.39			-1.32,65	+ 3.53,7	6:6	0.31.47,52	1,341	107.25. 5,8	0,878	n			

(90) Antiope.

Nov. 18.	10.55. 1	-2. 9,44	+ 2.28,5	6:6	3.53.24,37	1,125	n	70.25.29,6	0,571	n				
26.	9.19.27	+0.22,83	- 1.12,6	6:6	3.46.37,65	1,371	n	70.42. 5,4	0,560	n				

(35) Leukothea.

Nov. 18.	9.50.31	+0.10,83	+ 1.23,2	6:6	3.36.24,29	1,370	n	60.10.43,8	0,398	n				
19.	12.40.44	-0.53,01	+ 3.44,2	5:5	3.35.20,46	1,116		60.13. 4,8	0,343	n				

(242) Kriemhild.

Nov. 20.	11.46.40	+1.30,74	- 7.24,8	6:6	2.53.58,25	1,015		80.10.51,4	0,697	n				
22.	10.36. 1	+1.25,12	+ 2.47,1	5:5	2.52.30,11	2,259	n	80.19.36,8	0,697	n				

(65) Cybele.

Nov. 16.	9.32.43	+0.33,01	+ 5.10,4	7:7	1.18.57,21	3,710	n	85.26. 8,2	0,749	n				
----------	---------	----------	----------	-----	------------	-------	---	------------	-------	---	--	--	--	--

Étoiles de comparaison.

★	Gr.	R moy. 1889,0.	Réd. au j.	φ moy. 1889,0.	Réd. au j.	Autorités.
α ...	9	0.50.18,85	+2,51	106.58. 5,5	-10,4	Argel. Oeltzen 509 + 510.
β ...	8	0.40.26,16	+2,47	107.15.39,0	-10,2	Argel. Oeltzen 401.
δ ...	9	0.34.58,74	+2,43	107.16.40,1	- 9,8	Argel. Oeltzen 347.
ε ...	9	0.33.17,77	+2,34	107.21.21,6	- 9,6	Argel. Oeltzen 323 + 324.
τ ...	9	3.55.30,59	+3,22	70.23. 9,8	- 8,8	Weisse, H. III 1155.
θ ...	9	3.46.11,53	+3,29	70.43.27,6	- 9,6	Weisse, H. III 971.
ι ...	9	3.36.10,00	+3,46	60. 9.30,7	-10,1	Weisse, H. III 739.
κ ...	8	2.52.24,53	+2,98	80.14.28,4	-12,2	Cat. de l'observ. de Paris 3
λ ...	8	2.51. 2,00	+2,99	80.17. 1,9	-12,2	$\frac{1}{2}$ (Cat. de Paris 3593 + Schj. 8
μ ...	9	1.18.21,55	+2,65	85.21.12,8	-15,0	Glasgow Cat. 325.

OBSERVATIONS DE LA COMÈTE BORRELLY (12 DÉCEMBRE 1889),

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE PADoue;

PAR M. A. ABETTI.

Dates	T. m. Padoue.	ΔR .	$\Delta(U)$.	N. dec.	R app.	log f. p.	(U) app	log f. p.	★
1889	h m s	m s			h m s				
DEC. 15.	6.59.10	+2.54,37	+5.11,9	16.12	18.10.22,68	9,772	+45.53.55,8	0,689	1
15.	6.59.10	+2.35,43	+7.43,9	16.12	18.10.22,90	9,772	+45.53.57,2	0,689	2
16.	6.59.16	-3.22,92	-14.44,3	16.8	18.11.35,84	9,763	+44.52. 1,5	0,700	3
16.	6.59.16	-4.51,56	+1.40,0	16.8	18.11.35,79	9,763	+44.52.10,8	0,700	4
17.	6.39.14	+1.57,49	-7. 3,7	28.8	18.12.46,72	9,759	+43.49.17,2	0,679	5
17.	6.39.14	+1.45,57	-1.58,1	28.8	18.12.46,71	9,759	+43.49.19,1	0,679	6
18.	7. 1.31	+0. 6,10	-1. 9,7	24.12	18.13.58,79	9,746	+42.44.31,5	0,724	7
18.	7. 1.31	-1.11,17	+13.24,2	24.12	18.13.58,56	9,746	+42.44.34,7	0,724	8
20.	7. 2.49	+2. 5,62		32	18.16.17,60	9,729		0,735	9
20.	7. 2.49	+1.21,46	+5. 1,1	32.12	18.16.17,92	9,729	+40.33. 9,6	0,735	10
21.	6.54.32	-2.10,51	-13.22,9	24.12	18.17.25,12	9,723	+39.26.41,9	0,741	11
21.	6.54.32	-3. 8,48	-0.21,1	24.12	18.17.25,45	9,723	+39.26.31,9	0,741	12
22.	6. 6.11	+0.35,91	-3.22,5	16.8	18.18.29,73	9,723	+38.20.38,3	0,681	13
22.	6. 6.11	-1. 8,65	+5.53,7	16.8	18.18.29,71	9,723	+38.20.40,8	0,681	14

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	R moy. 1889,0.	Réd. auj.	(U) moy 1889,0.	Réd. auj.	Autorités.
		h m s	s			
1.	9,2	18. 7.29,21	-0,90	+45.48.40,1	+3,8	B. B., t. VI + 45° 2670.
2.	8,8	18. 7.48,37	-0,90	+45.46. 9,5	+3,8	Deichmüll. Astr. Nach. n° 2944.
3.	7,2	18.14.59,60	-0,84	+45. 6.41,9	+4,4	Id.
4.	8,0	18.16.28,19	-0,84	+44.50.26,4	+4,4	Id.
5.	9,2	18.10.50,01	-0,78	+43.56.17,4	+3,5	Id.
6.	8,9	18.11. 1,92	-0,78	+43.51.13,7	+3,5	Id.
7.	8,5	18.13.53,39	-0,70	+42.45.37,7	+3,5	L. L. 33809.
8.	8,3	18.15.10,43	-0,70	+42.31. 7,0	+3,5	Weisse ₂ 18 ^h , 403.
9.	7,2	18.14.12,55	-0,57	+40.15.32,9	+2,8	Weisse ₂ 18 ^h , 368-69.
10.	8,2	18.14.57,03	-0,57	+40.28. 5,7	+2,8	Weisse ₂ 18 ^h , 391-92.
11.	9,0	18.19.36,14	-0,51	+39.40. 1,7	+3,1	Weisse ₂ 18 ^h , 536.
12.	5,1	18.20.34,44	-0,51	+39.26.49,9	+3,1	2 Lyræ μ = (Brux. + 2 Greenw.).
13.	9,3	18.17.54,27	-0,45	+38.23.58,2	+2,6	B. B. VI + 38° 3148.
14.	7,7	18.19.38,81	-0,45	+38.14.44,5	+2,6	L. L. 34049.

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

SCHIAPARELLI (G.-V.). — SULLA ROTAZIONE DI MERCURIO. (*Astronomische Nachrichten*, n° 2944; décembre 1889.)

On doit à Schroeter les premiers renseignements sur le mouvement de rotation de cette planète, auquel il crut pouvoir assigner une durée de 24^h; mais ses observations n'étaient pas pour inspirer une grande confiance. M. Schiaparelli s'est occupé de Mercure depuis 1881. Favorisé par le beau ciel de son pays, et en possession d'instruments de choix, il a pu en faire une série d'environ 150 dessins, qui montrent des taches nettement délimitées, et il a réussi à élucider complètement la question que Schroeter s'était trop hâté de trancher.

Les observations les plus nombreuses ont été faites de 1882 à 1883, où M. Schiaparelli a pu suivre la planète pendant sept révolutions synodiques consécutives. Il aurait pu faire connaître ses résultats dès 1884; mais il attendait l'arrivée du grand réfracteur de 18 pouces pour tout vérifier à nouveau. A Milan, Mercure ne s'observe bien que pendant le jour, quand le Soleil est encore sur l'horizon. L'hiver, on peut l'observer à toute heure du jour; en automne et au printemps, il faut choisir la matinée; c'est pendant l'été que l'observation devient difficile, à cause des vapeurs et de l'incessante agitation de l'atmosphère. Les phases de chaque révolution synodique peuvent être suivies d'une manière continue, sauf les interruptions causées par la conjonction inférieure (près d'un mois) et par la conjonction supérieure (huit jours). Quelques dessins ont été faits sans difficulté quand Mercure n'était qu'à 3° du Soleil, avec un diamètre apparent de 4" ou 5" seulement.

En revoyant la planète à un jour d'intervalle, on trouve toujours les taches à la même place, ou à peu près; il en est de même après deux, trois, quatre jours. Ce fait, bien connu, peut s'expliquer de trois manières : 1° en supposant que Mercure fait une rotation complète en 24^h; 2° en supposant qu'il fait deux ou trois tours en 24^h; 3° en supposant la rotation très lente. Schroeter s'était décidé pour la première hypothèse.

Mais des observations répétées dans la même journée, ou deux jours de suite, à des intervalles très différents de 24^h, montrent Mercure sous le même aspect; cela exclut les hypothèses 1 et 2, et il ne reste que la troisième : la rotation est trop lente pour produire un changement sensible en quelques jours. L'ensemble des observations et des dessins de M. Schiaparelli prouve que cette rotation est de 88 jours, qu'elle a

la durée d'une révolution de la planète. Comme la Lune dans son mouvement autour de la Terre, Mercure tourne toujours la même face vers l'astre central, qui est ici le Soleil. Il a des allures de satellite; on sait que le phénomène analogue se rencontre aussi dans le système de Saturne.

L'axe de rotation de Mercure doit être à peu près perpendiculaire à l'orbite de la planète; l'inclinaison de l'équateur ne pourrait dépasser 8° ou 10° . La rotation est d'ailleurs uniforme; ce fait, combiné avec la forte excentricité de l'orbite, entraîne une libration très sensible en longitude, dont l'amplitude, égale au double du coefficient de l'équation du centre, est de $47^{\circ}21'$. C'est là l'origine des oscillations périodiques que présentent les taches de Mercure. La planche qui accompagne le Mémoire de M. Schiaparelli montre l'hémisphère éclairé de la planète, avec son réseau de taches et, le long de l'équateur, les points, distribués sur un arc de 47° , qui ont successivement le Soleil au zénith, dans le cours d'une année de 88 jours. La libration a pour conséquence que 227° de l'équateur, et non pas 180° degrés seulement, sont accessibles aux rayons du Soleil; les $\frac{3}{8}$ de la surface ne les reçoivent jamais.

Les taches de Mercure se montrent ordinairement sous la forme de stries légères, d'un brun roux, assez difficile à distinguer sur un fond rose clair. Mais elles paraissent très stables, et les contours auraient sans doute plus de netteté pour un instrument plus puissant. Il arrive assez souvent que, dans certaines régions du disque, elles sont temporairement voilées, et elles disparaissent toujours en approchant du bord, ce qui semble indiquer la présence d'une atmosphère très épaisse. On remarque aussi fréquemment des taches blanches assez brillantes, surtout le long des bords et autour du pôle boréal, qui est généralement plus lumineux que le pôle austral. C'est ce qui a fait croire à Schroeter que la corne Sud du croissant de Mercure était tronquée.

R. R.

STRUVE (HERMANN). — VORLEUFIGE RESULTATE AUS DEN BEOBSCHTUNGEN DER SATURNSTRABANTEN AM 30-ZOELLIGEN REFRACTOR. (*Astronomische Nachrichten*, n° 2945-46; janvier 1890.)

Nous avons rendu compte (*Bulletin*, V, p. 351) d'une première publication de M. Hermann Struve, contenant les résultats de ses mesures micrométriques des satellites extérieurs de Saturne, effectuées, de 1885 à 1886, avec le réfracteur de 15 pouces de l'observatoire de Poulkova. Les séries des mesures entreprises avec le réfracteur de 30 pouces se rapportent plus spécialement aux satellites intérieurs (Rhéa, Dioné,

Téthys, Encelade, Mimas), mais aussi à Hypérion et au système des anneaux.

M. Struve se proposait, tout d'abord, de déterminer avec la plus grande précision possible les éléments des orbites de Rhéa et de Téthys, par des comparaisons micrométriques des deux satellites entre eux et avec la planète elle-même. On déterminerait ensuite l'orbite de Dioné en rapportant ce satellite à Rhéa, puis l'orbite d'Encelade par Téthys, enfin celle de Mimas également par Téthys ou tel autre satellite intérieur. C'est d'après ce plan que les observations ont été poursuivies pendant les quatre dernières oppositions de Saturne. Elles ont fourni des éléments osculateurs de Rhéa, de Téthys et d'Encelade pour quatre époques, de Dioné et de Mimas pour deux époques différentes. On s'est attaché surtout à rendre nombreuses les combinaisons de Rhéa avec Téthys, qui devaient servir de base à tous ces calculs; leur réduction, terminée depuis quelque temps, a conduit à des résultats intéressants qu'il a paru utile de faire connaître dès à présent.

Les comparaisons ont été toujours faites par angles de position et distances, qui ont servi à calculer les différences $x_1 - x_2$, $y_1 - y_2$ des coordonnées rectangulaires, plus commodes pour l'établissement des équations de condition par lesquelles se déterminent les corrections des éléments. Les divers systèmes d'éléments osculateurs ainsi obtenus, circulaires pour Rhéa, faiblement elliptiques pour Téthys, représentent les mesures de M. H. Struve avec une précision inespérée; les résidus sont extrêmement petits. Mais une série de mesures, exécutées par son assistant, M. Renz, présente des écarts systématiques dans les distances; on a dû la laisser provisoirement de côté.

La correction trouvée pour les distances moyennes donnerait, pour le dénominateur de la masse de Saturne, 3493,0 au lieu de 3500; mais ce résultat pourrait encore être influencé par une erreur systématique des distances mesurées. Les longitudes de Téthys présentent des écarts qui semblent justifier la remarque de M. Bohlin sur la variabilité du moyen mouvement de ce satellite.

On remarque aussi, entre les quatre déterminations des plans des orbites de Rhéa et de Téthys (pour 1886, 1887, 1888 et 1889), un léger désaccord qui indique la nécessité d'une correction des éléments de l'équateur de Saturne. En prenant, pour ce dernier,

$$n_1 = 167^{\circ}53',6 \text{ au lieu de } 168^{\circ} 0',0$$

$$i_1 = 28^{\circ} 2',0 \text{ au lieu de } 28^{\circ}10',0$$

on trouve pour les inclinaisons des deux orbites sur l'équateur de la planète des nombres remarquablement constants ($\gamma = 65'.1$ pour Téthys,

$\gamma = 20',5$ pour Rhéa), ainsi que le demande la théorie. L'inclinaison trouvée pour Rhéa est confirmée par d'autres considérations. On peut dès lors déterminer, avec une assez grande approximation, le mouvement des nœuds sur l'équateur de Saturne, qui est d'environ 73° pour l'orbite de Téthys, et de 10° pour Rhéa, de sorte qu'on a finalement

$$(\text{Téthys}) \quad \theta - n_1 = 163^\circ,3 - 72^\circ,8 (t - 1886,218)$$

$$\gamma = 65',1$$

$$(\text{Rhéa}) \quad \theta - n_1 = 16^\circ,7 - 10^\circ,2 (t - 1886,218)$$

$$\gamma = 20',5$$

En cherchant à déterminer le mouvement $\Delta\theta$ du nœud de l'orbite de Téthys par la théorie, à l'aide des données fournies par le mouvement du péri-Saturne de Titan (*Bulletin*, V, p. 356), M. H. Struve établit que la part de l'aplatissement et des anneaux peut s'évaluer à $62^\circ,2$, celle de l'ensemble des satellites à $3^\circ,7$, ce qui ne donnerait encore que $65^\circ,9$ au lieu de $72^\circ,8$. Pour Rhéa, on trouverait, de la même manière, $8^\circ,1 + 1^\circ,1 = 9^\circ,2$ au lieu de $10^\circ,2$. Parmi les explications possibles de ces différences, notons celle qui invoque une action indépendante des anneaux, et qui laisse entrevoir un moyen d'arriver à la connaissance de leur masse (on trouverait, *grosso modo*, $m_1 = \frac{1}{300}$).

R. R.

VIERTELJAHRSSCHRIFT DER ASTRONOMISCHEN GESELLSCHAFT. 24^e année, fascicule I. Leipzig, 1889.

Notice nécrologique. — La Société a perdu, le 15 février dernier, un de ses plus anciens membres, le célèbre géologue Henri de Dechen. Né à Berlin, le 25 mars 1800, il était arrivé à l'âge de 89 ans.

Notes de MM. P. Lehmann et H. Kreutz sur les planètes et les comètes découvertes en 1888.

Comptes rendus bibliographiques. — M. F. Richarz a consacré un article assez étendu à l'analyse d'une série de travaux, relatifs à la détermination de la densité moyenne de la Terre, et dont nous avons parlé ici même à plusieurs reprises. Ce sont les Mémoires de M. Ph. de Jolly (1878-1883), de M. J.-H. Poynting (1878-1879) et de M. J. Wilsing (1887), auxquels on pourrait joindre un travail de MM. A. König et F. Richarz (1885). On sait que les méthodes de MM. Jolly et Poynting sont fondées sur l'emploi de la balance ordinaire; ce sont des pesées différentielles, où l'on fait agir, sur l'un des plateaux de la balance,

l'attraction d'une grosse boule de plomb. MM. König et Richarz ont proposé une modification de ce procédé. La méthode de M. Wilsing repose sur l'emploi d'un pendule dont le centre de gravité tombe immédiatement au-dessous de l'arête du couteau; c'est une sorte de balance verticale. Ajoutons que M. Wilsing vient de reprendre ses expériences.

Les recherches de M. L. Struve sur la constante de la précession et sur le mouvement propre du système solaire, et celles de M. de Haerdtl sur l'orbite de la comète de Winnecke, sont l'objet d'analyses détaillées; nous en avons déjà rendu compte ici même (*Bulletin*, V, p. 110, et VI, p. 166). Il en est de même des recherches de M. L. de Ball sur l'orbite de la planète Eucharis (*Bulletin*, IV, p. 241).

Nous trouvons enfin, dans le même fascicule, un article de M. Bauschinger sur la nouvelle édition du Catalogue des nébuleuses de Sir John Herschel que vient de publier M. Dreyer (*A New General Catalogue of Nebulae*, etc. Londres, 1888), avec des remarques sur la distribution des nébuleuses; et un article de M. H. Schultz sur les *Monographies des amas G. C. 4460 et G. C. 1440*, que l'on doit à M. Bruno Peter.

R.

VIERTELJAHRSSCHRIFT DER ASTRONOMISCHEN GESELLSCHAFT. — 24^e année, fascicule II; Leipzig, 1889.

Notice nécrologique sur Karl Knorre, né à Dorpat le 28 mars 1801, mort à Berlin le 10 septembre 1883. Fils du professeur Christophe Knorre, il manifesta de bonne heure un goût marqué pour les Sciences mathématiques, et, très jeune encore, il fut choisi par W. Struve pour l'assister dans ses travaux géodésiques en Livonie. En 1820, l'amiral Greigh le fit nommer professeur d'Astronomie pratique à l'École de pilotage de Nikolaïef, qui devait alors être dotée d'un observatoire. L'école fut fermée en 1865, en même temps que disparaissait la flotte de la mer Noire; mais Knorre resta directeur de l'observatoire jusqu'en 1871, où il prit sa retraite et se retira à Berlin. On lui doit des Mémoires relatifs à l'Astronomie pratique, publiés généralement en langue russe, et il a dirigé de nombreux travaux de Géodésie et d'Hydrographie dans la Russie méridionale. C'est Knorre qui avait exécuté la feuille 5 des Cartes célestes de l'Académie de Berlin, à l'aide de laquelle Hencke, en 1845, inaugura les découvertes d'astéroïdes qui devaient ensuite se multiplier d'une manière si inattendue. Marié trois fois, Knorre a laissé douze enfants.

Travaux des observatoires en 1888.

Bâle. — Les instruments n'ont guère été utilisés que pour l'enseignement.

Berlin. — L'observatoire a maintenant un physicien dans la personne du Dr Goldstein, connu par ses recherches sur les radiations électriques. Le service du grand cercle méridien est toujours attribué à M. Küstner, celui du réfracteur à M. Knorre, tandis que M. Knopf observe au petit cercle méridien, et M. Marcuse à l'instrument des passages (*Universal-Transit*). Le Bureau des calculs est dirigé par M. Tietjen.

Bonn. — MM. Deichmüller et Mönnichmeyer ont continué la révision définitive de la zone 40° - 50° et la rédaction du Catalogue, qui prend beaucoup de temps. MM. Schönfeld et Deichmüller ont pu faire aussi quelques observations d'étoiles variables.

Breslau. — On s'y occupe surtout de Météorologie. Dans le courant de l'été, l'Institut géodésique a déterminé la différence de longitude de la station Schneekoppe par rapport à Berlin et à Breslau.

Bruzelles. — M. Byl observe le nadir d'une manière suivie, en vue de constater les variations de la verticale. M. Niesten a continué ses mesures d'étoiles doubles. M. Folie s'occupe toujours de la détermination des constantes de la nutation diurne. M. Spée étudie le Soleil; M. Fievez poursuit ses recherches expérimentales sur l'origine des raies spectrales et de leurs renversements. M. Prinz a fait des essais de Photographie céleste avec une lunette photographique de $0^m,22$, construite par Grubb.

M. Byl a commencé la détermination de la méridienne du nouvel observatoire, à Uccle, qui aura des mires à 1700^m au Nord et à 1600^m au Sud. Les retards apportés par l'architecte aux dernières installations sont cause que le transfert de l'observatoire a dû être ajourné à 1890.

Cointe (Liège). — M. Folie a commencé des observations d'étoiles très voisines du pôle, en vue de la détermination des constantes des deux nutations de l'axe terrestre (périodes, 11,003 et 0,5). M. L. de Ball a poursuivi au cercle méridien ses observations d'étoiles faibles de la zone $\pm 2^{\circ}$. Il a aussi continué ses calculs relatifs à l'orbite de la planète Eucharis.

Dresde. — Observations micrométriques de planètes, de comètes, de satellites, de nébuleuses et d'étoiles fixes, effectuées par M. B. d'Engelhardt.

Düsseldorf. — Observations de planètes, faites par M. R. Luther.

Genève. — L'année 1888 a été défavorable aux observations; depuis trente-cinq ans, on n'avait pas vu un pareil degré de nébulosité. Cela n'a pas empêché les comparaisons des chronomètres déposés par les

fabricants de se faire avec précision et régularité. L'équatorial a servi à observer les comètes nouvelles, quelques occultations, etc.

Gættingue. — Les constructions reconnues nécessaires n'ont pu être terminées qu'au mois de novembre 1888. L'héliomètre de Repsold a été installé sous une coupole tournante, fournie par M. Grubb; il a une ouverture de 0^m,16, une longueur focale de 2^m,8. Le personnel de l'observatoire s'est attelé à la réduction des zones de Klinkerfues. Les déclinaisons avaient été observées par la méthode de Gauss (échelle et miroir), ce qui rend la réduction très laborieuse.

Gotha. — M. Harzer a terminé ses recherches relatives au mouvement de la Lune.

Grignon. — Dom Pl. Démoulin est allé s'établir à Cluny (Saône-et-Loire), où l'ordre a acheté un local destiné, comme celui de Grignon, à la culture des Sciences. On y a déjà commencé l'étude des poussières cosmiques.

A Grignon, Dom B. Rimelin a constaté la réapparition des lueurs crépusculaires, du 20 octobre au 18 décembre. Les étoiles filantes d'août ont été observées à Grignon et à Cluny. Parmi les observations d'Astronomie physique, nous citerons celles des nouveaux anneaux de Saturne, dont voici les demi-diamètres, celui de la planète étant pris pour unité :

1 ^{er} anneau.....	2,45	3 ^e anneau.....	4,90
2 ^e anneau.....	3,36	4 ^e anneau.....	8,17

Hambourg. — Le cercle méridien et l'équatorial ont été utilisés principalement pour la détermination des positions d'étoiles fixes, de planètes et de comètes. L'instrument des passages sert à la détermination du temps. L'observatoire de Hambourg est maintenant chargé de l'étude des chronomètres de la marine.

Helsingfors. — On a commencé l'étude du nouveau cercle méridien. Beaucoup de temps a été consacré à des travaux géodésiques en rapport avec la mesure de la portion finlandaise de l'arc russo-scandinave.

Herény. — On a exécuté la détermination télégraphique des longitudes des observatoires hongrois de Herény, Kis Kartal, O'Gyalla. M. de Gothard poursuit toujours ses essais de Photographie céleste et ses travaux de Spectroscopie.

Kalocsa. — Observations des protubérances et des taches du Soleil, des comètes nouvelles, etc.

Karlsruhe. — M. Valentiner se plaint du mauvais état de l'observatoire, qui devient de plus en plus inquiétant. On a continué la réduction des observations de fondamentales australes. MM. Rebeur-Paschwitz et B. Matthiessen ont exécuté des mesures micrométriques de quelques

amas d'étoiles, observé des positions de comètes et de planètes, etc.

Kiel. — Le Catalogue des zones observées par M. Krueger à Helsingfors et à Gotha est maintenant terminé et s'imprime déjà. MM. Krueger, H. Kreutz et E. Lamp ont consacré une partie de leur temps à des calculs d'orbites et d'éphémérides. L'observatoire de Kiel est aussi chargé de la publication des *Astronomische Nachrichten* et du service des télégrammes astronomiques.

Königsberg. — Le nouveau directeur, M. Peters, a commencé par faire exécuter les réparations dont la salle méridienne avait grand besoin. M. Rahts a terminé la nouvelle détermination de la latitude, par la méthode de Bessel; M. Franz a utilisé l'héliomètre pour des mesures d'étoiles doubles; il a publié ses recherches sur la libration réelle (*Bulletin*, VI, p. 399).

Kremsmunster. — Observations de planètes et de comètes. Étude du Soleil.

Leipzig. — Parmi les observations de nature diverse, signalons celles qui se rapportent à la détermination de la parallaxe d'Iris.

Lund. — M. Dunér a continué ses mesures spectroscopiques de la vitesse de rotation du Soleil; il a examiné l'influence de la couleur des étoiles sur leurs grandeurs photographiques. Après avoir passé vingt-sept années à Lund, il vient d'être nommé directeur de l'observatoire d'Upsal.

Madison (Washburn Observatory). — M. Comstock a exécuté des mesures d'étoiles doubles à l'équatorial de 15 pouces. MM. Brown et Egbert ont observé des fondamentales au cercle méridien.

Milan. — M. Schiaparelli s'occupe toujours de Mars, tout en continuant ses mesures d'étoiles doubles, avec le grand réfracteur de 18 pouces. M. Celoria observe à l'équatorial de 8 pouces. On a repris la détermination de la différence de longitude entre Naples et Milan.

Munich. — M. Bauschinger a terminé les observations, commencées il y a cinq ans, pour la revision des zones de Lamont; elles ont fourni un Catalogue de 17000 étoiles. Le Catalogue fondé sur les zones de Lamont s'imprime activement. Le réfracteur a été utilisé par MM. Oertel et Bauschinger pour diverses recherches. M. Seeliger s'occupe d'expériences de Photométrie.

O'Gyalla. — On a observé les taches solaires, compté les étoiles filantes (observations correspondantes, faites dans trois stations). Les différences de longitude entre les observatoires d'O'Gyalla, Kis Kartal, Herény, ont été déterminées par la méthode télégraphique.

Potsdam. — M. Vogel a fait construire un grand spectrographe pour ses recherches sur le mouvement des étoiles dans le sens du rayon visuel. MM. Müller et Kempf sont toujours engagés dans l'observation de leurs

zones photométriques. M. Lohse et M. Spærer s'occupent de l'étude du Soleil. M. Scheiner poursuit ses expériences de Photographie céleste, dont nous avons parlé à plusieurs reprises. Les nouvelles expériences de M. Wilsing ont donné, pour la densité moyenne du globe, le nombre 5,577 (au lieu de 5,594).

Prague. — M. Weinek, directeur de l'observatoire de l'Université, donne quelques renseignements sur l'état de cet établissement. Le réfracteur de 6 pouces est installé dans une vieille tour, à 38^m au-dessus du niveau du sol; pour observer, on ouvre une porte. Deux instruments des passages servent à déterminer l'heure. Il ne peut guère être question d'observations de précision. M. Weinek a fait de nombreux dessins de paysages lunaires. On a observé des éclipses, des occultations, des culminations de la Lune. Dans quelque temps, l'observatoire sera en mesure de participer aux études relatives à la variabilité des latitudes.

M. Safarik a pu acquérir, pour son observatoire privé, un excellent réfracteur de 8 pouces, construit autrefois par Alvan Clark pour W. R. Dawes, et qui a été installé sous une coupole tournante; puis un théodolite et une pendule. Il s'est encore occupé, cette année, des étoiles variables.

Strasbourg. — M. E. Becker a fait subir au cercle méridien diverses réparations ou modifications, reconnues nécessaires; il a fallu aussi remédier aux défauts du bain de mercure, de l'éclairage des deux réfracteurs et de l'altazimut, etc. Le cercle méridien servira maintenant à l'observation de la zone australe, comprise entre -2° et -6° (sans compter les observations courantes). L'altazimut sera employé par M. Kobold à des déterminations systématiques de la latitude par la méthode de Horrebow, d'après le programme élaboré par M. Helmert. Beaucoup de temps est consacré à la rédaction des observations antérieures, qui est très en retard, et souvent à refaire.

Upsal. — M. Dunér n'a pas encore eu le temps d'arrêter un plan de travail pour l'établissement dont la direction vient de lui être confiée.

Vienne (Ottakring). — M. Herz se propose d'observer, au cercle méridien, la zone qui s'étend de -6° à -10° ; il est secondé par M. S. Oppenheim. Le réfracteur a servi à observer les satellites de Jupiter, quelques comètes, etc. On trouve la description du nouvel observatoire (fondé par M. de Kuffner) dans le tome I des *Annales*, récemment publié (voir *Bulletin*, VI, p. 264).

Zurich. — M. R. Wolf, assisté de M. Wolfer, poursuit sa statistique des taches solaires. Le réfracteur (muni d'un spectroscopie) sert à l'étude des protubérances, facules, etc.

R.

THE ASTRONOMICAL JOURNAL.

n^{os} 194-203.

Harkness (W.). — Sur les masses de Mercure, de Vénus et de la Terre et sur la parallaxe du Soleil.

L'objet principal du travail est de discuter à nouveau les nombreuses valeurs trouvées pour les masses de Mercure et de Vénus. L'auteur s'occupe d'abord des équations de condition fournies par le mouvement des nœuds des orbites de Mercure et de Vénus et déduites des passages de ces planètes sur le Soleil; il est ensuite parlé des nombreuses équations de condition établies par Le Verrier et dont quelques-unes ont été étudiées naguère par M. Tisserand (*Comptes rendus*, t. XCII). Enfin, M. Harkness traite l'ensemble des 23 équations de condition et arrive aux résultats suivants :

Masse de Mercure.....	1/8704559	±1724742
Masse de Vénus.....	1/404681	± 2134
Masse de la Terre.....	1/332768	± 1778

La masse de la Terre, trouvée par les perturbations, est en réalité la somme des masses de la Terre et de la Lune. Admettant $\frac{1}{81,5}$ pour le rapport des masses de ces deux corps et faisant usage de la formule

$$\text{Parallaxe solaire} = (2,784934) \sqrt[3]{\text{masse de la Terre}},$$

M. Harkness trouve 8",759 pour la parallaxe du Soleil.

Hagen (Rév. S. J.). — L'étoile variable μ Céphée.

Nombreuses observations de cette variable, de 1884 à 1887, et comparaison avec celles de M. Gore.

Lewis Boss. — Corrections systématiques des positions des étoiles près de l'équateur avec une Note sur les constantes du mouvement de translation du Soleil.

En préparant le Catalogue fondé sur les observations de la zone $+0^{\circ}50'$ à $+5^{\circ}10'$ dévolue à l'observatoire d'Albany, M. Lewis Boss a comparé les positions des étoiles à celles de Lalande, de Bessel et de quelques autres autorités. Cette comparaison importante, qui occupe

deux numéros de l'*Astr. Journal*, a montré la nécessité de corrections systématiques à certaines zones de Lalande et de Bessel; elle a mis aussi en évidence l'effet du mouvement parallactique séculaire provenant de la translation du Soleil.

Pour réduire d'une époque à une autre la position d'une étoile de 9^e grandeur, quand on n'a pas le moyen de déterminer le mouvement propre, il convient de prendre

$$+ 0'',107 \sin(\alpha + 267^\circ) \text{ pour l'R et } - 1'',81 \text{ pour la déclinaison,}$$

ce qui place l'*apex* du Soleil par 267° et $48^\circ,5$ et correspond à un déplacement séculaire de $2'',4$ du Soleil vu d'une étoile de 9^e grandeur (Cf. *Bulletin*, V, p. 110 et suivantes).

Hall (A.). — La tache blanche de l'anneau de Saturne.

Ce serait, d'après M. Hall, un effet de contraste.

Hall (A.). — Stabilité de la position du réfracteur de 26^e pouces de Washington.

M. Hall communique les valeurs des coordonnées du pôle instrumental, de 1876 à 1889, déduites de l'observation de deux étoiles équatoriales et d'une étoile circumpolaire dans les deux positions de l'instrument; la stabilité est très satisfaisante.

Elkin (W.-L.). — Comparaison des réductions, par le D^r Gould, des photographies des Pléiades de M. Rutherford avec les résultats héliométriques. — Note sur l'article précédent par le D^r B.-A. Gould.

La comparaison du D^r Elkin porte sur 40 étoiles. Les réductions du D^r Gould datent de plus de vingt ans; mais leur publication vient d'avoir lieu seulement dans le tome IV des *Mémoires de l'Académie américaine des Sciences*. Il est très remarquable qu'après une correction convenable de la valeur du tour de vis micrométrique, les mesures photographiques montrent un accord complet avec les résultats héliométriques, l'erreur probable d'une coordonnée étant à peu près la même dans les deux systèmes de mesures, soit $0'',08$.

Le D^r Gould avait pressenti nettement le rôle considérable de la Photographie. La Note ajoutée à l'article du D^r Elkin retrace l'historique de ces premiers essais.

Yendell (P.-S.). — Observations de maxima et de minima d'étoiles variables en 1888-1889.

Étoiles examinées : S et T Grande Ourse, R Lyre, R Corbeau, Algol, Y Cygne, U Céphée, S Sagittaire, T Petit Renard, T et U Monocéros, R Lion, S Couronne, S Serpent.

Ferrel (W.). — Sur la solution des équations des marées par Laplace.

La publication récente de l'article de M. G.-H. Darwin sur les marées dans l'*Encyclopædia Britannica* (*Bulletin*, V, p. 359) et du *Traité d'Hydrodynamique* de M. Basset (2 vol. in-8°, Cambridge, 1888) raniment une ancienne controverse.

M. Darwin et M. Basset disent, à l'égard de la méthode de Laplace : « Cette méthode a été suivie par Laplace sans explication. Elle a été attaquée par Airy dans son Ouvrage *Tides and Waves* (*Encyclopædia metropolitana*), et par Ferrel dans ses *Tidal Researches* (*U. S. Coast Survey*, 1873), mais elle a été justifiée par Sir W. Thomson dans le *Phil. Mag.*, 1875, p. 230. »

M. Ferrel rappelle que l'article de Sir W. Thomson n'est pas resté sans réponse : on trouve dans le même Volume et dans le Volume suivant les répliques de Sir G.-B. Airy et de M. Ferrel.

M. Ferrel se propose de reprendre aujourd'hui la discussion en en précisant certains points plus qu'il n'avait fait.

Rogers (W.-A.). — Sur le Catalogue de 1213 étoiles contenu dans le tome XVI des *Annales de l'observatoire d'Harvard*.

M. Rogers répond à un doute de M. Safford concernant le mode de réduction du Catalogue de M. Rogers au Catalogue fondamental d'Auwers.

Hall (A.). — Sur les masses des planètes déduites des mouvements cométaires.

A l'occasion des importantes recherches de M. Backlund et de M. Haerdtl, M. Hall dit que, jusqu'au moment où l'on connaîtra mieux les changements physiques des comètes dans le voisinage du Soleil, les masses planétaires déduites du mouvement des comètes et les suppositions sur le milieu résistant demeureront incertaines.

Chandler (S.-C.). — Sur les variations d'éclat de U Céphée.

M. Chandler réunit toutes les données d'observation qu'on possède sur cette étoile : séries récentes de Schmidt, Wilsing, Knott (1880-1884); anciennes déterminations de Schwerd (1827-1828); dernières observations de M. Yendell et de lui-même, ... et il conclut que la période n'est pas uniforme et qu'à l'accroissement séculaire de la période il y a sans doute lieu d'ajouter un terme périodique; il est probable que l'expression algébrique des époques des minima de U Ophiuchus est analogue à celle d'Algol (*Bulletin*, V, p. 263).

Hirayama (S.). — Sur un problème proposé par M. Bertrand.

C'est le problème étudié par M. Tisserand (*Bulletin*, IV, p. 5).

Lewis Boss. — Mouvements propres des étoiles comprises dans la zone d'Albany (+ 0° 50' à + 5° 10').

La liste présentée par M. Lewis Boss contient 295 étoiles; c'est un extrait d'un Catalogue plus étendu qui va être publié dans le Catalogue d'Albany, actuellement sous presse.

En terminant, M. Lewis Boss remarque que les corrections systématiques apportées par lui à certaines zones de Bessel et de Lalande ont entraîné des valeurs parfois différentes des valeurs déjà publiées pour les mouvements propres.

M. Lewis Boss a évité de conclure les mouvements propres quand il n'y avait qu'une seule observation ancienne ou quelque doute.

Hall (A.). — Note sur la nébuleuse annulaire dans la Lyre.

Existence d'une petite étoile aperçue au centre de la nébuleuse par M. Ranyard.

Thome (J.-M.). — Observations de γ Argus à Cordoba.

M. Thome estime que le minimum $\gamma^M,65$ a dû avoir lieu vers la fin de 1886. A l'époque du maximum, en 1843, d'après Maclear, γ Argus était comprise entre Sirius et Canopus, d'où une variation de $8^M \frac{1}{2}$ dans un intervalle de 43 ans.

M. Thome communique diverses observations de cette étoile, ainsi que des mesures faites avec un photomètre de Zöllner sur les étoiles des premières grandeurs.

Holden (E.-S.). — Photographie et vision des étoiles pendant le jour.

M. Holden esquisse une théorie élémentaire de la photographie d'une étoile projetée sur un fond brillant et montre que le facteur le plus important à considérer est le rapport de la distance focale à l'ouverture de l'objectif; d'une manière générale, il y aurait avantage à diaphragmer les objectifs pendant le jour.

Les remarques précédentes sont sensiblement vraies aussi pour la vision des étoiles pendant le jour. M. Holden indique la grande utilité de cette remarque pour les observations méridiennes pendant le jour; il arrive parfois qu'on ne peut observer des étoiles fondamentales pour réduire le Soleil.

Les remarques de M. Holden expliqueraient, en partie, la possibilité d'avoir de nombreuses observations de Mercure avec une lunette, de petite ouverture, témoin Vidal.

Yendell (P.-S.). — Maxima et minima de variables à longues périodes.

R Vierge, T Céphée, T Hercule, T Serpent, V Ophiuchus.

Hall (A.). — Observations de γ Ophiuchus.

Belle série d'observations de 1880 à 1889. M. Hall remarque que, la première observation d'Herschel datant de 1879, les observations embrassent plus d'une révolution; cependant, il reste une indétermination dans certains des éléments, que les mesures précédentes faites dans le voisinage du périastre pourront servir à lever.

Barnard (E.-E.). — Sur les compagnons de la comète *d* 1889 (Brooks).

La découverte d'une série de compagnons à la comète Brooks a sollicité au plus haut point l'attention des astronomes. M. Barnard dit que depuis la découverte d'un groupe de compagnons à la grande comète de 1882 (*A. N.*, 2489), il a été poursuivi par l'idée que d'autres comètes pourraient avoir des compagnons, et qu'en conséquence il a examiné depuis lors les environs de toutes les comètes, dans l'espoir de trouver des compagnons. Les belles observations de M. Barnard sont donc la conséquence de recherches systématiques et persévérantes.

Les quatre compagnons B, C, D, E ont été trouvés du 1^{er} au 4 août. Les mesures micrométriques ont montré bientôt que les angles de posi-

tion relativement au noyau de la comète Brooks étaient presque constants, les distances changeant plus ou moins.

M. Barnard doit continuer les mesures micrométriques des compagnons jusqu'à la dernière limite de visibilité.

Yendell (P.-S.). — Observations de variables du type d'Algol.

Les observations concernent U Céphée, δ Balance, U Couronne, U Ophiuchus; tous les détails utiles sont communiqués par l'auteur.

Dans une Note subséquente, M. Yendell communique des observations de W Vierge, la seule variable connue à courte période qui ne soit pas du type d'Algol.

Observations de l'occultation de Jupiter, le 3 septembre.

Les astronomes de l'observatoire Lick ont noté comme phénomène particulier, lors du dernier contact de Jupiter, un obscurcissement du bord de la Lune qui rendait l'observation incertaine; le temps n'était pas très beau.

Hill (G.-W.). — Sur la détermination par Le Verrier des termes du second ordre dans les mouvements séculaires des excentricités et des périhélies de Jupiter et de Saturne.

En revoyant la théorie de Jupiter et de Saturne de Le Verrier (*Annales de l'Observatoire de Paris*, t. X, p. 239-260; t. XI, p. 20, 23, 53, 56), l'auteur a été amené, d'après certaines considérations liées à la possibilité d'avoir la même fonction perturbatrice pour les deux planètes, à découvrir une anomalie entre les nombres relatifs à Saturne et à Jupiter.

D'après M. Gaillot (*Comptes rendus*, 9 décembre), cette anomalie tient à ce qu'il s'est glissé une erreur de signe (p. 242 du t. X) dans la valeur de $\frac{c}{\cos \varphi} - \frac{d\pi}{dt}$, le terme $+ 0''.015554 \beta' \cos(\omega - \varpi')$ dans la partie proportionnelle à mm' ayant été mis à la place du terme égal et de signe contraire du travail original.

Il est probable que, dans le tome XI, Le Verrier aura reproduit les nombres du tome X sans recourir aux calculs originaux.

M. Gaillot, dans le même Mémoire, communique les corrections nécessitées par cette inadvertance. La représentation des observations en est fort peu modifiée.

Chandler (S.-C.). — Note sur l'étoile variable Y Cygne.

Cette variable à courte période (14,5 environ) présente le phénomène singulier d'avoir une période décroissante depuis le milieu de 1888, à raison de 1^m ou plus par an, l'inverse s'étant produit en 1887-1888.

M. Chandler recommande les observations de cette curieuse variable aux astronomes du continent et donne une éphéméride des minima basée sur les éléments provisoires suivants :

1889 Octobre 3, 14^h50^m,0 (T. M. G.) + 11^h56^m,7 (E — 687).

Savvyer (E.-F.). — Sur une variable nouvelle dans l'Hydre.

358 (U. A.), la nouvelle variable, est une étoile rouge. La période ne peut être encore déterminée, mais elle paraît voisine d'une année.

Chandler (S.-C.). — Sur la période de U Couronne.

M. Chandler a déjà publié plusieurs recherches sur les étoiles variables du type d'Algol, savoir Algol, U Ophiuchus et U Céphée. L'étude des variations de la période de U Couronne y fait suite.

La période diminuerait de 0^s,0036 d'un minimum à l'autre conformément aux éléments adoptés :

1870. Mars 25..... 10^h38^m5 (T. M. Greenwich)
+ 3^d10^h51^m12^s,4 (E — 0,0018 E²)

Vendell (P.-S.). — Observations des taches solaires, de février à novembre 1889.

Chandler (S.-C.). — Action de Jupiter, en 1886, sur la comète de 1889; son identité avec la comète de Lexell de 1770.

L'auteur, après avoir constaté que la comète Brooks avait subi en 1886 de fortes perturbations de la part de Jupiter, a calculé d'une manière approchée l'orbite de la comète avant son entrée dans la sphère d'activité de Jupiter; ce calcul l'a conduit à admettre comme probable l'identité de la comète avec celle de Lexell.

Avant les grandes perturbations de 1886, où la comète a passé si près du système de Jupiter qu'on peut supposer que la désagrégation constatée récemment a pris alors naissance, l'orbite avait les éléments ci-dessous, à côté desquels on a mis les éléments de l'hyperbole jovien-

trique décrite après l'entrée dans la sphère d'activité, et les éléments actuels un peu abrégés :

T.	1886. Nov. 23, 779 G. M. T.	1886. Mai 20, 747 G. M. T.	1889. Sept. 20, 012 G. M. T.
ω	203°. 3', 7	291°. 52', 6	1°. 26', 3
Ω	179. 13, 4	242. 20, 6	17. 58, 8
i	7. 43, 8	37. 55, 5	6. 4, 2
e	0, 3947	1, 05796	0, 47070
a	8, 9896	—0, 16929	3, 68468
q	5, 4411	0, 00981	1, 95023
Période.....	26 ^a , 95		7 ^a , 073

Avant l'appulse de 1886, il faut remonter jusqu'en 1779 pour en trouver un autre. A ce moment, la comète a dû passer près de Jupiter et éprouver de grandes perturbations là où la comète de Lexell a éprouvé les siennes. De plus, une comparaison des éléments de la comète de Lexell, tels qu'ils ont été donnés par Le Verrier pour faciliter la recherche de son identité avec d'autres comètes, montre une ressemblance si frappante que l'identité des deux astres devient très probable.

En 1921, la comète de Brooks subira de nouveau de grandes perturbations; il faut que les astronomes mettent à profit les retours de 1896, 1903, 1910 et 1917 pour qu'on soit sûr de la théorie du mouvement de la comète lors de l'événement de 1921.

En attendant, M. Chandler engage les astronomes à suivre assidûment la comète, et il annonce son intention de poursuivre les calculs nécessaires pour vérifier l'identité des deux comètes.

Voir les Notes récentes de M. Schulhof, (*Bulletin*, VI, p. 465, 513).

O. C.

Espin. — Spectre de R Andromède.

M. Espin a observé des raies brillantes dans le spectre de cette étoile; la raie F, en particulier, est très brillante (*Nature*, n° 1014).

Abney (Cap. W. de W.). — Conférence à l'Association britannique (Section de Mathématiques et de Physique) sur les progrès récents de la Photographie (*Nature*, n° 1037).

Nous signalons aux lecteurs du *Bulletin* la conférence du Cap. Abney, concernant les progrès récents d'un art qui, entre ses mains, tend à devenir une science (*Bulletin*, VI, p. 270); le Cap. Abney a surtout insisté sur la

nécessité d'aborder l'étude de la Photographie d'une manière scientifique. La première partie de l'Adresse est consacrée aux théories photographiques.

Le Conte (J.). — Nuages noctiluques (Nature, n° 1040).

A propos des récentes Communications sur les nuages noctiluques (*Bulletin*, VI, p. 311 et *passim*), l'auteur signale la Notice d'Arago dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1832; elle contient un Catalogue de phénomènes de ce genre. L'auteur parle ensuite de l'illumination diffuse du ciel observée par lui, près de la côte de Géorgie, aux États-Unis, pendant les coups de vent cycloniques d'automne avant que la pluie tombe.

Association américaine pour l'avancement des Sciences (*Nature*, n° 1040).

Dans la Section de Mathématiques, il a été question d'un Travail de M. E.-D. Preston sur les deux arcs de méridien du Pérou et de Japon; de l'examen auquel il s'est livré, M. Preston conclurait que l'imperfection des instruments et l'attraction des hautes montagnes affectent sensiblement les résultats publiés. L'Association a adopté à l'unanimité une résolution tendant à ce que l'arc du Pérou soit remesuré, et que les Républiques d'Amérique s'entendent pour exécuter cette entreprise.

Fowler (A.). — Objets pour le spectroscopie.

L'auteur a commencé dans *Nature* la publication d'une suite de notes spectroscopiques qui sont à signaler aux lecteurs du *Bulletin*. On sait que M. Fowler a assisté M. Lockyer dans ses dernières recherches.

Wogel (D^r). — Algol (Nature, n° 1051).

A la séance du 28 novembre de l'Académie de Berlin, le professeur Vogel a communiqué les résultats déduits des photographies de cette variable. Le professeur Pickering avait montré, il y a quelques années, que, si la variation des étoiles du type d'Algol était due au passage d'un satellite sombre sur le disque de l'étoile principale, produisant une éclipse partielle, les deux étoiles devaient avoir des dimensions peu différentes, être peu écartées et tourner rapidement autour de leur centre de gravité; comme conséquence, l'étoile principale devait tantôt s'approcher, tantôt s'éloigner rapidement de la Terre. Six photographies du spectre d'Algol obtenues pendant l'hiver dernier et le mois de novembre ont

montré qu'avant le minimum les raies du spectre d'Algol sont nettement déplacées vers le rouge, ce qui indique un mouvement d'éloignement; tandis qu'après le minimum le déplacement est du côté du bleu, ce qui indique un mouvement d'approche. En supposant que l'orbite est circulaire, et en combinant les indications spectroscopiques avec les variations connues de l'éclat de l'étoile, le professeur Vogel obtient les éléments suivants du système d'Algol :

	Algol.	Compagnon.
Diamètre.....	1 700 000 ^{km}	1 340 000 ^{km}
Vitesse orbitale	43	89
Masse : masse $\odot$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$
Distance d'Algol au compagnon....		5 200 000 ^{km}
Vitesse de translation du système...		3 ^{km} , 2

M. Vogel est donc parvenu à élucider une question très intéressante.

C'est le cas de signaler à l'attention un passage du discours mentionné plus haut du capitaine Abney. Nous avons avec la Photographie les moyens d'enregistrer les phénomènes dans le spectre, depuis l'ultra-violet jusqu'aux grandes longueurs d'onde dans l'infra-rouge, moyens que les physiciens pourront utiliser quelque jour. Un travail à poursuivre serait, par exemple, de photographier le ciel avec des plaques convenablement préparées et de rechercher les étoiles obscures presque finies ou à peine nées, leurs températures pouvant être dans les deux cas au-dessous de la chaleur rouge et les étoiles invisibles pour l'œil dans une lunette.

Peut-être pourrait-on ainsi vérifier l'existence des compagnons sombres dans le cas des étoiles variables du type d'Algol et obtenir des indications sur les autres classes d'étoiles variables.

Espin (Rév. T.-E.). — Raies brillantes dans le spectre de S Cas-siopée.

Le 27 novembre, M. Espin a été frappé par l'éclat de la raie F (*Nature*, n° 1049).

O. C.

THE AMERICAN JOURNAL OF SCIENCE.

Décembre 1888-Décembre 1889.

Langley (S.-P.). — Parties invisibles des spectres du Soleil et de la Lune (13 pages et 2 planches).

Extrait d'un Mémoire qui doit paraître dans le t. IV des *Publications de l'Académie des Sciences des États-Unis*.

M. Langley dit qu'en résumé les nouvelles recherches étendent la partie connue du spectre solaire de 3 à plus de 18 microns pour les longueurs d'onde; de plus, en confirmant le fait précédemment annoncé que les radiations solaires de grandes longueurs d'onde qui nous arrivent se réduisent à peu de chose, elles montrent que la possibilité de percevoir les radiations lunaires là où l'on n'en pourrait trouver de solaires s'explique d'une manière satisfaisante, en admettant qu'il existe, avant l'absorption, des radiations solaires de toutes les longueurs d'onde.

Ces belles recherches, dont il a été souvent parlé dans le *Bulletin*, touchent à un problème important de Météorologie, car on peut analyser maintenant les radiations envoyées par la Lune à la Terre et par la Terre à l'espace.

Académie nationale des Sciences (session de novembre 1888).

Titres de quelques Mémoires présentés :

Holden (E.-S.). — L'éclipse de Lune du 22 juillet 1888.

Peters (C.-H.-F.). — Sur l'expression de la loi d'attraction dans les systèmes stellaires.

Hall (A.). — Sur le satellite du Neptune.

Langley (S.-P.). — Histoire d'une doctrine (22 pages).

Le discours de M. Langley a été déjà mentionné (*Bulletin*, VI, p. 366); la reproduction dans l'*American Journal of Science* a été augmentée de plusieurs notes.

Trowbridge (J.) et Sabine (W.-C.). — Usage de la vapeur dans l'analyse spectrale.

L'emploi d'un jet de vapeur projeté sur l'étincelle électrique augmente beaucoup son éclat.

Winterhalter (A.-G.). — Nouvelle machine pour déterminer l'équation personnelle.

Analyse du Mémoire du Dr Wislicenus, annoncé dans le *Bulletin*, VI, p. 177.

Loomis (E.). — Contributions à la Météorologie (23^e Mémoire).

C'est le dernier travail, croyons-nous, du célèbre météorologiste amé-

ricain. Il y est question de la relation des aires de pluie avec les aires de haute et de basse pression.

Holden (E.-S.). — Tremblements de Terre en Californie en 1888 (10 pages).

Analyse des tremblements de terre observés, pendant l'année 1888, avec les appareils du professeur Ewing, à l'observatoire Lick et dans plusieurs autres stations.

Académie nationale des Sciences (Réunion, à Washington, du 16 au 19 avril 1889).

Sommaires de quelques Mémoires présentés :

Todd (D.-P.). — Sur la Couronne solaire. — Rapport sur l'éclipse de 1887, au Japon.

Peirce (C.-S.). — Détermination de la pesanteur.

Hall (A. Jun.). — La masse de Saturne.

Chandler (S.-C.). — Lois générales concernant les étoiles variables.

Peters (C.-H.-F.). — Revue des noms vulgaires dans le Catalogue d'étoiles de Piazzini.

Cleveland Abbe. — Magnétisme terrestre.

Romyn Hitchcock. — Photographie spectrale dans l'ultra-violet.

Hutchins (C.-C.). — Notes sur les spectres métalliques.

L'auteur s'est proposé de mesurer les positions des raies avec la précision qu'on peut obtenir par les réseaux du professeur Rowland; il communique les résultats pour le cuivre et le zinc, qui appartiennent tous les deux à l'atmosphère du Soleil.

Ferrel (W.). — La loi de la radiation thermique (26 pages).

Étude et comparaison des lois de Dulong et Petit et de Stefan.

Croll (James). — Sur la période glaciaire.

Langley (S.-P.). — Sur l'observation des phénomènes instantanés.

Bulletin. VI. p. 559.

Crew (H.). — Période de rotation du Soleil (9 pages).

L'auteur a repris des expériences antérieures (*Bulletin*, V, p. 261), sur lesquelles il y avait quelques doutes; il arrive à la conclusion que le spectroscope ne permet pas encore de mettre en évidence une variation de la période avec la latitude.

L'article contient beaucoup d'indications bibliographiques.

Association américaine pour l'avancement des Sciences (août 1889).

Sommaire des Mémoires présentés relatifs à l'Astronomie :

Hough (G.-W.). — Le nouvel observatoire Dearborn.

Holden (E.-S.). — Observations astronomiques faites avec la grande lunette de l'observatoire Lick, depuis juin 1888.

Comstock (G.-C.). — Usage d'un miroir flottant comme auxiliaire d'un cercle méridien.

Eastmann (J.-R.). — Relations entre les grandeurs, les distances et les mouvements des étoiles.

Rogers (W.-A.). — Sur les mouvements propres des étoiles de la zone + 50° à + 55° de déclinaison. — Graduation des cercles méridiens *in situ*.

Harkness (W.). — La parallaxe solaire et les constantes qui en dépendent.

Burnham (S.-W.). — Découvertes et mesures d'étoiles doubles à l'observatoire Lick.

Farquhar (H.). — Nouveau Catalogue de déclinaisons.

Bigelow (F.-H.). — La Couronne solaire. — Enregistrement photographique des passages.

Frisby (E.). — Erreurs dans les Catalogues d'étoiles.

Preston (E.-D.). — L'arc du Pérou.

Brashear (J.-A.). — Nouvel arrangement pour un oculaire astigmatique. L'objectif achromatique d'Hastings. Le verre de Iéna.

Leavenworth (F.-P.). — Parallaxe annuelle de l'étoile n° 303 de South.

Woodward (R.-S.). — Les théories mathématiques de la Terre.

Discours prononcé dans la section de Mathématiques et de Physique, au Congrès de l'Association américaine pour l'avancement des Sciences, (119 pages).

Le discours de M. Woodward est trop long pour être reproduit; il est fort intéressant et nous en indiquons ci-dessous les points principaux.

Mesures géodésiques : ellipsoïdes d'Airy, de Bessel et du Col. Clarke. Mesures du pendule : résultats du Col. Clarke et de M. Helmert; difficultés inhérentes aux anomalies locales et à la réduction au niveau de la mer.

Théories mathématiques fondées sur l'hypothèse de la fluidité primitive; travaux de Clairaut et de Laplace. Recherches de M. Roche dans le cas où les pressions ne sont pas supposées continues.

Après avoir exposé en 7 ou 8 pages, avec une grande clarté, les questions qui viennent d'être indiquées, M. Woodward passe au problème de la chaleur interne du globe, de ses origines et de ses effets; il fait ressortir toute l'importance de la *Théorie analytique de la chaleur* de Fourier et des recherches persévérantes de Poisson, réunies dans la *Théorie mathématique de la chaleur*.

Poisson, à l'encontre de la plupart des auteurs, admet que la consolidation de la Terre a commencé au centre; la cause de l'augmentation de température, à mesure que l'on s'abaisse au-dessous de la surface du globe, ne serait pas due à la chaleur primitive, mais à ce que la Terre aurait traversé, à une certaine époque, des régions interstellaires de haute température. Cette hypothèse se retrouve dans les spéculations de Rankine sur la reconcentration de l'énergie (1852).

M. Woodward arrive ensuite aux travaux de Sir William Thomson (*Natural Philosophy : On the secular cooling of the Earth*) qui ont renouvelé l'intérêt du sujet; mais, moins hardi que l'illustre savant anglais, il doute qu'on puisse évaluer l'âge du Soleil.

M. Woodward donne des indications très intéressantes sur les recherches nouvelles concernant les irrégularités et les plissements de la croûte terrestre. Il y a d'abord la théorie de la contraction de la Terre. M. T. Mellard Reade (*Origine des chaînes de montagnes*, Londres 1886) a montré qu'on peut construire, pour la Terre soumise à l'effet combiné de la chaleur et de la gravitation, une théorie analogue à celle des poutres fléchissantes, et qu'il y a, à une certaine profondeur, comme dans une poutre, une surface neutre où la tension est nulle. Au-dessus de la surface neutre, les couches sont sujettes à la compression et se plissent, tandis qu'au-dessous elles peuvent se déchirer. La même idée a été développée par M. C. Davison et M. Darwin (*Bulletin*, V, p. 360) et par le Rév. O. Fisher (*Physics of the Earth's crust*, 2^e édition, London, 1889). La théorie indiquerait qu'avec une Terre vieille de 100 millions d'années les plissements ne pourraient se faire sentir à plus de 3^m de profondeur; il y a là une difficulté sur laquelle M. Fisher a insisté.

L'autre théorie, suggérée d'abord par Babbage et Herschel (BABBAGE, *Appendix to the ninth Bridgewater Treatise*, 2^e édition, London, 1838), et à laquelle on donne le nom d'*isostasie*, consiste à admettre que le transport d'une charge considérable d'une région à une autre est suivi tôt ou tard d'une dépression sur la région chargée et d'une élévation correspondante sur la partie non chargée [Cf. DUTTON, *On some of the greater Problems of physical Geology* (*Bulletin of Philosophical Society of Washington*, t. XI, p. 51-64)]. Dans cette théorie, on ne fait donc intervenir que la gravitation ainsi que la rigidité des matériaux des couches.

Tout en estimant préférable la première théorie, M. Woodward pense que les deux peuvent se compléter.

Les problèmes concernant les tremblements de terre, les volcans, la fluidité intérieure, la rigidité de la Terre sont à peine ébauchés; il en est de même pour d'autres problèmes de Physique terrestre (météorologie, marées, magnétisme), et M. Woodward n'insiste pas.

Hooke (R.). — Loi probable de la densité des planètes.

L'auteur est conduit, par diverses considérations, à prendre

$$p = \rho^2 - \rho + \text{const.}$$

pour expression de la pression en fonction de la densité.

Ferrel (W.). — A popular Treatise on the winds, comprising the general motions of the atmosphere, monsoons, cyclones, tornadoes, etc. (505 p. in-8°. New-York, 1889).

Les grands progrès qui sont résultés de l'étude systématique de la Météorologie sont mis en évidence dans cet excellent Volume. L'éminent auteur a lui-même beaucoup contribué à ces progrès.

L'Ouvrage embrasse la constitution et la circulation de l'atmosphère, et ensuite les perturbations dans l'équilibre général qui se manifestent comme cyclones, tornados, etc. Les sujets sont présentés dans un langage simple et clair, en ne faisant intervenir que très peu de formules mathématiques.

Langley (S.-P.) et Very (F.-W.). — Température de la Lune (19 pages).

La conclusion générale est que la température de la surface de la Lune ne dépasse guère 0° centigrade. Par quelle série d'expériences,

d'une extrême délicatesse, l'auteur est-il arrivé à la conclusion citée si curieuse, c'est ce qu'indique le présent article, qui n'est qu'un extrait d'un *Mémoire* détaillé lu, en novembre 1887, à l'Académie nationale des Sciences. Ce *Mémoire* sera sans doute inséré aussi, comme les précédents, dans les *Annales de Physique et de Chimie*.

Académie nationale des Sciences (session semi-annuelle de novembre).

Sommaires des *Mémoires* présentés :

Gould (B.-A.). — Sur les nouveaux étalons du kilogramme et du mètre.

Hall (A.). — Sur Saturne et son anneau.

Langley (S.-P.). — Sur l'économie de l'énergie dans les vers luisants.

Rood (O.-N.). — Sur la photométrie de la lumière colorée.

Pickering (E.-C.). — Sur le spectre de ζ Grande-Ourse.

Newcomb (S.). — Sur les résultats des passages de Vénus de 1761 et 1769.
— Sur la théorie de la température cosmique.

O. C.

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, n°s 2940-2947.

Scheiner (J.). — Échancrures du bord solaire.

Deux photographies du Soleil, obtenues le 8 août dernier, montrent une assez forte échancrure dans une région du bord où il n'existait aucune tache. On sait que le P. Secchi avait quelquefois observé le même phénomène, mais seulement lorsqu'une tache approchait du bord. M. Scheiner, afin de se rendre compte des conditions où il se produit, a examiné une collection de 250 photographies solaires, et il a pu constater que ces dépressions se rencontrent assez fréquemment lorsqu'il y a une tache très près du bord; mais ce n'est, dans ce cas, qu'une illusion d'optique, le noyau des taches n'étant guère plus lumineux que le fond sur lequel se détache l'image solaire, de sorte que le bord paraît alors ébréché. A côté de ces échancrures purement apparentes, on en rencontre pourtant d'autres qui paraissent réelles, et qui s'observent toujours dans le voisinage d'un groupe de facules. Dans certains cas, il est vrai, les facules saillent et débordent sur le fond, faisant ainsi naître des creux apparents; mais il y a aussi, dit M. Scheiner, des exemples

non douteux de dépressions, d'entonnoirs qui s'enfoncent dans le bord, et qui ont une profondeur de plusieurs secondes. M. Scheiner serait assez porté à y voir un effet d'absorption anormale des rayons lumineux. Il recommande ces phénomènes à l'attention des observateurs.

Porter (J.-G.). — Sur les mouvements propres de quelques étoiles.

M. Porter, directeur de l'observatoire de Cincinnati, indique les corrections qui, selon lui, doivent être apportées aux mouvements propres de quelques étoiles de Lalande et du Catalogue de Paris; M. Kreutz ajoute quelques remarques à ce sujet.

Glaserapp. — Orbites d'étoiles doubles.

Voir *Bulletin*, VI, p. 524.

Thury. — Le cirque de Plinius.

Changements d'aspect que M. Thury attribue à une éruption. « En résumé, dit-il, si l'on cherche à interpréter les apparences qui se sont produites à diverses époques, on pourrait croire qu'il existe au centre de Plinius deux petits cratères dont l'aspect est habituellement modifié par de l'eau à l'état de neige ou de glace, amoncelée comme dans nos Alpes. De temps à autre, des émissions chaudes de gaz ou de vapeurs viennent modifier profondément l'état de la surface. Si, au premier moment, la vapeur d'eau domine, elle doit se condenser immédiatement en neige autour du cratère, formant un champ circulaire. Plus tard, les gaz chauds, mélangés d'une plus petite quantité de vapeurs, agrandissent l'ouverture et fondent les parties accessibles du champ de neige, jusqu'à découvrir parfois le noyau minéral primitif. » C'est ce qui est arrivé en 1822, 1882 et 1889. Dans les intervalles, la glace cachait les cratères. M. Thury a observé l'éruption de 1889 aux Pléiades, près Genève.

Klein (H.-J.). — Remarque sur le cirque de Plinius.

D'après M. Klein, les changements constatés par M. Thury sont simplement des effets d'illumination changeante.

Berberich. — Sur l'orbite de la comète 1884 II (Barnard).

Cette comète peut s'approcher beaucoup de Jupiter et surtout de

Mars. M. Berberich signale aussi une proximité remarquable des orbites des comètes Barnard, Finlay et de Vico.

Lamp (E.). — Éphéméride de la comète de Brorsen.

Zelbr. — Éléments et éphéméride de la comète Swift.

Le dernier système d'éléments de M. Zelbr comporte un temps de révolution de 6^a,9.

Harzer (P.). — Sur la réaction que les perturbations, causées par la Lune dans le mouvement du Soleil, exercent sur le mouvement de la Lune.

M. Harzer est arrivé à démontrer assez facilement un théorème important, relatif aux perturbations réflexes de la Lune, dont on ne connaissait encore qu'une première approximation, ou un cas particulier. On tient d'abord compte de l'action de la Lune sur le Soleil (ainsi que de la réaction qui en est la suite) en rapportant le mouvement du Soleil au centre de gravité du système formé par la Terre et la Lune. Il se trouve ensuite que cela revient à multiplier la fonction sphérique $P^{(n)}(s)$, dans le développement de la fonction perturbatrice du Soleil, par le facteur

$$(1 - \mu)^{n-1} - (-\mu)^{n-1},$$

où $\mu = \frac{m}{1+m}$, en désignant par m la masse de la Lune. Plana et Hausen avaient donné à $P^{(3)}$ le facteur $(1 - 2\mu)$.

Palisa. — Sur la détermination des parallaxes d'étoiles doubles.

La précision avec laquelle on est arrivé à mesurer la vitesse des mouvements stellaires dans la direction du rayon visuel fait espérer que ces résultats pourront être utilisés pour la connaissance des parallaxes de certaines étoiles doubles dont les orbites ont pu être calculées. M. Palisa développe les formules, et montre comment il faut disposer les observations pour obtenir, non seulement la parallaxe du couple, mais encore la position de son centre de gravité.

Pickering (E.). — Étoile variable dans l'amas G. C. 3636.

La variabilité de cette étoile résulte de la comparaison d'une série de photographies obtenues, par l'expédition envoyée l'année dernière en Californie, au sommet du pic Wilson (1900^m).

Millosevich. — Éléments de la comète 1889 II.

Matthiesen (B.). — Éléments et éphéméride de la comète 1881 V (Denning) pour le retour de 1890.

La comète a éprouvé, en 1887, de fortes perturbations de la part de Jupiter. Il y a peu d'espoir de la retrouver en 1890.

Borrelly. — Découverte d'une nouvelle comète.

Elle a été trouvée le 12 décembre ($\alpha = 27^{\circ}$, $\delta = 49^{\circ}$).

Zelbr, Froebe, Berberich. — Éléments et éphéméride de la comète Borrelly.

Bakhuyzen (van de Sande). — Observations méridiennes de la planète Iris (7) et des étoiles de comparaison employées dans les mesures héliométriques.

Kam. — Rectifications et additions au Catalogue des étoiles de comparaison, tiré des tomes I-LXVI des *Astron. Nachrichten*.

Les travaux de Schönfeld, de Gould, de Moesta ont permis de vérifier la position d'un grand nombre d'étoiles australes. De là ces additions, et quelques errata. Dans certains cas, les positions appartenaient à de petites planètes. M. Kam annonce qu'il a commencé la rédaction d'un second Catalogue, tiré des tomes LXVII-CXII du même Recueil.

Schiaparelli. — Sur la rotation de Mercure.

Voir plus haut, p. 18.

Oppenheim (S.). — Éléments et éphéméride de la planète Océana (221).

Seydler (A.). — Éléments et éphémérides de la planète Aline (206).

Bidschof. — Éléments de la planète Thulé (279).

Struve (Hermann). — Résultats provisoires des observations des satellites de Saturne, faites au réfracteur de 30 pouces.

Voir plus haut, p. 19.

Berberich. — Nouveaux éléments de la comète 1889 I.

M. Berberich trouve une orbite nettement hyperbolique, circonstance qui paraît être due à une perturbation exercée par Uranus en 1882.

Di Legge. — Notice nécrologique sur L. Respighi.

Le 10 décembre dernier est mort à Rome Lorenzo Respighi, directeur de l'observatoire du Capitole. Né en 1824, à Cortemaggiore (Plaisance), il avait fait ses études à Bologne, où il fut nommé, en 1851, professeur d'Astronomie, et en 1855 directeur de l'observatoire. Depuis 1865, il occupait la chaire d'Optique et d'Astronomie à l'Université de Rome, et, après la mort de Calandrelli, il avait pris la direction de l'observatoire du Capitole, où il a exécuté un grand nombre de travaux utiles, parmi lesquels nous citerons un Catalogue de 2534 étoiles. Il avait perfectionné les méthodes d'observation des étoiles circomzénithales, le mode de combinaison des observations directes et par réflexion, etc. L'Astronomie physique lui doit d'importants travaux de Spectroscopie : il a étudié les spectres stellaires, les spectres de la couronne, des protubérances solaires, qu'il observait d'une manière systématique depuis 1868; on connaît aussi ses recherches sur la scintillation, sur le diamètre solaire, sur les erreurs personnelles. La plupart de ses travaux ont été publiés dans les Mémoires de l'Institut de Bologne et dans les Actes de l'Académie dei Lincei.

Gould. — Remarques sur une étoile que M. Pickering soupçonne d'être variable.

Vogel. — Résultats des observations spectrographiques d'Algol.

MM. Vogel et Scheiner ont obtenu une série d'épreuves photographiques du spectre d'Algol, qui prouvent (par le déplacement de la raie H γ) que cette étoile variable s'éloigne du Soleil avant le minimum, et s'en rapproche après, comme le veut la théorie d'après laquelle l'affaiblissement périodique de son éclat est dû à l'interposition d'un compagnon obscur ou peu lumineux. Les vitesses moyennes (ramenées aux quadratures) sont respectivement de + 5,3 et de - 6,2 milles (40 et 46^{km}). La vitesse orbitaire serait donc, en moyenne, de 5,7 milles, et le temps de révolution égal à la période d'Algol (2^d21^h). En supposant l'orbite circulaire, M. Vogel trouve que la distance du compagnon doit être d'environ 700000 milles; il croit même pouvoir estimer les diamètres et les masses des deux corps qui composent le système d'Algol, ainsi que la hauteur de leurs atmosphères (*voir* p. 36).

Observations de planètes et de comètes, etc.

P.-S. — Dans le dernier numéro des *Astronomische Nachrichten*, M. O. Struve annonce que sa démission de directeur de l'observatoire de Poulkova et de membre de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg a été acceptée.

R. R.

VARIÉTÉS.

COMÈTES ET PLANÈTES DE 1889.

Comète e 1888 = 1889 I. — Découverte par M. E. Barnard à l'observatoire de Lick, le 2 septembre 1888, elle a été visible, après son passage au périhélie, jusqu'en novembre 1889. Elle a donc été observée pendant plus de treize mois, ce qui est assez rare.

Comète a 1889. — Le 15 janvier, M. W. Brooks, à Geneva N. Y. (États-Unis), rencontra, un peu avant l'aurore, une petite comète qui se déplaçait rapidement vers l'Ouest et qui n'a pas été retrouvée dans la suite.

Comète b 1889 = 1889 II. — Découverte par M. Barnard le 31 mars; elle était alors très faible et il ne fut possible de l'observer que pendant un mois environ; mais, après sa conjonction avec le Soleil, elle est redevenue visible à la fin de juillet et a pu être observée encore plusieurs mois.

Comète c 1889 = 1889 III. — Découverte également par M. Barnard le 23 juin. Elle était très faible aussi, et c'est à grand-peine qu'elle a pu être suivie jusqu'au 6 août. M. Berberich a déterminé ses éléments dans l'hypothèse d'une orbite elliptique et a trouvé 128 ans pour sa durée de révolution.

Comète e 1889 = 1889 IV. — Découverte par M. J. Ewen Davidson à Branscombe, Mackay (Queensland), le 22 juillet; elle était alors visible à l'œil nu comme une étoile de 4^e grandeur. Elle s'avancait rapidement vers le Nord, mais en même temps son éclat baissait beaucoup; elle a été visible jusqu'en novembre.

Comète d 1889 = 1889 V. — Cette comète, la plus intéressante

de celles qui ont été découvertes dans ces dernières années, a été trouvée par M. Brooks le 6 juillet; elle est périodique et les premières observations ont conduit à une durée de révolution de 7^a, 04. Elle était accompagnée par plusieurs petites comètes ou *compagnons*, découverts par M. Barnard le 1^{er} août et dont l'un au moins s'est formé aux dépens de l'astre principal. Cette comète s'est beaucoup rapprochée de Jupiter en 1886, et son orbite a dû subir alors de très grands changements; M. Chandler la croit identique à la célèbre comète de Lexell. Elle est encore observable, et l'on voit, par ce qui précède, combien il importe de la suivre aussi longtemps que possible.

Comète f 1889 = 1889 VI. — Découverte par M. Lewis Swift à Rochester (États-Unis), le 17 novembre; elle était très faible. Les observations des vingt premiers jours ont conduit M. K. Zelbr à une durée de révolution de 6^a, 91; malheureusement, cette comète n'a pu être observée que très peu de temps, à cause de sa faiblesse.

Comète g 1889 = 1890 . — Découverte par M. Borrelly à Marseille, le 12 décembre. Elle était faible, mais son éclat augmentait rapidement. Située par 49° de déclinaison boréale lors de la découverte, elle se dirigeait rapidement vers l'hémisphère austral et a dû être perdue de vue en Europe vers le 10 janvier 1890. Les premières observations fixent son passage au périhélie au 26 janvier 1890.

En 1889, la comète périodique Tempel (1873 II) a repassé par son périhélie et une orbite avait été calculée par M. Schulhof; mais la comète était voisine du Soleil et n'a pas été aperçue.

Les petites planètes découvertes en 1889, au nombre de six, sont les suivantes :

- (282) découverte par M. Charlois à Nice, le 28 janvier.
- (283) découverte par M. Charlois à Nice, le 8 février.
- (284) découverte par M. Charlois à Nice, le 29 mai.
- (285) découverte par M. Charlois à Nice, le 3 août.
- (286) découverte par M. J. Palisa à Vienne, le 3 août.
- (287) découverte par M. Ch.-F. Peters à Clinton, le 15 octobre.

G. B.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

SUR LA FLEXION DES FILS MICROMÉTRIQUES;

PAR M. HAMY.

On construit aujourd'hui des instruments méridiens possédant un champ considérable; celui du cercle du jardin de l'Observatoire de Paris est de deux degrés. Il faut donner dès lors une grande longueur aux fils du micromètre, et l'on s'expose ainsi à ne plus pouvoir négliger la flèche de la courbure que la pesanteur fait prendre au fil de déclinaison. La présente Note a pour but : 1° de montrer que le procédé physique, que j'ai développé dans les *Comptes rendus* et dans le dernier numéro du *Bulletin*, pour déterminer l'inclinaison du fil de déclinaison, se prête très bien à la mesure de cette sorte de flexion; 2° d'indiquer comment on peut relier les déformations que le fil subit dans la position horizontale du tube de la lunette à celles qui se produisent lorsque l'instrument a une direction quelconque.

Je traiterai d'abord le problème suivant, non qu'il soit nécessaire pour l'intelligence des questions que je me propose de résoudre, mais parce qu'il y a toujours intérêt à comparer les résultats de l'observation à ceux que fournit la théorie.

Problème. — Trouver la figure d'équilibre d'un fil homogène pesant et élastique situé dans un plan vertical.

Soient :

m le poids de l'unité de longueur du fil lorsqu'il n'est soumis à aucune tension ;

λ l'accroissement de longueur du fil sous l'influence d'une tension égale à l'unité de force.

L'accroissement de longueur sous l'influence d'une tension T sera $T\lambda$ et le poids de l'unité de longueur du fil ainsi allongé $\frac{m}{1+\lambda T}$.

Le problème à résoudre revient au suivant :

Trouver la figure d'équilibre d'un fil inextensible dont tous

les points sont sollicités par une force verticale ayant pour intensité $\frac{w}{1+\lambda T} ds$; T désignant la tension à laquelle est soumis l'élément ds .

En prenant une horizontale pour axe des x et une verticale pour axe des y , les équations suivantes définissent la figure d'équilibre du fil

$$d\left(T \frac{dx}{ds}\right) = 0,$$

$$d\left(T \frac{dy}{ds}\right) - \frac{w}{1+\lambda T} ds = 0.$$

En posant $\frac{dx}{ds} = \cos \alpha$, $\frac{dy}{ds} = \sin \alpha$ et appelant A_0 , x_0 , y_0 trois constantes arbitraires, ces équations donnent facilement

$$T \cos \alpha = A_0,$$

$$x = x_0 + \frac{A_0}{w} \log \frac{1 + \tan \frac{\alpha}{2}}{1 - \tan \frac{\alpha}{2}} + \lambda \frac{A_0^2}{w} \tan \alpha,$$

$$y = y_0 + \frac{A_0}{w} \frac{2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}}{\cos \alpha} + \lambda \frac{A_0^2}{2w} \tan^2 \alpha.$$

Dans la question qui nous occupe, l'angle α ne dépasse pas quelques minutes d'arc; on peut donc développer x et y suivant les puissances de α . Avant de procéder à ce calcul, il importe de faire une remarque. L'angle α étant petit, la tension T est à peu près constante et égale à A_0 . Pour tendre les fils micrométriques sur le cadre qui les supporte, on les allonge d'une fraction très notable de leur longueur, un tiers environ; on a donc à fort peu près $\lambda A_0 = \frac{1}{3}$. Ainsi les constantes $\frac{A_0}{w}$ et $\frac{\lambda A_0^2}{w}$, qui entrent dans les équations précédentes, sont du même ordre de grandeur. D'autre part, x devant varier entre des limites finies, puisque le fil a une certaine longueur, l'examen de l'équation en x montre que $\frac{A_0}{w} \alpha$ est une quantité de grandeur finie. L'équation en y montre de même que $\frac{A_0}{w} \alpha^2$ est très petit, puisque y varie fort peu.

Ces considérations font voir que l'on peut négliger x^3 , x^4 , ... dans les seconds membres des équations.

Les calculs faits, on arrive à ce qui suit

$$x = x_0 + \frac{\Lambda_0}{\varpi} (1 + \lambda \Lambda_0) x,$$

$$y = y_0 + \frac{\Lambda_0}{2 \varpi} (1 + \lambda \Lambda_0) x^2.$$

On en tire

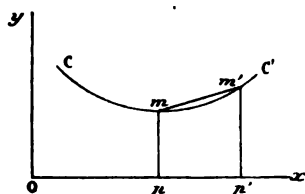
$$y = y_0 + \frac{(x - x_0)^2}{2 \frac{\Lambda_0}{\varpi} (1 + \lambda \Lambda_0)}.$$

Ainsi la courbe formée par le fil est un arc de parabole à axe vertical. Le paramètre de cette parabole est $\frac{\Lambda_0}{\varpi} (1 + \lambda \Lambda_0)$; il ne dépend pas de la longueur du fil. Il en résulte que la flexion du fil a la même action dans deux instruments ayant même étendue de champ et des distances focales différentes.

Revenons maintenant à la détermination physique de la flexion du fil.

Soient xOy (*fig. 1*) le plan du micromètre et CC' le fil à étudier.

Fig. 1.



La méthode que j'ai imaginée pour la mesure de l'inclinaison permet de trouver la tangente de l'inclinaison d'une corde mm' dont la projection pp' est constante, dans toutes ses positions sur la courbe.

Désignons par ξ l'abscisse du milieu de mm' et par i son inclinaison.

On déterminera par l'observation

$\text{tang } i_1$	correspondant à ξ_1 ,
$\text{tang } i_2$	" ξ_2 ,
.....	
$\text{tang } i_p$	" ξ_p .

Ces mesures permettront de calculer une formule d'interpolation,

$$\text{tang } i = A + B\xi + C\xi^2 + D\xi^3 + \dots$$

Je supposerai, pour simplifier les écritures, que les termes qui suivent ξ^3 sont nuls, de sorte que

$$\text{tang } i = A + B\xi + C\xi^2 + D\xi^3.$$

Il s'agit de conclure de là la figure du fil.

Soient

y l'ordonnée de la courbe;

$$pp' = 2\delta.$$

Posons

$$f(x) = y - y_0 = ax + bx^2 + cx^3 + dx^4 + \dots$$

On en déduit

$$\text{tang } i = \frac{f(\xi + \delta) - f(\xi - \delta)}{2\delta}$$

ou

$$\text{tang } i = a + 2b\xi + c(3\xi^2 + \delta^2) + 4d(\xi^3 + \delta^2\xi) + \dots$$

On doit avoir identiquement

$$A + B\xi + C\xi^2 + D\xi^3 = a + 2b\xi + c(3\xi^2 + \delta^2) + 4d(\xi^3 + \delta^2\xi) + \dots;$$

le second membre ne devant pas contenir de termes en ξ^1 , les coefficients qui suivent d sont nuls. On a donc

$$A = a + c\delta^2,$$

$$B = 2b + 4d\delta^2,$$

$$C = 3c,$$

$$D = 4d.$$

Ces équations déterminent a , b , c , d , et la question se trouve ainsi résolue.

Si le fil fléchit comme l'indique la théorie, la courbe trouvée sera une parabole à axe vertical et les coefficients c et d seront nuls. Les équations qui précèdent montrent que, dans ce cas,

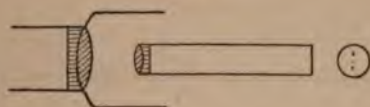
$$\text{tang } i = A + B\xi.$$

Ce qui vient d'être dit se rapporte à la direction horizontale du tube de la lunette. Je vais montrer comment on peut déduire la

figure du fil, lorsque l'instrument a une direction quelconque, des résultats obtenus à l'horizon.

Cette recherche se fera au moyen d'un petit collimateur fixé au tube de la lunette, en avant de l'objectif, comme l'indique la *fig. 2*. On installera, au foyer de l'appareil, une petite lame métallique percée de deux ouvertures, situées à peu près sur une même horizontale. Cette lame devra être montée de façon à pouvoir être déplacée horizontalement. On utilisera cet instrument de la façon suivante. En premier lieu, la lunette étant dirigée horizontalement, on pointera les images des ouvertures. Cette observation fera con-

Fig. 2.



naître l'inclinaison de la ligne des images, puisque la figure du fil est connue. En second lieu, la lunette étant placée dans la direction où l'on veut étudier le fil, on recommencera les pointés sur les images. Cette seconde observation fera connaître l'inclinaison nouvelle de la portion du fil avec laquelle les mesures ont été effectuées. En modifiant la position des ouvertures, on déterminera l'inclinaison de plusieurs portions du fil. Le problème s'achèvera comme pour l'horizon.

Pour accélérer les opérations, on pourrait percer plus de deux ouvertures dans la plaque située au foyer du collimateur.

Cette méthode suppose l'inclinaison de la ligne des ouvertures invariable pendant la durée de l'observation. Une telle supposition n'a rien d'excessif. L'inclinaison ne peut, en effet, changer que si le collimateur tourne autour de son axe optique, et il n'y a aucune raison pour qu'un pareil déplacement se produise lorsque l'on fait varier la hauteur de la lunette ⁽¹⁾.

(¹) Cette méthode sera appliquée au cercle méridien du jardin de l'observatoire de Paris.

SUR LES NOYAUX DE LA GRANDE COMÈTE II DE 1882;

PAR M. F. TISSERAND (*).

I. Découverte dans les premiers jours de septembre, cette magnifique comète devint bientôt visible en plein jour, à l'œil nu, près du Soleil. Elle est remarquable par sa très petite distance périhélie (un peu plus d'une fois et demie le rayon du Soleil) qui la rapproche des grandes comètes de 1843 et 1880, avec lesquelles son orbite présente d'ailleurs d'autres points de ressemblance. Mais je veux m'occuper ici surtout des apparences curieuses qu'a présentées son noyau. Rond et très petit dans le voisinage du périhélie, quand les astronomes du Cap le voient en contact avec le disque du Soleil, il s'allonge dès le 22 septembre; le 30, Finlay y distingue deux points plus brillants. Plus tard, on en compte jusqu'à cinq, qui resteront toujours rangés en ligne droite (*). Ainsi, dans la tête de la comète, la matière n'est pas distribuée d'une manière uniforme; il existe plusieurs centres de condensation avec des diamètres apparents de 1" ou 2". Leurs distances mutuelles changent avec le temps, mais ces noyaux partiels demeurent constamment sur une même droite qui tourne progressivement autour du noyau principal.

II. Il y a donc là des conditions spéciales pour le développement des noyaux secondaires. Je me propose de démontrer qu'on peut s'en rendre compte d'une manière simple, en faisant abstraction des attractions mutuelles qui sont certainement très petites, et considérant les divers noyaux comme de petites comètes soumises seulement à l'attraction du Soleil, se mouvant sur des ellipses fort allongées, ayant un même périhélie où elles passent presque en même temps et des grands axes différents, mais dirigés suivant la même droite. Près du périhélie, les mobiles sont très rapprochés

(*) Nous reproduisons ici avec une addition importante une Note présentée à l'Académie des Sciences le 3 février dernier.

(*) Les observations montrent en réalité les noyaux disposés sur un même grand cercle de la sphère céleste; comme cette disposition s'est maintenue pour des positions très différentes de la Terre, on est en droit de supposer que les noyaux se trouvaient toujours sur une même droite, et que cette droite était située dans le plan de l'orbite principale.

et enveloppés par une nébulosité assez dense; on ne voit que l'ensemble, sans pouvoir distinguer les détails. Cela devient possible plus tard, quand les centres de condensation se sont séparés de quantités notables et que le reste de la nébulosité s'est affaibli en se répandant sur une surface plus étendue. J'ai pris pour base de mon travail un Mémoire très complet de M. H. Kreutz⁽¹⁾. Je désignerai avec cet auteur les noyaux par les chiffres 1, 2, 3, 4, 5; 2 est le plus brillant; c'est à lui que se rapporte l'orbite calculée; 3 vient ensuite avec un éclat peu différent, puis 4 et enfin 1 et 5 qui sont très faibles et dont on a peu d'observations. La droite 1-5 est supposée située dans le plan de l'orbite de 2, et fait avec le prolongement du rayon vecteur mené de 2 au Soleil, en sens contraire du mouvement de la comète, un angle aigu γ qui, dans l'intervalle des observations, diminue constamment de 21° à 9° . 1 est le point le plus voisin du Soleil; les autres suivent dans l'ordre des chiffres, 5 étant le plus éloigné, par conséquent du côté de la queue.

III. Soient r et v les coordonnées polaires héliocentriques de 2 (rayon vecteur et anomalie vraie); $r + \delta r$, $v + \delta v$ celles de l'un quelconque des autres noyaux, 3 par exemple. On aura, en supposant que les éléments q et T (distance périhélie et temps du passage au périhélie) soient les mêmes pour tous les noyaux et que l'excentricité e varie seule de l'un à l'autre, de petites quantités que nous représenterons généralement par δe ,

$$(1) \quad \delta r = \frac{\partial r}{\partial e} \delta e, \quad \delta v = \frac{\partial v}{\partial e} \delta e.$$

Un triangle infinitésimal que l'on aperçoit immédiatement donne

$$(2) \quad \tan \gamma = - \frac{r \delta v}{\delta r} = - \frac{r \frac{\partial v}{\partial e}}{\frac{\partial r}{\partial e}}.$$

δe a disparu de cette expression; γ est donc le même pour les divers noyaux qui resteront bien toujours en ligne droite. Il est vrai que le même raisonnement s'appliquerait encore si l'on faisait varier l'un des autres éléments T ou q au lieu de e ; mais on ne

(¹) *Untersuchungen über das Cometensystem* 1843 I, 1880 I, und 1882 II. 1^{er} Theil; Kiel 1888.

représenterait pas ainsi les observations comme nous allons le faire. Nous nous occuperons d'abord des noyaux 2 et 3 qui ont été observés beaucoup plus souvent que les autres. On peut déduire des observations les valeurs de la distance angulaire s des noyaux 2 et 3 vus de la Terre, et celles de γ [ce sont les angles $(u - u_0)$, du Tableau de M. Kreutz, p. 91 et 92 de son Mémoire; ils ne résultent pas immédiatement des observations, mais s'en déduisent par des calculs faciles] :

		s	γ .
(A)	1882. OCTOBRE	3,26	21,4
		21,26	16,2
	NOVEMBRE	3,26	13,4
		19,26	11,9
	DÉCEMBRE	3,26	13,9
		28,26	9,5
	1883. JANVIER	31,26	9,1

On a d'ailleurs, d'après M. Kreutz,

$$\log q = 3.8893666, \quad e = 0,9999078, \quad \text{révolut.} = 772^{\text{ans}}.$$

$$T = 1882, \text{ sept. } 17,26 \dots$$

On peut prendre ensuite avec une précision suffisante (OPPOLZER, *Bahnbestimmung*, t. II, p. 401) :

$$(3) \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{r} \frac{\partial r}{\partial e} = \frac{1}{8} \sin^2 \nu \left[2 + \theta + \tan^2 \frac{1}{2} \nu + \left(\frac{1}{5} - \frac{3}{35} \theta \right) \tan^4 \frac{1}{2} \nu \right], \\ \frac{\partial \nu}{\partial e} = -\frac{1}{4} \sin \nu \cos^2 \frac{1}{2} \nu \left[-1 + \left(1 + \frac{4}{5} \theta \right) \tan^2 \frac{1}{2} \nu \right. \\ \quad \left. + \left(\frac{4}{5} - \frac{4}{35} \theta \right) \tan^4 \frac{1}{2} \nu \right], \\ \theta = \frac{1-e}{1+e} \tan^2 \frac{1}{2} \nu. \end{array} \right.$$

On trouve aisément, pour les époques considérées,

$$(B) \quad \left\{ \begin{array}{ll} \frac{1}{r} \frac{\partial r}{\partial e} & \frac{\partial \nu}{\partial e} \\ \div 9,12 & -3,73 \\ \div 15,04 & -4,83 \\ \div 18,64 & -5,40 \\ \div 22,66 & -5,97 \\ \div 25,90 & -6,39 \\ \div 31,25 & -7,03 \\ \div 31,37 & -7,75 \end{array} \right.$$

Il en résulte pour γ , par la formule (2), des valeurs γ_c , que nous transcrivons ci-dessous :

	γ_c	γ_0	$\gamma_c - \gamma_0$
(C)	22,2	21,4	+0,8
	17,8	16,2	+1,6
	15,8	13,4	+2,4
	14,7	11,9	+2,8
	13,9	13,9	0,0
	12,7	9,5	+3,2
	11,6	9,1	+2,5

L'accord est satisfaisant; si l'on prend en effet les valeurs isolées de γ_c (p. 88-91 du Mémoire de M. Kreutz), on pourra se convaincre que les observations sont sujettes, comme il était facile de s'y attendre, à des erreurs assez notables, et qu'en somme nos valeurs de γ_c y satisfont presque aussi bien que les valeurs pondérées employées pour γ_0 . Du reste, il n'est pas difficile de faire disparaître la série des signes + des résidus (C), comme nous le montrerons plus loin.

IV. Le triangle infinitésimal considéré plus haut donne encore

$$\frac{\partial r}{\cos \gamma} = (2-3);$$

on a, d'ailleurs,

$$(2-3) = \frac{n_c}{\Delta \sin s},$$

où Δ désigne la distance de la comète à la Terre, et n_c un facteur numérique réduit en Table par M. Kreutz (p. 91). Il en résulte

$$s = \frac{rn_c}{\Delta \cos \gamma} \frac{1}{r} \frac{\partial r}{\partial e} \frac{\partial e}{\sin i}.$$

En remplaçant s et $\frac{1}{r} \frac{\partial r}{\partial e}$ par leurs valeurs (A) et (B), on obtient les équations suivantes :

		Résidus.
(D)	11,0 = 6,07 $\frac{\partial e}{\sin i}$	+1,0
	15,5 = 9,12	+0,4
	20,3 = 12,28	0,0
	23,0 = 13,95	-0,1
	26,0 = 16,70	-1,6
	35,0 = 21,00	-0,3

On en tire

$$\frac{\delta e}{\sin i} = 1^{\circ},653.$$

Les résidus sont parfaitement acceptables, et c'est une seconde preuve en faveur de notre hypothèse.

V. Passons au noyau 4. On a les observations suivantes distances 2-3 et 3-4 :

		2 3.	3 4.	$\frac{3-4}{2-3}.$
NOVEMBRE	3.....	14,65	9,3	0,635
	6.....	16,5	10,2	0,618
	19.....	20,3	12,7	0,626
FÉVRIER	27.....	34,6	22,3	0,645

Pour le 3 novembre, on a pris la moyenne de deux observations.

On a déduit des nombres ci-dessus les valeurs du rapport $\frac{3-4}{2-3}$; cette quantité est restée, comme on voit, sensiblement constante, égale à 0,631. On trouvera donc la trajectoire du noyau 4 en conservant les éléments T et q de 2, et augmentant l'excentricité de 1,631 δe , δe correspondant au noyau 3. On trouve ainsi, pour les noyaux 2, 3 et 4, les excentricités suivantes :

$$0,9999078, \quad 0,9999158, \quad 0,9999209.$$

Si l'on adopte 772 ans pour durée de révolution du noyau principal, on obtient 885 ans et 972 ans pour les noyaux 3 et 4. On voit donc que la comète primitive de 1882 se trouve maintenant remplacée par trois autres de périodes différentes.

Les observations du noyau 1 sont peu nombreuses et ne semblent pas devoir fournir de résultats concordants avec celles de 2 et 4. Ainsi elles donnent en novembre 1-2 < 2-5, et c'est l'inverse qui a lieu en février; peut-être n'a-t-on pas observé la même condensation dans les deux cas. Il est regrettable que nous ne puissions pas tirer de conclusion pour le noyau 1; car, étant si voisin du Soleil que 2, il a dû donner naissance à une autre comète à période plus courte. Outre les fragments du noyau, dans lesquels nous voulons voir déjà de petites comètes indépendantes, les observations ont montré autour de la comète principale plusieurs nébulosités qui en étaient nettement séparées, et l'accompagnaient.

néanmoins dans des orbites voisines, comme le calcul l'a montré pour l'une d'elles. Tous ces corps, fragments du noyau, comètes secondaires, vont augmenter le groupe formé par les comètes de 1843, 1880 et 1882, groupe dont nous ne connaissons encore, probablement, qu'une partie des membres.

VI. Nous allons traiter la question d'une manière plus complète, en ce qui concerne le noyau 3, en cherchant à profiter des données contenues dans le Mémoire de M. Kreutz. Pour les époques de ses neuf derniers lieux normaux, nous avons tiré de l'ensemble des observations, par voie d'interpolation, les valeurs de s_{2-3} et celles de l'angle de position de la direction 2-3, en augmentant toutefois cet angle de 180° , parce que les données ont été rapportées à la direction 2-1. Nous avons obtenu ainsi les nombres ci-dessous :

			<i>s.</i>	<i>p.</i>	<i>s</i> sin <i>p.</i>	<i>s</i> cos <i>p.</i>
XI	1882 OCT.	10,5	7,0	280,1	— 6,9	+ 1,2
XII		22,0	10,4	285,9	—10,0	+ 2,8
XIII	Nov.	4,0	15,7	293,3	—14,4	+ 6,2
XIV		21,5	20,5	311,6	—15,3	+13,6
XV	DÉC.	10,5	24,0	344,1	— 6,6	+23,1
XVI		30,0	24,2	14,4	— 6,0	—23,4
XVII	1883 JANV.	16,0	32,0	39,7	+20,4	+24,6
XVIII	FÉVR.	5,0	34,9	66,0	+31,9	+14,2
XIX	MARS. . .	4,0	34,5	80,7	+34,0	+ 5,5

On remarquera quelques différences dans les valeurs précédentes de s et celles mentionnées au § III; cela tient à ce que l'interpolation a été modifiée; on n'a pas jugé nécessaire de recommencer les premiers calculs.

Soient α_2 , δ_2 , α_3 , δ_3 les ascensions droites et déclinaisons géocentriques des noyaux 2 et 3. On aura

$$\delta_3 - \delta_2 = s \cos p, \quad (\alpha_3 - \alpha_2) \cos \delta = s \sin p,$$

$$\delta_2 + \frac{\partial \delta_2}{\partial e} \delta e + \frac{\partial \delta_2}{\partial \log q} \delta \log q + \frac{\partial \delta_2}{\partial T} \delta T + \frac{\partial \delta_2}{\partial \omega} \delta \omega = \delta_3;$$

ω désigne la distance du périhélie au nœud. On peut employer les valeurs de

$$\frac{\partial \delta_2}{\partial e}, \quad \dots \frac{\partial \delta_2}{\partial \omega}, \quad \cos \delta_2 \frac{\partial \alpha_2}{\partial e}, \quad \dots \cos \delta_2 \frac{\partial \alpha_2}{\partial \omega},$$

qui sont données dans le Mémoire de M. Kreutz. On trouve ainsi

d'abord les équations suivantes, relatives aux différences de déclinaison :

	$\delta e.$	$\delta \log q.$	$\delta T.$	$\delta \omega.$
(E)	$+ 1,2 = + 0,69$	$+0,050$	$+267$	$-0,327$
	$+ 2,8 + 1,84$	$+0,061$	$+ 29$	$-0,319$
	$+ 6,2 + 4,05$	$+0,071$	-185	$-0,417$
	$+13,6 + 8,73$	$+0,077$	-444	$-0,508$
	$+23,1 +14,55$	$+0,067$	-629	$-0,481$
	$+23,4 +16,74$	$+0,042$	-582	$-0,325$
	$+24,6 +14,17$	$+0,026$	-399	$-0,205$
	$+14,2 + 9,18$	$+0,018$	-195	$-0,148$
	$+ 5,5 + 3,59$	$+0,017$	$- 39$	$-0,145$

J'en tire, en éliminant δe ,

$$(4) + (0,1927) = \delta e + (3,7659) \delta \log q - (1,4713) \delta T - (2,5767) \delta \omega.$$

	$\delta \log q.$	$\delta T.$	$\delta u.$
(F)	$+0,1 = +0,015$	$+287$	$-0,20$
	$-0,1 +0,011$	$+ 84$	$-0,25$
	$-0,1 -0,004$	$- 65$	$-0,27$
	$0,0 -0,002$	-186	$-0,18$
	$+0,4 -0,007$	-198	$+0,07$
	$-2,7 -0,008$	$- 86$	$+0,31$
	$+2,5 -0,006$	$+ 20$	$+0,33$
	$-0,1 -0,005$	$+ 77$	$+0,20$
	$-0,1 -0,006$	$- 67$	$-0,01$

J'ai posé $\delta u = \delta \omega - 0,154 \delta \log q$; les résidus sont petits et n'ont plus rien de systématique; il en résulte qu'on satisfait convenablement aux équations (E) en prenant $\delta e = 1'',64$,

$$\delta \log q = \delta T = \delta u = 0.$$

VII. Voici maintenant les équations relatives aux différences d'ascension droite :

	$\delta e.$	$\delta \log q.$	$\delta T.$	$\delta \omega.$
(G)	$- 6,9 = - 3,56$	$+0,098$	$+2940$	$-0,411$
	$-10,0 - 5,69$	$+0,110$	$+2350$	$-0,543$
	$-14,4 - 7,74$	$+0,126$	$+1920$	$-0,704$
	$-15,3 - 8,41$	$+0,151$	$+1430$	$-0,959$
	$- 6,6 - 3,67$	$+0,176$	$+ 827$	$-1,239$
	$+ 6,0 + 6,76$	$+0,182$	$+ 231$	$-1,383$
	$+20,4 +15,42$	$+0,169$	$- 93$	$-1,346$
	$+31,9 +21,11$	$+0,145$	$- 231$	$-1,216$
	$+34,0 +22,71$	$+0,119$	$- 221$	$-1,051$

On en tire, en éliminant δe ,

$$(5) \quad + (0,1845) = \delta e - (7,6844) \delta \log q - (2,0121) \delta T - (2,0786) \delta \omega.$$

$$(H) \quad \left\{ \begin{array}{lll} & \delta \log q. & \delta T. & \delta \omega. \\ -1,4 & = +0,026 & +2573 & -0,454 \\ -1,3 & +0,013 & +1764 & -0,611 \\ -2,6 & 0,000 & +1126 & -0,797 \\ -2,5 & -0,016 & +565 & -1,060 \\ -1,0 & -0,023 & +450 & -1,283 \\ -1,3 & -0,015 & +926 & -1,302 \\ -3,2 & -0,002 & +1492 & -1,161 \\ -0,4 & +0,007 & +1943 & -0,963 \\ -0,8 & +0,010 & +2117 & -0,779 \end{array} \right.$$

Les équations ne contiennent pas réellement les deux inconnues δu et $\delta \log q$; mais elles ne dépendent presque que de la combinaison $\delta u = \delta \omega - 0,154 \delta \log q$, et de δT . Les premiers membres sont petits; cependant leur allure est systématique et en rapport avec celle des coefficients de δu . On en tire

$$(6) \quad \delta u = +2'',08 + 1540 \delta T,$$

et il reste, en négligeant les petits termes en $\delta \log q$,

$$(K) \quad \left\{ \begin{array}{ll} \delta T. & \\ -0,5 & = +1873 \\ 0,0 & -823 \\ -0,9 & -102 \\ -0,3 & -1068 \\ +1,7 & -1527 \\ -1,6 & -1080 \\ -0,8 & -297 \\ +1,6 & +459 \\ +0,8 & -917 \end{array} \right.$$

Les résidus sont faibles maintenant, non systématiques, et indépendants des coefficients de δT qui sont restés grands. Il en résulte que δT est, sinon nul, du moins très petit. Quand on remplace, dans les équations (G), $\delta \log q$, δT et δu , respectivement par 0,0 et $+2'',08$, les premiers membres deviennent

$$-0'',5; +0'',4; +0'',5; +0'',4; +0'',3; -3'',3; -2'',2; -0'',5; -0'',1.$$

Ces résidus sont un peu plus forts que ceux qui figurent dans les

formules (F); mais, en revanche, on les a atténués en passant de (H) à (K). Les formules (5) et (6) donnent

$$\delta e = +1',55, \quad \delta \omega = 0,154 \delta \log q = +2',08.$$

On remarquera que les équations (E) et (G) donnent pour δe des valeurs presque égales; nous prendrons la moyenne, et nous adopterons finalement

$$(L) \quad \delta e = +1',60; \quad \delta T = 0; \quad \delta \varpi = 0,154 \delta \log q = +2',08.$$

Mais on voit que δe à lui seul satisfait presque entièrement aux équations de condition.

En calculant $\delta_3 - \delta_2$ et $\alpha_3 - \alpha_2$ par les formules différentielles, on trouve que la distance angulaire s_{2-3} était inférieure à 1" du 15 au 22 septembre, et qu'elle atteignait seulement 3",5 le 1^{er} octobre. Il n'est pas étonnant que, dans ces conditions, on n'ait pas pu séparer les deux noyaux.

VIII. La grande comète de 1882 portait donc en elle des germes profonds de division. A quelle cause les attribuer? La réponse n'est pas facile à donner. Il est impossible cependant de ne pas penser à la très petite distance à laquelle la comète a passé du Soleil et à la vitesse énorme qu'elle possédait alors. Il suffirait, pour obtenir $\delta e = 0,0000131$, d'une variation relative quatre fois plus petite, environ $\frac{1}{300000}$ dans la grandeur de la vitesse périhélie. Cette variation minime peut être produite par des actions intérieures, chocs, attractions mutuelles, explosions provenant d'un développement excessif de chaleur, rotation du noyau, etc.; nous ne pouvons, en l'état, rien préciser.

Les éléments des grandes comètes de 1843, 1880 et 1882 présentent de grands points de ressemblance; pour les deux premières notamment, Q , i , ω et q ont des valeurs très voisines. C'est surtout la différence des excentricités qui est la cause des révolutions très différentes (553 ans et 37 ans). En songeant à ce qui s'est passé pour les noyaux de la comète de 1882, on serait porté à penser, mais c'est une simple conjecture, que la comète de 1880 pourrait être un fragment de celle de 1843. On comprendrait dès lors qu'on n'ait pas abouti dans la recherche des apparitions antérieures de la comète de 1880. Le malheur est, pour cette supposi-

tion, qu'on n'a pas aperçu le fragment dans la comète de 1843. Cependant je vois dans les descriptions qui la concernent que le noyau présentait des scintillements, et qu'il y eut une queue secondaire qui devint, à un moment donné, plus longue que la queue principale, et qui sembla plus tard en être complètement détachée. Le fragment aurait pu aussi être séparé de la comète lors de l'apparition qui a précédé celle de 1843.

NOTE SUR LE MOUVEMENT DE ROTATION D'UN SYSTÈME DE FORME VARIABLE;

PAR M. R. RADAU.

On sait que l'impression de la nouvelle édition de la *Mécanique analytique*, dont le tome I avait paru en 1811, ne fut terminée qu'en 1815, deux ans après la mort de Lagrange. Les éditeurs du tome II ont renvoyé à la fin du Volume plusieurs fragments relatifs aux équations générales du mouvement de rotation d'un système quelconque de corps, et qui leur avaient paru « trop incomplets pour entrer dans le texte ». Cette disposition a été conservée dans les éditions subséquentes.

C'est sans doute à cette circonstance qu'est dû l'oubli où sont tombées les formules de Lagrange. Elles ont été, depuis, retrouvées par d'autres géomètres et démontrées autrement. Mais il ne sera peut-être pas sans intérêt de les rappeler, en y introduisant des notations usuelles qui rendront les rapprochements plus faciles.

Lagrange fait usage de coordonnées rectangulaires, rapportées à des axes fixes (ξ, η, ζ) et à un système d'axes mobiles (a, b, c); les cosinus directeurs sont désignés par $\xi', \eta', \zeta', \xi'', \eta'', \dots$. Nous les désignerons par $\alpha, b, c, \alpha', b', \dots$, et nous représenterons les coordonnées fixes par les lettres x, y, z , les coordonnées mobiles par x, y, z , en rapportant d'ailleurs les unes et les autres à un point fixe, ou au centre de gravité du système. Les formules de transformation sont contenues dans le schéma suivant :

	$\xi.$	$\eta.$	$\zeta.$
x.	a	b	c
y.	a'	b'	c'
z.	a''	b''	c''

Elles s'appliquent, à la fois, aux coordonnées, aux projections des vitesses et des accélérations, aux moments de rotation ou mouvements aréolaires, aux composantes des rotations, etc. Ainsi, en désignant par v_x, v_y, v_z les projections sur les axes mobiles de la vitesse v d'un point (xyz) , par $\varphi_x, \varphi_y, \varphi_z$ celles de l'accélération φ , par f_x, f_y, f_z celles du moment résultant des quantités de mouvement f , on aura

$$\begin{aligned} x &= ax + by + cz, & \dots \\ \frac{dx}{dt} &= av_x + bv_y + cv_z, & \dots \\ \frac{d^2x}{dt^2} &= a\varphi_x + b\varphi_y + c\varphi_z, & \dots \\ \sum m \frac{ydz - zdz}{dt} &= af_x + bf_y + cf_z, & \dots \end{aligned}$$

Grâce à ces relations, les équations du principe des aires peuvent être mises sous la forme suivante :

$$(1) \quad \begin{cases} \Sigma m(y\varphi_z - z\varphi_y) = \Sigma m(yZ - zY) = L, \\ \Sigma m(z\varphi_x - x\varphi_z) = \Sigma m(zX - xZ) = M, \\ \Sigma m(x\varphi_y - y\varphi_x) = \Sigma m(xY - yX) = N. \end{cases}$$

C'est (aux notations près) celle que Lagrange adopte dans le premier fragment. Mais il reste à exprimer $\varphi_x, \varphi_y, \varphi_z$ par les rotations des axes mobiles.

Soient p, q, r les rotations du système des axes mobiles autour des droites fixes qui marquent les positions instantanées de ces axes. Ces rotations, que Lagrange remplace souvent par les pseudo-différentielles dP, dQ, dR , dépendent des coefficients $a, b, c, \dots$ par des relations de la forme

$$dP = p dt = cdb + c' db' + c'' db'' = - bdc - b' dc' - b'' dc''.$$

En différenciant les formules de transformation, on trouve

$$(1) \quad \begin{cases} v_x = \frac{dx}{dt} + qz - ry, \\ v_y = \frac{dy}{dt} + rx - pz, \\ v_z = \frac{dz}{dt} + py - qx \end{cases}$$

et, par analogie,

$$(2) \quad \begin{cases} \varphi_x = \frac{dv_x}{dt} + qv_z - rv_y, \\ \varphi_y = \frac{dv_y}{dt} + rv_x - pv_z, \\ \varphi_z = \frac{dv_z}{dt} + pv_y - qv_x. \end{cases}$$

En poursuivant l'analogie, on voit que les projections du moment résultant des forces accélératrices peuvent s'écrire

$$\frac{df_x}{dt} + qf_z - rf_y, \quad \dots$$

et l'on obtient, sans calcul, cette autre forme des équations du principe des aires

$$(II) \quad \begin{cases} \frac{df_x}{dt} + qf_z - rf_y = L, \\ \frac{df_y}{dt} + rf_x - pf_z = M, \\ \frac{df_z}{dt} + pf_y - qf_x = N, \end{cases}$$

qui est (toujours aux notations près) celle que Lagrange leur a donnée dans le second fragment. Il ajoute qu'elles ont maintenant « toute la généralité et la simplicité dont la question est susceptible ».

Nous nous sommes borné à rendre les démonstrations plus concises. Il reste à indiquer les expressions des moments de rotation f_x, f_y, f_z , qui sont, comme le fait observer Lagrange, les dérivées partielles de la force vive, prises par rapport à p, q, r .

Soient

A, B, C les moments d'inertie, D, E, F les produits d'inertie du système,

$$\begin{aligned} A &= \Sigma m(y^2 + z^2), & B &= \Sigma m(z^2 + x^2), & C &= \Sigma m(x^2 + y^2), \\ D &= \Sigma m yz, & E &= \Sigma m zx, & F &= \Sigma m xy. \end{aligned}$$

On aura d'abord

$$2T = \Sigma m(v_x^2 + v_y^2 + v_z^2),$$

puis

$$f_x = \frac{\partial T}{\partial p} = \Sigma m(yv_z - zv_y);$$

d'où enfin

$$(3) \quad \begin{cases} f_x = f'_x + A p - E r - F q, \\ f_y = f'_y + B q - F p - D r, \\ f_z = f'_z + C r - D q - E p, \end{cases}$$

en posant

$$\begin{aligned} f_x &= \sum m \frac{y dz - z dy}{dt}, & f_y &= \sum m \frac{z dx - x dz}{dt}, \\ f_z &= \sum m \frac{x dy - y dx}{dt}. \end{aligned}$$

Dans le cas d'un système de forme invariable, si les axes mobiles sont liés au système, les coordonnées mobiles (xyz) ne varient pas, A, B, C, D, E, F sont des constantes et f'_x, f'_y, f'_z s'annulent.

En prenant pour axes des x, y, z les axes principaux d'inertie, on aura $D = E = F = 0$. Dans ce cas, si le système se déforme en restant constamment symétrique par rapport aux plans coordonnés, on aura encore $f'_x = f'_y = f'_z = 0$, et les équations (II) deviendront

$$\frac{d(\Lambda p)}{dt} + (C - B)qr = L, \quad \dots$$

Remarquons en passant que, dans le cas d'un système invariable, on peut aussi faire usage d'axes mobiles indépendants du système et exprimer les moments de rotation f_x, f_y, f_z par les rotations p_1, q_1, r_1 du système autour des axes mobiles (ou plutôt autour des droites fixes qui coïncident avec ces axes); on a ici

$$v_x = q_1 z - r_1 y, \quad \dots$$

et, par suite,

$$(4) \quad \begin{cases} f_x = A p_1 - E r_1 - F q_1, \\ f_y = B q_1 - F p_1 - D r_1, \\ f_z = C r_1 - D q_1 - E p_1, \end{cases}$$

où les quantités A, B, C, ... sont les mêmes que plus haut, c'est-à-dire en général variables. Elles seraient constantes, si les axes mobiles étaient liés au système, et alors $p = p_1, q = q_1, r = r_1$.

On retrouve les équations (II) dans le troisième fragment, où elles sont établies d'une manière plus directe (en faisant, il est vrai, $L = M = N = 0$). Ici, Lagrange emploie les symboles $dP,$

dQ , dR , et leurs analogues ∂P , ∂Q , ∂R , entre lesquels existent les relations

$$\partial dP = d \partial P + dQ \partial R - dR \partial Q, \quad \dots,$$

que l'on peut écrire

$$(5) \quad \partial p = \frac{d \partial P}{dt} + q \partial R - r \partial Q, \quad \dots,$$

et dont l'analogie avec les relations (1) et (2) saute aux yeux.

En formant la variation de T relative aux trois rotations, on a d'abord

$$\partial T = f_x \partial p + f_y \partial q + f_z \partial r,$$

où il faut substituer pour ∂p , ∂q , ∂r les expressions (5). De la variation ∂T ainsi transformée, on déduit l'équation

$$\left(\frac{df_x}{dt} + q f_z - r f_y \right) \partial P + \dots = 0,$$

et en égalant à 0 les coefficients de ∂P , ∂Q , ∂R , on obtient les équations (II), privées de leurs seconds membres. Cette fois, la démonstration n'est qu'ébauchée, et c'est à tort que ∂T s'y trouve égalé à zéro. On la compléterait en appliquant directement le principe d'Hamilton. Elle revient, en somme, à constater, avec Lagrange, que les équations qu'il avait données pour la rotation d'un corps solide conviennent aussi à un système variable; il n'y a de changé que l'expression des moments de rotation f_x , f_y , f_z .

On remarquera maintenant que les équations de Lagrange ne diffèrent que par les notations de celles que M. Liouville a fait connaître en 1857 (*Additions à la Connaissance des temps* pour 1859; *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 2^e série, t. III, année 1858). On les retrouve aussi dans le *Traité de Dynamique* de E.-J. Routh (4^e édition, t. II, p. 336), où elles sont attribuées à M. Liouville. M. G. Darwin, qui en a fait usage dans un Mémoire de 1877, et M. S. Oppenheim, en 1885, leur assignent la même origine. Enfin, M. Gylden les a établies, à son tour, dans un Mémoire *Sur la rotation de la Terre* (*Actes de l'Académie d'Upsal*, 1871); dans un autre Mémoire (1878), il les attribue à Liouville.

M. Routh donne encore (t. II, p. 10) un autre système d'équations, qui est dû au professeur Slessor (*Cambridge Quarterly*

Journal, t. II), et qu'il ne faut pas confondre avec celui de Lagrange, bien qu'il s'écrive exactement comme nos équations (II). En effet, on suppose ici que f_x, f_y, f_z sont les moments de rotation d'un corps solide (ou d'un système de corps solides), et on les exprime par les rotations p_1, q_1, r_1 , à l'aide des formules (4). Cette forme offre quelques avantages lorsque (comme le fait M. Routh) on suppose l'axe des z fixe dans le corps, de sorte qu'on a

$$p = p_1, \quad q = q_1.$$

En prenant pour axe des z un axe principal (C) et faisant $A = B$, les moments d'inertie deviennent des constantes; on a

$$f_x = Ap, \quad f_y = Aq, \quad f_z = Cr_1$$

et, par suite,

$$A \left(\frac{dp}{dt} - qr \right) + Cqr_1 = L,$$

$$A \left(\frac{dq}{dt} - pr \right) - Cpr_1 = M,$$

$$C \frac{dr_1}{dt} = N,$$

où r est la vitesse angulaire d'un axe mobile dans le plan de l'équateur. Ces formules peuvent s'appliquer au mouvement de rotation de la Terre, en faisant $N = 0$, $r_1 = \text{const.}$ Si l'on prend, par exemple, pour axe mobile l'intersection de l'équateur et de l'écliptique (en ne considérant que l'action du Soleil), la vitesse r sera très petite; si l'on fait passer le plan des xz par le Soleil, on aura $L = 0$; de là deux manières de simplifier le calcul de la précession.

Comme nous l'avons dit, p_1, q_1, r_1 sont les rotations d'un système invariable (corps solide, ou axes liés à ce corps) autour des positions instantanées des axes mobiles ($x_1y_1z_1$), tandis que p, q, r sont les rotations des axes (xyz) autour des mêmes droites. Soient encore p_1, q_1, r_1 les rotations du système autour des axes fixes (xyz), on aura

$$p_1 = ap_1 + bq_1 + cr_1,$$

et il s'ensuit, par l'analogie des relations (1) et (2), que l'expression

$$\frac{dp_1}{dt} - qr_1 - r_1q_1$$

représente la composante de l'accélération angulaire du système suivant l'axe des x . Elle se réduirait à $\frac{dp_1}{dt}$, si les axes mobiles étaient liés au système, parce que les rotations p, q, r se confondent alors avec p_1, q_1, r_1 .

Dans le cas d'un système variable, on peut considérer p_1, q_1, r_1 comme les rotations de trois axes, en ajoutant aux seconds membres des équations (4) des termes, analogues à f'_x , qui proviennent des déplacements relatifs. Si (avec M. Helmholtz) nous annulons ces termes, p_1, q_1, r_1 sont définies par les équations (4) et représentent la rotation moyenne du système. En prenant alors pour axes des x, y, z les axes principaux ($D = E = F = 0$), nous aurons $f_x = Ap_1, \dots$, et

$$(6) \quad \frac{d(Ap_1)}{dt} - Brq_1 + Cqr_1 = L, \quad \dots$$

Le mouvement des axes principaux se définit par les rotations p, q, r ; on fera coïncider avec eux les axes temporaires (p_1, q_1, r_1) au début de chaque rotation élémentaire (pqr).

Nous aurons l'occasion de revenir sur cette question.

SUR LES CALCULS DE MAXWELL RELATIFS AU MOUVEMENT D'UN ANNEAU RIGIDE AUTOUR DE SATURNE;

PAR M. O. CALLANDREAU.

La théorie de l'anneau de Saturne a donné lieu à des conclusions parfois différentes. Laplace s'exprime ainsi dans l'*Exposition du système du monde*, p. 291 : « Les anneaux dont Saturne est environné sont des solides irréguliers dans les divers points de leur circonférence, en sorte que leurs centres de gravité ne coïncident pas avec leurs centres de figure. Ces centres de gravité peuvent être considérés comme autant de satellites, qui se meuvent autour du centre de Saturne, à des distances dépendantes des inégalités des anneaux et avec des vitesses angulaires égales aux vitesses de rotation de leurs anneaux respectifs. » Ces paroles de Laplace sont reproduites en plusieurs endroits de la *Mécanique céleste*.

Le Mémoire de Maxwell *Sur la stabilité des anneaux de Saturne*, que Sir G.-B. Airy a signalé comme l'un des travaux les plus remarquables du siècle (*Monthly Notices*, t. XIX, p. 304), envisage le problème comme un cas particulier du suivant :

Ayant trouvé une solution particulière des équations du mouvement d'un système matériel quelconque, s'assurer si une petite perturbation du mouvement correspondant à cette solution particulière entraîne une petite variation périodique ou un dérangement total du mouvement.

Maxwell conclut de son analyse relative au mouvement d'un anneau rigide que non seulement un anneau parfaitement uniforme ne peut pas tourner d'un mouvement permanent autour de la planète (ce que Laplace avait établi), mais que les irrégularités d'un anneau possédant un mouvement permanent doivent être très sensibles, la distance entre le centre de l'anneau et le centre de gravité devant être comprise entre 0,8158 et 0,8279 du rayon. Maxwell ajoute que l'apparence des anneaux est incompatible avec une telle irrégularité et que l'hypothèse de la solidité des anneaux devient très improbable.

Maxwell place, à l'origine, Saturne au centre de l'anneau. Laplace paraît admettre que de légères irrégularités de l'anneau combinées avec une petite excentricité assureraient la stabilité. Il m'a semblé qu'il y avait là deux questions distinctes demandant à être traitées séparément.

1. Rappelons d'abord les résultats de l'analyse de Maxwell.

Soient, dans le plan qui contient l'anneau (d'épaisseur négligeable) et le centre de Saturne,

r et φ les coordonnées polaires du centre S de Saturne, rapportées au centre de gravité C de l'anneau et à une direction fixe relativement à l'anneau ;

V le potentiel de l'anneau sur le point S ;

M et M' les masses de Saturne et de l'anneau ;

ω la vitesse de rotation de l'anneau autour de Saturne ;

k le rayon de giration de l'anneau autour d'un axe perpendiculaire à son plan et passant par C ;

f la constante de l'attraction.

On trouve que, si l'on a pour les valeurs r_0 , φ_0 et ω , supposées constantes,

$$(1) \quad \left(\frac{\partial V}{\partial \varphi} \right)_0 = 0, \quad -M' r_0 \omega^2 = f(M + M') \left(\frac{\partial V}{\partial r} \right)_0,$$

les équations différentielles sont vérifiées; ce sera une solution particulière : l'anneau pourra tourner avec la vitesse angulaire ω autour du point (r_0, φ_0) . Les points autour desquels l'anneau pourra tourner sont parmi les points de contact des tangentes menées du centre de gravité aux lignes de force de l'anneau.

Soient encore

$$\mathcal{L} = \left(\frac{\partial^2 V}{\partial r^2} \right)_0, \quad \mathcal{M} = \left(\frac{\partial^2 V}{\partial r \partial \varphi} \right)_0, \quad \mathcal{N} = \left(\frac{\partial^2 V}{\partial \varphi^2} \right)_0;$$

$$A = M'^2 k^2 r_0^2,$$

$$B = 3M'^2 k^2 r_0^2 \omega^2 - fM'(M + M') \mathcal{L} k^2 r_0^2 - fM'[(M + M')k^2 + Mr_0^2] \mathcal{N},$$

$$C = M'[(M + M')k^2 - 3Mr_0^2] f \mathcal{N} \omega^2 \\ + f^2(M + M')[(M + M')k^2 + Mr_0^2](\mathcal{L} \mathcal{N} - \mathcal{M}^2);$$

on trouve comme conditions de stabilité du mouvement de l'anneau

$$B > 0, \quad C > 0, \quad B^2 - 4AC > 0.$$

Nous allons chercher ce que deviennent ces conditions lorsqu'on a égard à l'équation bien connue du potentiel en coordonnées polaires

$$\frac{\partial r^2}{\partial r} \frac{\partial V}{\partial r} + \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial V}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{\sin^2 \theta} \frac{\partial^2 V}{\partial \varphi^2} = 0,$$

qui se réduit ici à

$$\frac{\partial r^2}{\partial r} \frac{\partial V}{\partial r} + \frac{\partial^2 V}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial \theta^2} = 0,$$

et que l'on pose

$$X = \frac{\mathcal{N}}{-r_0 \left(\frac{\partial V}{\partial r} \right)_0}, \quad Y = \frac{\mathcal{M}}{-r_0 \left(\frac{\partial V}{\partial r} \right)_0},$$

$$\gamma = \frac{\left(\frac{\partial^2 V}{\partial \theta^2} \right)_0}{-r_0 \left(\frac{\partial V}{\partial r} \right)_0}, \quad x = \frac{k^2}{\mu r_0^2}, \quad \mu = \frac{M}{M + M'}.$$

Il résulte de l'équation du potentiel, en considérant d'abord le cas de $\gamma = 0$ (qui est celui étudié par Maxwell, comme nous le verrons tout à l'heure),

$$-\frac{r_0^2}{r_0 \left(\frac{\partial V}{\partial r} \right)_0} = 2 - X.$$

On peut ensuite écrire

$$B = 3M'^2 k^2 r_0^2 \omega^2 + fM'(M + M') k^2 r_0 \left(\frac{\partial V}{\partial r} \right)_0 (2 - X) \\ + fM'(M + M') k^2 \left(1 + \frac{1}{x} \right) r_0 \left(\frac{\partial V}{\partial r} \right)_0 X$$

et, en remplaçant $f(M + M') \left(\frac{\partial V}{\partial r} \right)_0$ par $-M' r_0 \omega^2$,

$$B = 3M'^2 k^2 r_0^2 \omega^2 - M'^2 k^2 r_0^2 \omega^2 (2 - X) - M'^2 k^2 r_0^2 \omega^2 \left(1 + \frac{1}{x} \right) X, \\ B = M'^2 k^2 r_0^2 \omega^2 \frac{x - X}{x}.$$

D'une manière analogue, on aura

$$C = M'^2 k^2 r_0^2 \omega^2 \left[\frac{X(3x - 1) - X^2(x + 1)}{x} - r_0^2 Y^2 \right], \\ B^2 - 4AC = M'^2 k^4 r_0^4 \omega^4 \left[\frac{(4X^2 - 12X + 1)x^2 + (4X^2 + 2X)x + X^2}{x^2} + 4r_0^2 Y^2 \right].$$

2. Nous allons supposer que l'anneau a un axe de symétrie; le centre de gravité C de l'anneau sera alors sur cet axe, qu'on prendra comme axe polaire, et pour tous ses points on aura $\left(\frac{\partial V}{\partial \varphi} \right)_0 = 0$, $\left(\frac{\partial^2 V}{\partial r \partial \varphi} \right)_0 = 0$. Les conditions de stabilité deviendront, à cause de $\gamma = 0$ et en excluant la supposition $r_0 = 0$,

$$(2) \quad x - X > 0,$$

$$(3) \quad X \left(\frac{3x - 1}{x + 1} - X \right) > 0,$$

$$(4) \quad (4X^2 - 12X + 1)x^2 + (4X^2 + 2X)x + X^2 > 0.$$

Faisons varier X de $-\infty$ à $+\infty$ et voyons si l'on peut trouver des valeurs positives x satisfaisant à ces trois inégalités.

Les racines du trinôme égalé à zéro sont réelles si $X > 0$; imaginaires si $X < 0$, dans le dernier cas, les conditions de stabilité se réduisent à

$$\frac{3x-1}{x+1} - X < 0, \text{ d'où } 3x-1 < 0, \quad x < \frac{1}{3}.$$

Revenons au premier cas $X > 0$. Si X est compris entre les racines de $4X^2 - 12X + 1 = 0$, c'est-à-dire entre 0,042 et 2,958, il faudra que x soit compris entre les racines du trinôme (4) égalé à zéro; on devra avoir

$$(5) \quad 0 < x < \frac{-(2X+1)X - 4X\sqrt{X}}{4X^2 - 12X + 1}.$$

La condition (3) donne, d'autre part,

$$x > \frac{1+X}{3-X};$$

si cette condition est vérifiée, la condition (2) le sera *a fortiori* à cause de $\frac{1+X}{3-X} > X$. Pour $X \geq 3$, il est impossible de satisfaire à la condition (3). Enfin, dans les deux intervalles 0 à 0,042 et 2,958 à 3, les conditions de stabilité se réduisent à une seule

$$x > \frac{1+X}{3-X};$$

d'où résulte une limite inférieure de x .

Le Tableau suivant résume la discussion : L' et L'' sont les limites de x ; pour $X < 0$, on sait que $x < \frac{1}{3}$:

X.	L'	L''	X.	L'	L''
0,0	0,333	∞	1,6	1,857	1,861
0,042	0,352	∞	1,8	2,333	2,348
0,1	0,379	0,541	2,0	3,000	3,045
0,2	0,429	0,514	2,2	4,000	4,128
0,4	0,538	0,548	2,4	5,667	6,049
0,6	0,667	0,668	2,6	9,000	10,41
0,8	0,818	0,818	2,7	12,33	15,64
1,0	1,000	1,000	2,8	19,00	30,02
1,2	1,222	1,222	2,9	39,00	246,7
1,4	1,500	1,501	2,958	94,2	∞
1,6	1,857	1,861	3,0	∞	∞

Montrons, avant d'aller plus loin, que, lorsqu'on a un anneau cir-

culaire et qu'on suppose Saturne placé, à l'origine, au centre de l'anneau, $\gamma = 0$.

D'une manière générale, $r', \varphi', \theta' = \frac{\pi}{2}$ étant les coordonnées d'un élément dm de l'anneau, rapportées au centre de gravité C; r, φ, θ les coordonnées du point attiré, on a

$$V = \int \frac{dm}{\Delta}, \quad \frac{\partial V}{\partial \theta} = r \cos \theta \int \frac{dm r' \cos(\varphi - \varphi')}{\Delta^3},$$

$$\Delta^2 = r'^2 + r^2 - 2rr'[\cos \theta \cos \theta' + \sin \theta \sin \theta' \cos(\varphi - \varphi')].$$

$\left(\frac{\partial^2 V}{\partial \theta^2}\right)_0$ s'obtient en cherchant la limite, pour $\theta = \frac{\pi}{2}$, de $\frac{\frac{\partial V}{\partial \theta} - 0}{\theta - \frac{\pi}{2}}$; il vient $\left(\frac{\partial^2 V}{\partial \theta^2}\right)_0 = -r \int \frac{dm r' \cos(\varphi - \varphi')}{\Delta^3}$. Or Δ étant constant par hypothèse, et $\int dm r' \cos(\varphi - \varphi')$ étant nulle, parce que C est le centre de gravité, on a bien $\left(\frac{\partial^2 V}{\partial \theta^2}\right)_0 = 0$, $\gamma = 0$. Le Tableau précédent facilite la discussion du problème posé par Maxwell, mais nous n'insistons pas.

3. Plaçons-nous maintenant dans les conditions admises par Laplace. S est supposé très voisin de C ou r_0 très petit, de sorte que le signe d'une expression $a_0 + a_1 r_0 + a_2 r_0^2 + \dots$, où a_0 est fini, sera donné par le premier terme.

Observons d'abord que, d'après les identités suivantes faciles à vérifier,

$$\frac{\partial V}{\partial r} = - \int \frac{dm}{\Delta^3} [r - r' \cos(\varphi - \varphi')], \quad \frac{\partial V}{\partial \varphi} = - \int \frac{dm}{\Delta^3} r r' \sin(\varphi - \varphi').$$

$$\frac{\partial^2 V}{\partial \theta^2} + r \frac{\partial V}{\partial r} = - r^2 \int \frac{dm}{\Delta^3},$$

$$\frac{\partial^2 V}{\partial \varphi^2} = - r \int \frac{dm}{\Delta^3} r' \cos(\varphi - \varphi') + 3 r^2 \int \frac{dm}{\Delta^5} r'^2 \sin^2(\varphi - \varphi'),$$

$$= - r \frac{\partial V}{\partial r} - r^2 \int \frac{dm}{\Delta^3} + 3 r^2 \int \frac{dm}{\Delta^5} r'^2 \sin^2(\varphi - \varphi'),$$

$$\frac{\partial^2 V}{\partial r \partial \varphi} = - \int \frac{dm}{\Delta^3} r' \sin(\varphi - \varphi') + 3 \int \frac{dm}{\Delta^5} [r - r' \cos(\varphi - \varphi')] r r' \sin(\varphi - \varphi').$$

et les conditions d'équilibre

$$\left(\frac{\partial V}{\partial \varphi}\right)_0 = 0, \quad -M' r_0 \omega^2 = f(M + M') \left(\frac{\partial V}{\partial r}\right)_0,$$

les quantités X et γ figurant dans les conditions de stabilité auront des valeurs toujours finies, même si $r_0 = 0$, et qu'il en sera de même de $r_0 Y$.

On trouve ensuite

$$\gamma = \frac{\left(\frac{\partial^2 V}{\partial \theta^2}\right)_0}{-r_0 \left(\frac{\partial V}{\partial r}\right)_0} = 1 - \frac{f(M + M')}{\omega^2} \cdot \frac{\int \frac{dm}{\Delta^3}}{M'};$$

si s est le rayon moyen de l'anneau et si $\frac{\omega^2}{f(M + M')} = \frac{\alpha}{s^3}$, il viendra à très peu près $\gamma = 1 - \frac{1}{\alpha}$. Suppose-t-on de plus l'anneau presque uniforme, de sorte que $\frac{dm}{d\varphi}$ diffère très peu d'une constante, X et $r_0^2 Y^2$ différeront très peu de $1 + \frac{1}{2\alpha}$ et 0; les conditions de stabilité donnent

$$1 + \gamma > 0,$$

$$X(3 - X - \gamma) > 0,$$

$$4X^2 - 4X(3 - \gamma) + (1 + \gamma)^2 > 0$$

ou

$$2 - \frac{1}{\alpha} > 0,$$

$$2 + \frac{1}{\alpha} - 1 - \frac{1}{2\alpha} = 1 + \frac{1}{2\alpha} > 0,$$

$$4X^2 - 4X\left(2 + \frac{1}{\alpha}\right) + \left(2 - \frac{1}{\alpha}\right)^2 = -\frac{8}{\alpha} > 0;$$

la dernière ne peut avoir lieu. On en conclut que les conditions admises par Laplace ne sont pas suffisantes pour assurer la stabilité du mouvement de l'anneau.

SUR LA LOI DES DENSITÉS A L'INTÉRIEUR DE LA TERRE;

PAR M. R. RADAU.

Si nous ne connaissons pas la distribution des densités à l'intérieur de la Terre, nous pouvons cependant chercher à nous en faire une idée en nous fondant sur diverses données d'observation, telles que la densité à la surface (ρ_1), la densité moyenne (Δ), la valeur d'une intégrale Γ qui a une forme analogue à celle de Δ , l'aplatissement du globe, etc. La question a fait, dans ces derniers temps, l'objet des recherches de plusieurs géomètres (¹), et elle est loin d'être épuisée. Il m'a semblé qu'il pouvait y avoir intérêt à y revenir, pour ajouter quelques remarques à celles que j'ai déjà présentées sur le même sujet.

Je commencerai par exposer les résultats contenus dans un Mémoire que M. Stieltjes a publié, en 1884, dans les *Archives néerlandaises* (t. XIX). Il s'agit des limites que la connaissance des quantités ρ_1 , Δ , Γ permet d'assigner aux variations de la densité ρ dans l'intérieur de la Terre, en la supposant formée de couches homogènes. M. Stieltjes s'est efforcé de déterminer ces limites en admettant : 1° que la densité augmente depuis la surface jusqu'au centre ($\rho' < 0$); 2° qu'elle augmente à partir de la surface, mais de moins en moins rapidement ($\rho' < 0$, $\rho'' < 0$). Ses démonstrations reposent sur des considérations géométriques fort ingénieuses, relatives à des lignes brisées qui représentent des lois de densités très simples. Je tâcherai d'arriver aux mêmes résultats par des voies un peu plus rapides, sans le secours de figures; j'en tirerai ensuite quelques conséquences nouvelles.

1. En désignant toujours par ρ la densité de la couche de rayon moyen a , par ρ' la dérivée $\frac{d\rho}{da}$, qui est négative, nous avons

$$(1) \quad \left\{ \begin{aligned} \Delta &= \int_0^1 \rho da^3 = \rho_1 - \int_0^1 \rho' a^3 da, \\ \Gamma &= \int_0^1 \rho da^3 = \rho_1 - \int_0^1 \rho' a^3 da. \end{aligned} \right.$$

(¹) Voir les Notes de M. Tisserand (*Bulletin*, t. I), de MM. Stieltjes (*Ibid.*), Radau (t. II), Callandreau (t. V et VI), Poincaré (t. VI), Maurice Lévy (*Comptes rendus*, t. CVI), G. Darwin, Hill, etc.

Les observations donnent, à très peu près,

$$\rho_1 = 2,7, \quad \Delta = 5,56, \quad \Gamma = 4,74.$$

J'adopterai ces valeurs, sans les discuter, comme base des applications numériques. On voit que $\Delta > \Gamma$; cette inégalité est d'ailleurs une conséquence forcée de l'hypothèse que $\rho' < 0$.

Soit maintenant p une fonction de a , et désignons par Δ_p, Γ_p ce que deviennent les intégrales (1) quand on y met p à la place de ρ . Il est clair qu'on ne pourra avoir $\Delta_p = \Delta, \Gamma_p = \Gamma$, que si la différence $\rho - p$ change de signe entre les limites de l'intégration. Il faut même qu'elle change de signe au moins deux fois; car, si elle ne changeait de signe que pour $a = \beta$, le produit $(\rho - p)(\beta - a)$ garderait toujours le même signe, et l'expression

$$(2) \quad 5\beta^2(\Delta - \Delta_p) - 3(\Gamma - \Gamma_p) = 15 \int_0^1 (\rho - p)(\beta^2 - a^2)a^2 da$$

ne pourrait pas s'annuler; elle serait > 0 ou < 0 , selon que ρ serait $> p$ ou $< p$ en deçà de β ; on ne pourrait donc pas avoir $\Delta_p = \Delta, \Gamma_p = \Gamma$. En d'autres termes, dit M. Stieltjes, les courbes qui représentent les fonctions ρ et p doivent se couper au moins deux fois, si l'on veut que l'une et l'autre vérifient les conditions (1).

2. Ceci posé, admettons seulement, en premier lieu, que la courbe $\rho = f(a)$ est descendante ($\rho' < 0$), et cherchons à déterminer, dans cette hypothèse, les limites de la densité ρ pour $a = \alpha$.

Prenons d'abord $p = p_0$ de 0 à α , et $p = p_1$ de α à 1, en désignant par p_0, p_1 deux constantes ($p_0 > p_1$). Les conditions (1) donneront

$$(3) \quad \begin{cases} \Delta = \Delta_p = p_0 \alpha^3 + p_1 (1 - \alpha^3), \\ \Gamma = \Gamma_p = p_0 \alpha^5 + p_1 (1 - \alpha^5), \end{cases}$$

d'où

$$(4) \quad \begin{cases} p_0 = \frac{(1 - \alpha^5)\Delta - (1 - \alpha^3)\Gamma}{\alpha^3 - \alpha^5}, \\ p_1 = \frac{\Gamma - \alpha^2 \Delta}{1 - \alpha^2}; \end{cases}$$

et nous allons prouver que, pour $a = \alpha$, on aura toujours

$$p_0 > \rho > p_1.$$

En effet, si ρ était $> p_0$ pour $a = x$, on aurait $\rho > p$ depuis $a = 0$ jusqu'au point ($a = \beta > x$) où $\rho = p_1$, et ensuite $\rho < p$. De même, si ρ était $< p_1$ pour $a = x$, on aurait $\rho < p$ depuis $a = 1$ jusqu'au point ($a = \beta < x$) où $\rho = p_0$, et ensuite $\rho > p$. Dans les deux cas, la différence $\rho - p$ ne changerait de signe qu'une seule fois, et l'expression (2) ne pourrait pas s'annuler. Il faut donc qu'on ait $p_0 > \rho > p_1$.

Les limites p_0, p_1 sont des fonctions de x , et elles sont décroissantes. Cela se voit tout de suite en les mettant sous la forme

$$p_0 = \Delta + (\Delta - \Gamma) \left(\frac{1}{x + x^2} + \frac{1}{x^3} \right),$$

$$p_1 = \Delta - \frac{\Delta - \Gamma}{1 - x^2}.$$

Elles ne sont utiles qu'en deçà du point ($a = x_m$) où p_1 coïncide avec ρ_1 , et qui se détermine par les relations (3) en faisant $p_1 = \rho_1$, $p_0 = p_m$. On trouve ainsi

$$(5) \quad p_m - \rho_1 = \frac{\Delta - \rho_1}{x_m^3} = \frac{\Gamma - \rho_1}{x_m^3},$$

d'où

$$(6) \quad \begin{cases} x_m = \sqrt{\frac{\Gamma - \rho_1}{\Delta - \rho_1}} = 0,844, \\ p_m - \rho_1 = \frac{(\Delta - \rho_1)^{\frac{5}{3}}}{(\Gamma - \rho_1)^2} = 1,77, \\ p_m = 7,47. \end{cases}$$

Il est à remarquer que p_m , limite supérieure de ρ pour $a = x_m$, est aussi la limite inférieure de la densité au centre ρ_0 . En effet, si ρ_0 était $< p_m$, on aurait évidemment $\rho < p$ depuis 0 jusqu'à x_m , et ensuite $\rho > p$; la différence $\rho - p$ ne changerait de signe qu'une seule fois, et (2) ne s'annulerait pas. Il faut donc qu'on ait $\rho_0 > p_m$.

Les formules (4) donneraient, pour $a = 0$, $p_0 = \infty$, $p_1 = \Gamma$, par conséquent

$$\infty > \rho_0 > 4,74;$$

mais cette limite inférieure, beaucoup plus basse que p_m , est plutôt celle de la densité d'un point infiniment voisin du centre.

Au delà de x_m , il faut prendre pour limite inférieure de ρ la

valeur connue de ρ_1 (2, 7), car p_1 tombe alors au-dessous de ρ_1 , et fournirait une limite inférieure trop basse. De même p_0 donne alors une limite supérieure trop élevée, qui doit être remplacée par la suivante.

En faisant $p_1 = \rho_1$ dans les formules (3) et laissant α indéterminé, on ne peut remplir qu'une des deux conditions, par exemple la seconde, qui donne alors

$$(7) \quad p_0 = \rho_1 + \frac{\Gamma - \rho_1}{\alpha^3}.$$

Or p_0 représente encore une limite supérieure de ρ ; car, si ρ était $> p_0$ pour $\alpha = \alpha$, on aurait constamment $\rho > p$ (puisque $p_1 = \rho_1$); on ne pourrait donc pas remplir la condition $\Gamma = \Gamma_p$. Il faut donc qu'on ait $\rho < p_0$.

Cette limite supérieure est moins élevée que celle que fournirait la première des conditions (3); elle est aussi moins élevée que la limite (4), en supposant toujours $\alpha > \alpha_m$. C'est la limite supérieure définitive; car on peut en approcher indéfiniment, en raccordant la droite $p = p_0$ avec l'axe des ordonnées par une branche ascendante infiniment voisine de l'axe, représentant une densité de l'ordre $\frac{1}{\epsilon^3}$ pour $\alpha < \epsilon$, de manière à remplir les deux conditions (3).

L'ensemble des formules (4), (6), (7) donne les limites cherchées de la densité ρ , depuis $\alpha = 0$ jusqu'à $\alpha = 1$. On arriverait aux mêmes résultats en partant de la formule (2) et en observant que, si la courbe ρ ne traversait qu'une des deux droites p_0, p_1 , on aurait (pour $\rho_0 > p_0 > p_1 > \rho_1$)

$$5\beta^2(\Delta - \Delta_p) - 3(\Gamma - \Gamma_p) > 0,$$

par conséquent, en mettant pour Δ_p, Γ_p leurs valeurs (3),

$$(8) \quad 5\beta^2\Delta - 3\Gamma > \alpha^3(5\beta^2 - 3\alpha^2)p_0 + [5\beta^2(1 - \alpha^3) - 3(1 - \alpha^5)]p_1.$$

Pour déduire de cette inégalité les limites (4), on n'a qu'à disposer de β de manière à annuler d'abord le coefficient de p_1 en faisant $p_1 = \rho$, puis le coefficient de p_0 en faisant $p_1 = \rho$.

En prenant $p_0 = \rho_0, p_1 = \rho_1, \alpha = \beta$, on trouverait

$$(9) \quad 5\alpha^2(\Delta - \rho_1) - 3(\Gamma - \rho_1) < 2\alpha^5(\rho_0 - \rho_1).$$

Cette inégalité donne une limite inférieure de p_0 , qui coïncide avec p_m pour $x = x_m$.

On pourrait enfin établir ces inégalités par la considération directe des intégrales. Ainsi (9) résulte de ce que

$$5x^2(\Delta - p_1) - 3(\Gamma - p_1) = 15 \int_0^1 (\rho - p_1)(x^2 - a^2)a^2 da$$

est toujours

$$< 15(\rho_0 - p_1) \int_0^x (x^2 - a^2)a^2 da.$$

Mais je ne veux pas multiplier les démonstrations. En réunissant les résultats qui précèdent, le calcul numérique donne, pour les limites de ρ :

x	Limites inférieures		Limites supérieures
	(p_m)	(p_1)	(p_0)
0,0	7,47	4,74	∞
0,3		4,66	38,0
0,4		4,58	19,8
0,5		4,47	13,2
0,6		4,28	10,2
0,7		3,95	8,64
0,8		3,28	7,73
0,844		2,70	7,47
0,9		2,70	6,16
1,0		2,70	4,74

En deçà de 0,844, les limites p_0, p_1 ont été calculées par les formules (4); ensuite on a fait $p_1 = p_1$, et p_0 a été calculée par la formule (7).

3. Avant de passer à la seconde hypothèse (diminution accélérée de la densité à partir du centre), j'établirai encore quelques conséquences qui découlent de la première.

Désignons par D la densité moyenne du sphéroïde de rayon moyen x , dont la masse est proportionnelle à Dx^3 , nous aurons (*)

$$(10) \quad Dx^3 = \int_0^x \rho da^3 = \rho x^3 - \int_0^x \rho' a^3 da;$$

(*) J'écris D, ρ au lieu de D_x, ρ_x , en dehors des intégrales. Je désigne aussi la limite par x , même en écrivant da au lieu de $3a^2 da$; on ne s'y trompera pas.

puis $D_0 = \rho_0$, $D_1 = \Delta$ et

$$\rho_0 > D > \Delta > Dx^2,$$

ainsi que $D > \rho$; cela résulte de ce que ρ' est < 0 , ou encore de ce que

$$x^2(D - \rho) = \int_0^x (\rho - \rho_x) da^2 > 0.$$

On a ensuite

$$\Delta - x^2 D = \int_x^1 \rho da^2;$$

par conséquent,

$$(11) \quad (1 - x^2)\rho > \Delta - x^2 D > (1 - x^2)\rho_1.$$

De la seconde inégalité, on conclut que

$$(11 \text{ bis}) \quad D - \rho_1 < \frac{\Delta - \rho_1}{x^2}$$

et, puisque $\rho > \rho_1$,

$$(12) \quad D - \rho < \frac{\Delta - \rho_1}{x^2}, \quad \frac{\rho}{D} > \frac{x^2 \rho_1}{\Delta - \rho_1 + x^2 \rho_1}.$$

Les formules (12) nous seront utiles quand a dépasse α_m (0,844).

On a encore

$$\Delta - \Gamma = - \int_0^1 \rho'(1 - a^2)a^2 da > -(1 - x^2) \int_0^x \rho' a^2 da$$

ou bien, à cause de (10),

$$(13) \quad D - \rho < \frac{\Delta - \Gamma}{x^2 - \alpha^2}.$$

En introduisant les limites p_0, p_1 , définies par les formules (3) et (4), cette inégalité peut s'écrire

$$(14) \quad D - \rho < p_0 - p_1.$$

et en tenant compte de (11), on aurait

$$\Delta - \rho < x^2(D - \rho) < \frac{\Delta - \Gamma}{1 - x^2}$$

ou bien

$$\rho > \Delta - x^2(D - \rho) > p_1.$$

www.libtool.com.cn

Comme on a aussi $\rho > p_1$ et $\rho < p_0$, l'inégalité (14) entraîne les suivantes :

$$(15) \quad \frac{\rho}{D} > \frac{p_1}{p_0},$$

$$(15 \text{ bis}) \quad D < 2p_0 - p_1.$$

La seconde inégalité (11) donnerait, avec (14),

$$\Delta - \rho_1 + (1 - x^2)(p_0 - p_1) > D - \rho + x^2(\rho - p_1) > D - \rho$$

ou bien

$$(16) \quad D - \rho < p_0 - p_1, \quad \frac{\rho}{D} > \frac{p_1}{p_0},$$

où p_0 est toujours la limite définie par les relations (4); mais ces formules sont moins utiles que les inégalités (12). On se servira de ces dernières pour $\alpha > 0,844$; en deçà de 0,844, on fera usage des formules (14) et (15). La limite supérieure de D peut se calculer par la formule (15 bis) pour $\alpha < 0,6$, ensuite par la formule (11 bis). On trouve ainsi :

a.	Limites supérieures de		
	D.	$D - \rho.$	$1 - \frac{\rho}{D}.$
0,0	∞	∞	1,000
0,3	71,4	33,4	0,877
0,5	22,0	8,75	0,662
0,6	15,9	5,93	0,580
0,7	11,0	4,69	0,543
0,8	8,29	4,45	0,576
0,844	7,47	4,77	0,638
0,9	6,62	3,92	0,592
1,0	5,56	2,86	0,514

Nous verrons plus loin la raison pour laquelle on a cherché la limite de $1 - \frac{\rho}{D}$.

4. Les limites de ρ se resserrent beaucoup, si nous admettons qu'en allant du centre à la surface, la densité diminue de plus en plus rapidement, en d'autres termes, que la courbe des densités est *concave* vers l'axe des abscisses (¹). Cela revient à supposer

(¹) M. Callandreau [Mémoire sur la théorie de la figure des planètes (Annales

que $\rho' < 0$, $\rho'' < 0$, ou simplement

$$\rho_2 < \rho_1, \quad \frac{\rho_1 - \rho_2}{a_2 - a_1} < \frac{\rho_2 - \rho_3}{a_3 - a_2}.$$

Pour obtenir les limites cherchées, prenons pour p une ligne brisée, composée des deux droites

$$(17) \quad \begin{cases} p = p_0 - q_0 a & \dots \text{ de } 0 \text{ à } \alpha, \\ p = p_1 + q_1(1 - a) & \dots \text{ de } \alpha \text{ à } 1, \end{cases}$$

qui ont en commun l'ordonnée p_α , de sorte que

$$(18) \quad p_\alpha = p_0 - q_0 \alpha = p_1 + q_1(1 - \alpha).$$

Nous aurons

$$(19) \quad \begin{cases} 4(\Delta_p - p_1) = \alpha^4 q_0 + (1 - \alpha^4) q_1, \\ 6(\Gamma_p - p_1) = \alpha^6 q_0 + (1 - \alpha^6) q_1, \end{cases}$$

et nous pourrions remplir les conditions $\Delta_p = \Delta$, $\Gamma_p = \Gamma$, tout en faisant, par exemple, $q_0 = 0$, ou $p_1 = \rho_1$. Dans le premier cas ($q_0 = 0$), l'une des droites est horizontale, et l'on a

$$(20) \quad q_1 = \frac{p_\alpha - p_1}{1 - \alpha} = 4 \frac{\Delta - p_1}{1 - \alpha^4} = 6 \frac{\Gamma - p_1}{1 - \alpha^6},$$

relations qui déterminent q_1 , p_1 et p_α . On trouve

$$(21) \quad \begin{cases} q_1 = \frac{12(\Delta - \Gamma)}{1 - 3\alpha^4 + 2\alpha^6}, \\ p_1 = \frac{3(1 - \alpha^4)\Gamma - 2(1 - \alpha^6)\Delta}{1 - 3\alpha^4 + 2\alpha^6}, \\ p_\alpha = p_1 + q_1(1 - \alpha). \end{cases}$$

Or on voit facilement que p_α est la limite supérieure de ρ pour $\alpha = \alpha$. En effet, si ρ_α était $> p_\alpha$, on aurait $\rho > p$ jusqu'au point ($\alpha = \beta$) où la courbe ρ couperait l'oblique q_1 , ensuite $\rho < p$; il n'y aurait qu'une seule intersection, et l'expression (2) ne pourrait pas s'annuler.

de l'Observatoire, t. XIX)] a fait voir que la condition $\rho'' < 0$ est une conséquence du fait physique d'une diminution rapide de la compressibilité des liquides soumis à des pressions de plus en plus élevées.

Pour $\alpha = 0$, il n'y a qu'une droite unique, que déterminent les constantes

$$(22) \quad \begin{cases} p_0 = 10\Delta - 9\Gamma = 12,94; \\ p_1 = 3\Gamma - 2\Delta = 3,10; \\ q_1 = 12(\Delta - \Gamma) - 9,84. \end{cases}$$

On a donc ici $p_0 < 12,94$; c'est la limite supérieure de la densité au centre. De même, $p_1 = 3,10$ est la limite supérieure de p pour $\alpha = 1$ (ou plutôt pour une couche infiniment voisine de la surface, puisque, à la surface, on a $p_1 = 2,7$). En effet, une courbe des densités qui passerait au-dessus de p_1 ne pourrait pas couper deux fois la droite unique qui représente ici p . On trouve aussi directement, par la considération des intégrales (1), que $3\Gamma - 2\Delta > p_1$.

Les nombres p_0, p_1 décroissent lorsque α augmente. La valeur de $\alpha(x_m)$ pour laquelle on a $p_1 = p_1$ se détermine par les équations (20) en y faisant $p_1 = p_1, p_\alpha = p_m$; on trouve ainsi

$$(23) \quad \alpha_m = 0,55, \quad p_m = 8,37, \quad q_m = 12,59.$$

Le nombre p_m , limite supérieure de p pour $\alpha = \alpha_m$, est aussi la limite inférieure de p_0 . En effet, si p_0 était $< p_m$ en même temps que $p_1 = p_1$, la courbe p (supposée concave) ne pourrait pas couper deux fois la ligne p . On a donc ici $p_0 > 8,37$.

Au delà de α_m , on trouverait $p_1 < p_1$, et une limite p_α trop élevée. La limite stricte s'obtient en faisant $p_1 = p_1$ dans les formules (19), qui donnent alors

$$(24) \quad p_\alpha - p_1 = \frac{6(\Gamma - p_1) - 4\alpha^2(\Delta - p_1)}{1 + \alpha}.$$

On aurait aussi

$$(25) \quad \begin{cases} p_\alpha - p_1 = 11,44(1 - \alpha) + \frac{0,80}{1 + \alpha}, \\ q_1 = 11,44 + \frac{0,80}{1 - \alpha^2}, \\ p_0 - p_1 = 11,44 - 0,80\left(\frac{1}{\alpha^2} + \frac{1}{\alpha^3 + \alpha^5}\right), \\ q_0 = 11,44 - 0,80\left(\frac{1}{\alpha^2} + \frac{1}{\alpha^5}\right), \end{cases}$$

où les coefficients 11,44 et 0,80 représentent les expressions

$$4(\Delta - p_1) \quad \text{et} \quad 6\Gamma - 4\Delta - 2p_1.$$

Il est clair qu'on doit avoir $\rho_\alpha < p_\alpha$, parce que, si ρ_α était $> p_\alpha$ et $\rho_1 = p_1$, la courbe ρ ne pourrait pas couper deux fois la ligne p .

La nouvelle limite p_α est moins élevée que celle que donnent les formules (20) pour $\alpha > \alpha_m$; elle coïncide avec cette dernière pour $\alpha = \alpha_m$, et l'on trouve alors $q_0 = 0$. En deçà de α_m , elle serait trop élevée, et ne pourrait pas être atteinte, car les formules donneraient $q_0 < 0$. Pour $\alpha = 1$, on retrouve la droite unique

$$(q_0 = 9,84, q_1 = \infty).$$

Nous avons maintenant les limites supérieures de ρ pour toutes les valeurs de α , depuis $\alpha = 0$ jusqu'à $\alpha = 1$. On pourrait aussi les déduire de l'inégalité

$$(26) \quad \begin{cases} 5\beta^2\Delta - 3\Gamma \geq (5\beta^2 - 3)p_1 \\ + \frac{5\beta^2 - 2\alpha^2}{4} \alpha^4 q_0 + \left(5\beta^2 \frac{1 - \alpha^4}{4} - 3 \frac{1 - \alpha^6}{6}\right) q_1 \end{cases}$$

pour $\beta \geq \alpha$, qui résulte des relations (19) comme l'inégalité (8) des relations (3). Elle suppose que la ligne brisée p ne traverse la courbe ρ qu'une seule fois ($\alpha = \beta$).

En prenant d'abord $\beta > \alpha$, et faisant $q_0 = 0$, $p_\alpha = \rho_\alpha$, et

$$5\beta^2 \left(1 - \alpha - \frac{1 - \alpha^4}{4}\right) = 3 \left(1 - \alpha - \frac{1 - \alpha^6}{6}\right),$$

on trouverait

$$(27) \quad 5\beta^2(\Delta - \rho_\alpha) > 3(\Gamma - \rho_\alpha),$$

formule équivalente aux relations (20) qui déterminent la première limite p_α . En prenant, au contraire, $\beta < \alpha$, et posant

$$p_1 = \rho_1, \quad p_\alpha = \rho_\alpha, \quad 5\beta^2 = 2\alpha^2,$$

on trouverait

$$(28) \quad 6(\Gamma - \rho_1) - 4\alpha^2(\Delta - \rho_1) > (1 + \alpha)(\rho_\alpha - \rho_1),$$

formule équivalente à la formule (24) qui donne la seconde limite p_α .

5. Il reste à déterminer les limites inférieures de ρ dans l'hypothèse que la courbe est concave vers l'axe des abscisses. Nous savons déjà que $\rho_0 > 8,37$ et $\rho_1 = 2,7$. On peut aussi montrer directement que la courbe des densités, qui doit couper deux

fois la droite unique (22), ne peut la couper qu'en deçà de $x = \frac{5}{6}$ et au delà de $x = \frac{5}{6}$, de sorte que, dans cet intervalle, la droite en question représente la limite inférieure de ρ . En effet, la courbe étant concave, on a toujours

$$\rho - \rho_x < -\rho'_x(x - a)$$

quel que soit le signe de la différence $(x - a)$. Il s'ensuit que

$$\Delta - \rho_x = \int_0^1 (\rho - \rho_x) da^3 < -\rho'_x \int_0^1 (x - a) da^3 = -\rho'_x(x - \frac{3}{4}).$$

On trouve de la même manière

$$(29) \quad \begin{cases} \Gamma - \rho_x < -\rho'_x(x - \frac{5}{6}), \\ 5(\Delta - \rho_x) - 3(\Gamma - \rho_x) < -2\rho'_x(x - \frac{3}{4}). \end{cases}$$

Comme on a $-\rho' > 0$, on peut éliminer ρ' , si x est compris entre $\frac{5}{6}$ et $\frac{5}{6}$, ou seulement entre $\frac{3}{6}$ et $\frac{3}{4}$; dans les deux cas, on trouve

$$(\Delta - \rho_x)(x - \frac{3}{6}) > (\Gamma - \rho_x)(x - \frac{3}{4}),$$

et, en mettant cette inégalité sous la forme

$$(30) \quad \rho > 10\Delta - 9\Gamma - 12(\Delta - \Gamma)a,$$

on voit que, pour $\frac{3}{6} < a < \frac{5}{6}$, ρ doit rester au-dessus de la droite (22).

On voit aussi que

$$\rho > \Delta \text{ pour } a = \frac{3}{4},$$

$$\rho > \Gamma \text{ pour } a = \frac{5}{6}.$$

Enfin, pour $a > \frac{5}{6}$, en observant que $-\rho' < \frac{\rho - \rho_1}{1 - a}$, on trouve

$$\Gamma - \rho < \frac{\rho - \rho_1}{1 - a} (a - \frac{5}{6})$$

ou bien

$$(31) \quad \rho > \rho_1 + 6(1 - a)(\Gamma - \rho_1).$$

On peut, avec M. Stieltjes, établir une limite inférieure un peu plus précise, pour $a > \frac{5}{6}$, par les considérations suivantes qui fournissent aussi la limite inférieure pour $a < \frac{5}{6}$.

Nous savons que la courbe des densités doit couper deux fois chacune des lignes brisées p qui vérifient les conditions (1). Or, étant concave, elle ne peut couper deux fois les droites horizon-

tales (q_0) du premier système; elle doit donc couper au moins une fois les obliques (q_1), et il s'ensuit qu'elle reste toujours en deçà de l'enveloppe de ces obliques. En effet, considérons l'arc compris entre ses intersections avec la droite unique (22) et l'oblique (23) qui bornent le système; les tangentes de cet arc se rencontrent sur l'axe des ordonnées avec des obliques qui traversent la courbe, et chacun de ses points doit se trouver en deçà de l'oblique que sa tangente rencontre sur l'axe.

Il en est de même du second système (25). La courbe, ne pouvant couper deux fois les obliques (q_1) qui aboutissent au même point qu'elle ($p_1 = p_1$), doit couper au moins une fois les obliques (q_0) et, par suite, rester en deçà de leur enveloppe.

Il faut donc déterminer l'enveloppe des obliques q_1 du premier système et celle des obliques q_0 du second. En différenciant par rapport au paramètre α (contenu dans p_1 et q_1) la seconde équation du premier système

$$p = p_1 + q_1(1 - \alpha),$$

on trouve

$$0 = dp_1 + dq_1(1 - \alpha);$$

d'où, en tenant compte des formules (20)

$$(32) \quad \begin{cases} \alpha = 1 + \frac{dp_1}{dq_1} = \frac{10 + \alpha^2 + \alpha^4}{12}, \\ p = p_1 + q_1(1 - \alpha), \end{cases}$$

relations qui permettent de calculer l'abscisse α et l'ordonnée p d'un point de l'enveloppe des obliques q_1 pour une valeur donnée de α . On trouve ainsi pour les intersections de l'enveloppe avec la droite unique (22) et l'oblique (23)

$$\begin{array}{lll} \alpha = 0, & \alpha = \frac{5}{6} = 0,833, & p = 4,74, \\ \alpha = 0,55, & \alpha = 0,866, & p = 4,39. \end{array}$$

En différenciant de même la première équation du second système

$$p = p_0 - q_0 \alpha,$$

on trouve, en tenant compte des formules (25),

$$(33) \quad \alpha = \frac{dp_0}{dq_0} = \frac{3\alpha - 5\alpha^3 + 2\alpha^6}{4 - 6\alpha^2 + 2\alpha^6} = 1 - \frac{4 + 5\alpha}{(4 + 2\alpha^2)(1 + \alpha)^2}.$$

Pour les intersections de cette enveloppe avec la droite (22) et l'horizontale (23), on a

$$\begin{aligned} \alpha = 1, & & \alpha = \frac{5}{8} = 0,625, & & p = 6,79, \\ \alpha = 0,55, & & \alpha = 0,390, & & p = 8,37. \end{aligned}$$

En résumé, la limite inférieure de ρ est représentée

De 0 à 0,390..... par l'horizontale (23)
De 0,390 à 0,625..... par l'enveloppe (33)
De 0,625 à 0,833..... par la droite (22)
De 0,833 à 0,866..... par l'enveloppe (32)
De 0,866 à 1..... par l'oblique (23)

En réunissant les résultats qui précèdent, le calcul numérique nous donne, pour les deux limites de la densité ρ , dans l'hypothèse d'une diminution accélérée ($\rho' < 0$, $\rho'' < 0$), les nombres suivants, que nous mettons en regard des densités calculées par les deux formules

$$(I) \quad \rho = 12,94 - 9,84\alpha,$$

$$(II) \quad \rho = 9,86 - 7,17\alpha^2.$$

Elles donnent l'une et l'autre $\Delta = 5,56$, $\Gamma = 4,74$; la dernière donne aussi $\rho_1 = 2,7$.

α .	Limites supérieures.	(I).	(II).	Limites inférieures.
0,00	12,94	12,94	9,86	8,37
0,10	11,96	11,96	9,78	8,37
0,20	11,01	10,97	9,57	8,37
0,30	10,05	9,99	9,21	8,37
0,40	9,33	9,00	8,71	8,35
0,50	8,66	8,02	8,07	7,89
0,55	8,37	7,53	7,70	7,49
0,60	7,78	7,04	7,28	7,03
0,65	7,19	6,54	6,83	6,54
0,70	6,60	6,05	6,35	6,05
0,75	6,02	5,56	5,83	5,56
0,80	5,43	5,07	5,27	5,07
0,85	4,85	4,57	4,68	4,57
0,90	4,26	4,08	4,05	3,96
0,95	3,68	3,59	3,39	3,33
1,00	3,10	3,10	2,69	2,70

6. Il va sans dire que, dans cette hypothèse, on trouve aussi des limites moins élevées pour la densité moyenne D et pour $D - \rho$.

Nous avons d'abord, en reprenant la formule (10),

$$(34) \quad x^3(D - \rho) = - \int_0^x \rho' a^3 da < - \frac{x^4}{4} \rho'_x.$$

Or, la courbe des densités ρ passe au-dessous de ρ_α et rencontre ensuite l'oblique q_1 ; on a donc nécessairement $-\rho'_\alpha < q_1$, dans les deux systèmes. Il s'ensuit que

$$(35) \quad D - \rho < \frac{1}{4} \alpha q_1,$$

où q_1 est donné par les formules (21) ou (25); et, puisque $\rho < \rho_\alpha$,

$$(35 \text{ bis}) \quad D < \rho_\alpha + \frac{1}{4} \alpha q_1.$$

Ces formules nous serviront pour $\alpha < 0,80$ ou $0,83$; ensuite il y a lieu de calculer la limite supérieure de D par la formule (11 bis) et d'en déduire celle de $D - \rho$, en retranchant la limite inférieure de ρ . La limite de $1 - \frac{\rho}{D}$ s'obtient toujours en combinant la limite inférieure de ρ avec la limite supérieure de $D - \rho$. On trouve ainsi :

$\alpha.$	Limites supérieures de		
	$D.$	$D - \rho.$	$1 - \frac{\rho}{D}.$
0,0	12,94	0,00	0,000
0,3	10,80	0,76	0,083
0,4	10,39	1,06	0,112
0,5	10,12	1,46	0,156
0,55	10,10	1,73	0,188
0,6	9,68	1,90	0,213
0,7	8,88	2,28	0,273
0,8	8,16	2,73	0,351
0,85	7,36	2,79	0,379
0,9	6,62	2,66	0,402
1,0	5,56	2,86	0,514

On a d'ailleurs $d(a^3 D) = \rho da^3$; par conséquent (pour $a = x$),

$$(36) \quad \frac{1}{3} \alpha D' = \rho - D < 0$$

et, à cause de (34),

$$(37) \quad D' > \frac{3}{4} \rho' > \rho', \quad \rho D' - \rho' D > 0,$$

d'où il suit que le rapport $\frac{D}{\rho}$ augmente ici avec α .

7. Ces résultats vont nous permettre d'établir, dans les deux hypothèses, des limites supérieures du rapport

$$\tau = \frac{a \, de}{e \, da},$$

où e représente l'ellipticité des couches successives du sphéroïde terrestre. En effet, comme l'a montré M. Callandreau, les équations de Clairaut donnent

$$\frac{1}{3} \tau < 1 - \frac{\rho}{D}.$$

On aura donc, en multipliant par 3 les limites supérieures de $1 - \frac{\rho}{D}$, trouvées plus haut :

a.	Limites supérieures de τ .	
	($\rho' < 0$).	($\rho' < 0$, $\rho'' < 0$).
0,0	3,00	0,00
0,3	2,63	0,25
0,5	1,98	0,47
0,6	1,74	0,64
0,7	1,63	0,82
0,8	1,73	1,05
0,85	1,90	1,14
0,9	1,78	1,20
1,0	1,54	1,54

Nous avons d'ailleurs $\tau_0 = 0$, $\tau_1 = 0,544$. Dans la seconde hypothèse, on a toujours $\tau_1 < \tau_0$, parce que (comme l'a encore montré M. Callandreau) τ'_1 ne peut devenir négatif. En effet, l'équation principale de Clairaut peut se mettre sous la forme

$$a \tau'_1 - \tau_1 + \tau_1^2 + 6(1 + \tau_1) \frac{\rho}{D} = 6,$$

d'où

$$a \tau'_1 + 6 \tau'_1 \left(\frac{\tau_1}{3} + \frac{\rho}{D} \right) > 0,$$

puisque, d'après (37), $\rho D' - \rho' D > 0$. Il s'ensuit que, pour $\tau'_1 = 0$, on aurait toujours $\tau''_1 > 0$; de sorte que la dérivée τ'_1 , qui commence par être positive, ne peut plus s'annuler et doit rester > 0 . Ainsi, dans cette hypothèse, τ_1 augmente depuis 0 jusqu'à 0,544.

Dans la première hypothèse ($\rho' < 0$), on peut aussi préciser davantage les limites de τ_1 , au moins pour les couches voisines de la surface. L'équation de Clairaut, convenablement transformée,

donne

$$(38) \quad \Delta \sqrt{1+\eta_1} = \alpha^3 D \sqrt{1+\eta_1} + \int_{\alpha}^1 \frac{1 + \frac{1}{2} \eta_1 - \frac{1}{10} \eta_1^2}{\sqrt{1+\eta_1}} D d\alpha^5$$

ou bien, puisque $D > \Delta$,

$$(39) \quad \sqrt{1+\eta_1} > \alpha^3 \sqrt{1+\eta_1} + (1 - \alpha^3) F_m,$$

en désignant par F_m la valeur la plus faible du facteur qui multiplie $D d\alpha^5$, valeur qui correspond ici à une limite supérieure de η_1 . En partant des limites provisoires de η_1 obtenues plus haut, on trouve par une série d'approximations :

α .	Limites de η_1 .
0,833	1,90
0,85	1,54
0,90	1,01
0,95	0,72
1,00	0,54

On a donc $\eta_1 < 1$ pour $\alpha > 0,9$, et $\eta_1 < 2$ pour $\alpha > 0,5$.

En remarquant que $\alpha^3 D < \Delta$ et que le facteur F ne dépasse pas 1,0007, on aurait aussi

$$(40) \quad \sqrt{1+\eta_1} < \alpha^3 \sqrt{1+\eta_1} + \frac{5}{2} (1 - \alpha^2)$$

ou bien

$$\sqrt{1+\eta_1} > 2,5 - \frac{1,258}{\alpha^2}.$$

Pour $\alpha = 0,95$, on trouverait $\eta_1 > 0,22$.

Il faut toutefois faire une remarque au sujet de ces résultats numériques. Les valeurs de $\Gamma(4,74)$ et de $\eta_1(0,544)$ dont nous avons fait usage ont été obtenues en prenant pour l'aplatissement ϵ_1 le nombre $\frac{1}{297,5}$, que fournit la Géodésie. Mais ces valeurs ne vérifient pas la condition à laquelle conduit la relation (38) pour $\alpha = 0$, à savoir

$$\Delta \sqrt{1+\eta_1} < 1,0007 \int_0^1 D d\alpha^5 = 1,0007 \frac{5\Delta - 3\Gamma}{2}.$$

Pour y satisfaire, il faudrait prendre $\epsilon_1 < \frac{1}{297,4}$. Avec $\epsilon_1 = \frac{1}{297,3}$, on trouverait

$$\eta_1 = 0,579, \quad \Gamma = 4,61,$$

et les nombres de nos Tableaux devraient être modifiés en conséquence. Pour l'objet que nous avons en vue, cela importe peu.

Au surplus, la valeur de ε , n'est peut-être pas connue d'une manière définitive, et l'on ne peut savoir si la théorie de Clairaut s'applique rigoureusement à l'état actuel du Globe.

NOTE SUR LA COMÈTE TEMPEL-SWIFT (1869 III-1880 IV);

PAR M. J. BOSSERT.

Dans un remarquable travail sur les comètes périodiques, publié dans le *Bulletin astronomique* (t. VI, décembre 1889), M. Schuhofer émet l'hypothèse d'une identité de la comète Tempel-Swift avec les comètes de Blanpain 1819 et de Grischow 1743. Nous avons voulu voir quelle créance on pouvait accorder à cette supposition, et nous avons recherché si les perturbations éprouvées par la comète Tempel-Swift, lors de ses deux grandes approches de Jupiter en 1828 et 1840, pouvaient expliquer la discordance qui existe entre les éléments de cette comète et ceux de la comète Blanpain. Les résultats de nos calculs nous ont conduit à rejeter complètement l'idée d'une identité possible de ces deux astres.

Partant des éléments de la comète Tempel-Swift publiés dans le *Bulletin astronomique* (t. III, p. 72), et en calculant les perturbations de quarante jours en quarante jours, à cinq décimales (procédé suffisant pour le but à atteindre), nous avons trouvé pour le passage de la comète dans la sphère d'attraction de Jupiter, 1839 octobre 11 à 1841 avril 3, les valeurs suivantes :

Plus courte distance des deux astres = 1,02 vers août 1840.

$$d\pi = -43' \quad d\Omega = +5^{\circ}54' \quad di = -18' \quad d\varphi = -40' \quad d\mu = -0',170$$

Ajoutant ces perturbations aux éléments de notre comète et ramenant à l'équinoxe 1830,0, nous obtenons le système d'éléments qui nous permettra de calculer l'effet produit par Jupiter dans l'approche de 1828 :

1839 octobre 11.

M.....	185.42'	} 1830,0
i.....	5. 6	
Ω	302. 9	
π	41.45	
φ	40.29	
μ	10',621	

Jupiter et la comète étaient à leur plus courte distance, 0,63, vers le 2 mars 1828, et les perturbations éprouvées de 1827 septembre 24 à 1829 septembre 16 ont dû être :

$$d\pi = -21' \quad dQ = +27^{\circ}46' \quad di = +19' \quad d\varphi = +39' \quad d\mu = +0',117$$

Ces perturbations, comme on le voit, sont relativement considérables, mais elles ne suffisent pas pour admettre l'identité de la comète Tempel-Swift avec celle de Blanpain. Dans le Mémoire cité plus haut, les π des deux comètes diffèrent de $24^{\circ},6$ et les perturbations de la comète pendant ses deux approches de Jupiter ne font varier cet élément que de 1° environ; l'inclinaison se retrouve en 1819 la même qu'en 1869, tandis que, d'après l'hypothèse de M. Schulhof, cet élément aurait dû varier de 4° ; le nœud se trouve sensiblement affecté par les deux approches de Jupiter, mais d'une manière encore insuffisante. Malgré l'incertitude du calcul des perturbations, Jupiter n'a pu troubler assez fortement l'orbite de la comète Tempel-Swift pour permettre de conclure à son identité avec la comète Blanpain 1819.

ÉPHÉMÉRIDE DE LA PLANÈTE (247) EUCRATE

(GRANDEUR 12,0);

PAR M. R. LUTHER,

à Düsseldorf.

12 h. Berlin.	R app.	(Q) app.	log Δ .	T. de l'aberr.	log r.
1890.	^h ^m ^s			^m ^s	
MARS 19.....	13.33.21,03	—23.47. 2,1	0,376587	19.44	0,512947
20.....	32.27,08	49.54,5	375476	41	
21.....	31.32,12	52.37,1	374409	39	513292
22.....	30.36,17	55. 9,8	373387	36	
23.....	29.39,28	57.32,8	372412	33	513634
24.....	28.41,49	59.45,8	371484	31	
25.....	27.42,86	—24. 1.48,8	370605	28	513973
26.....	26.43,42	3.41,9	369775	26	
27.....	25.43,24	5.25,1	368994	24	514308
28.....	24.42,35	6.58,3	368264	22	
29.....	23.40,82	8.21,5	367585	20	514640
30.....	22.38,69	9.34,8	366958	18	
31.....	21.36,01	10.38,1	366384	17	0,514969
AVRIL 1.....	13.20.32,83	—24.11.31,6	0,365862	19.16	

12 h. Berlin. 1890.	Rapp. h m s	(D) app.	log Δ.	T. de l'aberr. m s	log r.
AVRIL 2.....	13. 19. 29,22	—24. 12. 15,4	0,365394	19. 14	0,515294
3.....	18. 25,22	12. 49,3	364979	13	
4.....	17. 20,89	13. 13,6	364619	12	515616
5.....	16. 16,28	13. 28,4	364314	11	
6.....	15. 11,45	13. 33,7	364064	11	515934
7.....	14. 6,45	13. 29,6	363869	10	
8.....	13. 1,34	13. 16,3	363729	10	516250
8 en R 9.....	11. 56,17	12. 53,9	363645	10	
10.....	10. 51,00	12. 22,5	363617	10	516562
11.....	9. 45,88	11. 42,3	363645	10	
12.....	8. 40,88	10. 53,5	363729	10	516870
13.....	7. 36,05	9. 56,2	363870	10	
14.....	6. 31,44	8. 50,7	364066	11	517175
15.....	5. 27,11	7. 37,2	364319	11	
16.....	4. 23,13	6. 15,9	364627	12	517477
17.....	3. 19,55	4. 47,2	364991	13	
18.....	2. 16,42	3. 11,2	365410	14	517776
19.....	1. 13,81	1. 28,2	365884	16	
20.....	13. 0. 11,77	59. 38,7	366413	17	518071
21.....	12. 59. 10,34	57. 42,7	366996	19	
22.....	58. 9,58	55. 40,8	367632	20	518363
23.....	57. 9,54	53. 33,2	368321	22	
24.....	56. 10,26	51. 20,2	369062	24	518651
25.....	55. 11,80	49. 2,1	369854	26	
26.....	54. 14,19	46. 39,4	370697	28	518937
27.....	53. 17,48	44. 12,2	371590	31	
28.....	52. 21,70	41. 41,1	372531	33	519219
29.....	51. 26,89	39. 6,2	373520	36	
30.....	12. 50. 33,10	—23. 36. 27,9	0,374557	19. 39	0,519497

ÉPHÉMÉRIDE DE LA PLANÈTE (81) CLIO

(GRANDEUR 11,4):

PAR M. P. NEUGEBAUER,

à Breslau.

12 h. Berlin. 1890.	Rapp. h m s	(D) app.	log Δ.	T. de l'aberr. m s	log r.
AVRIL 30.....	15. 41. 26,45	—35. 36. 15,8	0,1613	12. 2	
MAI 1.....	40. 25,87	37. 16,9			
2.....	39. 23,87	38. 4,1	1572	11. 55	0,3789
3.....	38. 20,49	38. 37,1			
4.....	15. 37. 15,82	—35. 38. 55,7	0,1534	11. 49	

12 h. Berlin 1890.	R app. h m s	Q app.	log Δ.	T. de l'aberr. m s	log r.
I AI 5.....	15.36. 9,94	—35.38.59,9			
6.....	35. 2,91	38.49,4	0,1498	11.43	0,3770
7.....	33.54,77	38.23,9			
8.....	32.45,59	37.43,4	1464	37	
9.....	31.35,55	36.48,3			
10.....	30.24,74	35.37,7	1434	33	3751
11.....	29.13,24	34.12,0			
12.....	28. 1,14	32.31,2	1407	28	
13.....	26.48,54	30.35,2			
14.....	25.35,51	29.24,1	1382	24	3732
15.....	24.22,11	25.57,7			
16.....	23. 8,49	23.16,4	1360	21	
17.....	21.54,77	20.20,4			
18.....	20.41,05	17. 9,7	1342	18	3712
19.....	19.27,47	13.44,5			
20.....	18.14,10	10. 5,3	1327	16	
21.....	17. 1,06	6.12,5			
22.....	15.48,44	—35. 2. 6,4	1315	14	3693
23.....	14.36,42	—34.57.47,2			
24.....	13.25,03	53.15,1	1306	12	
25.....	12.14,31	48.31,2			
26.....	11. 4,41	43.35,4	1300	12	3673
27.....	9.55,51	38.28,3			
28.....	8.47,64	33.10,5	1298	11	
29.....	7.40,80	27.42,3			
30.....	6.35,15	22. 4,7	1298	11	3653
31.....	5.30,83	16.17,9			
IN 1.....	4.27,89	10.22,4	1302	12	
2.....	3.26,27	—34. 4.18,8			
3.....	2.26,17	—33.58. 7,7	1308	13	0,3632
4.....	1.27,67	51.49,6			
5.....	15. 0.30,79	—33.45.25,1	0,1318	11.14	

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

ASSMANN (JOSEPH). — DIE VERÄNDERLICHEN STERNE. Cologne, 1888; in-8°, 116 pages.

M. J. Plassmann, professeur au Gymnase de Warendorf (Westphalie), est un amateur distingué qui s'est fait connaître par des séries d'observations d'étoiles variables. Le petit Volume qu'il vient de publier sous

les auspices de la « Société scientifique Görrés » renferme un exposé des principaux faits relatifs à cette catégorie de phénomènes. Les variables s'y trouvent classées d'après les types adoptés par M. Pickering, et qui sont ici désignés comme types d'Algol, de la Lyre, de Mira, d'Orion et des étoiles nouvelles. Après une courte introduction, où l'on trouve notamment des indications pratiques sur la meilleure manière d'observer les variables, l'auteur décrit les étoiles les plus intéressantes de chaque groupe, et, tout en exposant les faits d'observation recueillis depuis leur découverte, discute les hypothèses qui ont été successivement proposées pour expliquer les variations périodiques dont ces astres présentent l'énigmatique spectacle. Ces hypothèses sont, d'une part, la présence de satellites obscurs, dont les passages pourraient être accompagnés de marées qui compliqueraient le phénomène des éclipses périodiques; et de l'autre, l'existence d'irrégularités de forme ou de teinte, que la rotation de l'astre amène périodiquement sous nos yeux. Il faut avouer que ces tentatives d'explication prématurées n'ont pas beaucoup avancé nos connaissances en cette matière. Convenons toutefois que, pour Algol, l'existence d'un satellite obscur paraît se confirmer.

R.

CHARLIER (C.-V.-L.). — UEBER DIE ANWENDUNG DER STERNPHOTOGRAPHIE ZU HELLIGKEITSMESSUNGEN DER STERNE (*Publications de la Société astronomique*, XIX). Leipzig, 1889; in-4°, 32 pages.

Ce Mémoire, dédié à l'observatoire de Poulkova, en commémoration de son cinquantenaire, contient les résultats des recherches que M. Charlier, astronome à l'observatoire de Stockholm, a entreprises récemment en vue de la détermination des grandeurs photographiques des étoiles. Ces recherches ont été effectuées à l'aide d'une série de photographies du groupe des Pléiades. Une analyse du Mémoire de M. Charlier, rédigée par M. Dunér, ayant été insérée dans le Rapport sur la réunion du Comité international permanent pour l'exécution de la Carte photographique du Ciel (Annexe n° 8), il nous suffira d'y renvoyer le lecteur.

R.

**MIRE A DISQUE MOBILE AUTOUR D'UN AXE VERTICAL
POUR LA MESURE DE L'INCLINAISON DU FIL MOBILE DE LA VIS
EN DISTANCE POLAIRE D'UN CERCLE MÉRIDIEN;**

PAR M. P. GAUTIER.

Cette mire consiste en un disque vertical de cuivre, fixé sur un plateau horizontal à centre ajusté dans une base triangulaire.

Voici le principe de cet appareil. Supposons la lunette horizontale dirigée vers le Sud et la tête de *vis en bas*. Supposons de plus le disque orienté de telle sorte que son axe de rotation vienne faire son image dans le méridien. Soit A un trou très fin qui, dans la position initiale du disque, vient faire son image α à l'extrémité droite du champ. Pointons cette image avec le fil mobile horizontal, et soit p le pointé. Faisons maintenant tourner le disque de 180° , l'image passe de l'autre côté du méridien symétriquement en α' , et soit p' le nouveau pointé de cette image.

Convenons, suivant l'usage, de considérer l'inclinaison de $\alpha\alpha'$ comme positive, si le point α est le plus élevé, et soit φ cette inclinaison. On aura alors, i étant l'inclinaison cherchée,

$$\tan(i - \varphi) = \frac{p - p'}{l},$$

l étant la longueur de $\alpha\alpha'$ en arc.

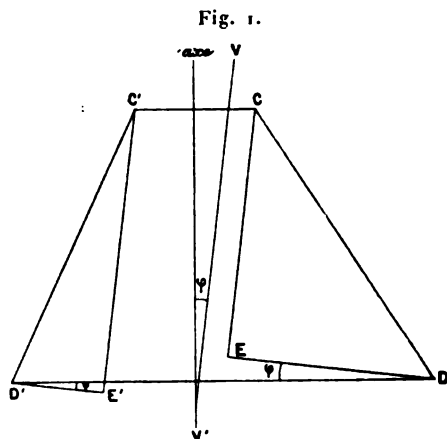
On accroitra la précision en répétant cette opération avec un second point B, symétrique du premier par rapport au méridien.

Or φ est l'angle de $\alpha\alpha'$ avec l'horizontale, ou bien l'angle de l'axe de rotation et de la verticale.

Pour obtenir cet angle, pratiquons sur la plaque, dans le sens vertical, près de l'axe, de part et d'autre du milieu du champ et à des distances analogues à celles du point A, deux trous C et D (*fig. 1*). Pointons l'image de C avec le fil vertical, et marquons avec le fil horizontal le point de ce fil en coïncidence avec cette image. Éplaçons la lunette et amenons cette croisée de fils à la hauteur de l'image du point D; pointons alors D avec le fil vertical, la référence des deux lectures successives de la vis d'ascension droite

donnera la distance DE , c'est-à-dire la distance du point D à la verticale passant par C .

Tournons le disque de 180° et recommençons les mesures, nous obtiendrons la distance $D'E'$, c'est-à-dire la distance du point D' à la verticale passant par C' .



Or on a, en posant $CDD' = \alpha$,

$$DE = CD \cos(\alpha - \varphi),$$

$$D'E' = CD \cos(\alpha + \varphi);$$

d'où l'on tire

$$\sin \varphi = \frac{DE - D'E'}{2 \cdot CE}.$$

TABLEAU SYNOPTIQUE DES MOUVEMENTS PROPRES DES ÉTOILES;

PAR J. BOSSERT.

Le nombre de mouvements propres que nous connaissons aujourd'hui est relativement considérable, mais leur dispersion parmi les Recueils astronomiques est souvent un obstacle à leur emploi et la cause de travaux parfois superflus. Une certaine quantité de calculs pourraient être évités si les astronomes avaient à leur disposition, d'une manière commode, tous les éléments qui font varier la position d'une étoile; d'un autre côté, la recherche du mouvement propre du système solaire, en relation

avec les mouvements propres des étoiles, pourra être entreprise d'une manière plus judicieuse, lorsqu'on aura une idée exacte des mouvements propres déjà connus. Ces considérations nous ont engagé à former le Tableau suivant, où se trouvent réunies toutes les étoiles dont le mouvement annuel atteint $0''{,}5$. Tous les Catalogues et tous les Recueils astronomiques ont été mis à contribution, mais les résultats n'ont été acceptés qu'après examen. C'est ainsi que le fort mouvement propre donné par Arago, dans son *Astronomie populaire*, pour l'étoile de la Poupe, identifiée avec 2151 B. A. C., doit être rejeté; la comparaison des observations de Lacaille avec celles de Stone et de Gould donne en effet pour cette étoile un mouvement de $0''{,}2$ environ. De même, les mouvements propres donnés dans le Catalogue Jacob (*Observations de Madras*, 1853-1857; *Memoirs of the Royal astronomical Society*, vol. XXVIII) doivent être éliminés; la discussion des observations du Cap et de Cordoba ne légitime pas ces valeurs. Une seule exception a été faite pour l'étoile située par $11^h 41^m$ d'ascension droite et $39^{\circ} 54'$ de déclinaison Sud; les valeurs déduites pour les mouvements propres raccordent les anciennes observations avec les modernes. Dans ce Tableau, nous donnons, pour chaque étoile, la grandeur, les coordonnées approchées pour 1890,0, les mouvements propres en ascension droite et en déclinaison, le mouvement résultant, la direction de ce mouvement et l'autorité sur laquelle s'appuie cette détermination.

Noms	Gr.	Positions 1890,0.		Mouvement propre.				Autorité.
		R.	(D).	R.	(D).	Résult.	Direct.	
Groomb...	6	^h 11.46 ^m	+38°.34'	+0,346	-5,78	7,05	145°,0	Argelander.
ac.....	7	22.59	-36.29	+0,567	+1,31	6,97	79,2	A. N. 2377.
Cordoba..	8.9	23.59	-37.53	+0,474	-2,33	6,08	112,5	A. N. 2661.
gne.....	5	21. 1	+38.12	+0,344	+3,23	5,20	51,5	Auwers.
gne.....	6	21. 1	+38.12	+0,350	+3,03	5,14	53,9	Auwers.
Lal.....	7.8	10.57	+36.50	-0,045	-4,72	4,75	186,6	Argelander.
en.....	5	21.55	-57.14	+0,480	-2,45	4,60	122,2	Stone.
Lal.....	8.9	11. 0	+44. 5	-0,400	+0,94	4,40	282,4	Argelander.
dan.....	4.5	4.10	-7.49	-0,144	-3,44	4,05	211,9	Auwers.
A. O.....	9	15. 4	-15.54	-0,065	-3,65	3,76	194,2	A. N. 2377.
A. O.....	9	15. 4	-15.49	-0,065	-3,65	3,76	194,2	A. N. 2377.
siopée....	5	1. 0	+54.26	+0,386	-1,58	3,73	115,1	Auwers.
ataure....	3	14.32	-60.23	-0,473	+0,81	3,62	282,9	Stone.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

Noms.	Gr.	Positions 1830,0.		Mouvement propre.				Direct.	Ann.
		R.	(Q).	R.	(Q).	Result.			
α_2 Centaure.....	1	11.32 ^h —60.23 ^m	—0,476	+0,81	3,62	282,9	Stone.		
11677 A. O.....	9	11.14 +66.27	—0,507	+0,21	3,05	274,0	A. N. 1		
1060 Lac.....	4.5	3.15 —43.29	+0,266	+0,75	2,99	75,5	Stone.		
248 Lal.....	7.8	0.12 +43.24	+0,257	+0,40	2,83	81,9	Paris.		
25372 Lal.....	8.9	13.40 +15.30	+0,127	—1,44	2,33	128,1	Argela		
Arcturus.....	1	14.10 +19.47	—0,080	—1,98	2,28	209,7	Auwer		
β Hydre.....	3	0.20 —77.52	+0,720	+0,32	2,24	82,0	Stone.		
7443 Lal.....	9.10	3.56 —35.1	+0,147	—1,32	2,24	126,0	Argela		
123 Piazzi II ^h ...	6	2.30 + 6.21	+0,118	+1,31	2,19	53,3	Paris.		
ζ Toucan.....	5	0.14 —65.31	+0,280	+1,14	2,08	56,8	Stone.		
3077 Bradley....	6	23.8 +56.34	+0,249	+0,29	2,08	82,0	Auwer		
15290 Lal.....	8	7.46 +30.58	+0,061	—1,81	1,97	156,6	Argela		
τ Baleine.....	3.4	1.39 —16.31	—0,122	+0,86	1,96	296,0	Auwer		
212 Piazzi XIV ^h ..	6	14.51 —20.55	+0,068	—1,68	1,93	150,5	Paris.		
σ Dragon.....	5	19.32 +69.30	+0,097	—1,77	1,84	163,9	Auwer		
18115 Lal.....	8	9.7 +53.10	—0,174	—0,65	1,69	247,5	Argela		
δ Paon.....	3.4	19.58 —66.28	+0,193	—1,23	1,69	136,7	Stone.		
8362 Lac.....	6	20.4 —36.22	+0,003	—1,60	1,65	166,3	Stone.		
30694 Lal.....	7	16.47 + 0.13	—0,047	—1,45	1,61	206,1	Schjell		
31055 Lal.....	8	16.59 — 4.53	—0,070	—1,20	1,59	221,2	Schjell		
2957 Lac.....	6	7.41 —33.58	—0,022	+1,50	1,52	349,8	Stone.		
61 Vierge.....	5	13.12 —17.42	—0,076	—1,06	1,52	225,8	Auwers		
ζ_1 Réticule.....	5.6	3.15 —63.0	+0,194	+0,65	1,47	63,8	Stone.		
3386 Lac.....	6	8.29 —31.9	—0,101	+0,70	1,47	298,5	Stone.		
ζ_2 Réticule.....	5.6	3.16 —62.55	+0,190	+0,65	1,44	63,1	Stone.		
1643 Fedoren...	6	10.5 +50.1	—0,139	—0,50	1,43	249,4	Argela		
30044 Lal.....	7	16.25 + 4.28	—0,029	—1,36	1,43	197,8	Argela		
ν Indien.....	5.6	22.15 —72.47	+0,281	—0,69	1,43	118,9	Stone.		
8381 Lac.....	6	20.8 —27.22	+0,083	+0,76	1,42	57,7	A. N. 3		
147 Lac.....	6	0.32 —25.22	+0,103	—0,06	1,41	92,4	Paris.		
1384 Fedoren...	7	8.45 —71.14	—0,281	—0,38	1,40	254,4	Argelan		
6888 Lal.....	9	3.39 +41.9	+0,054	—1,23	1,38	153,8	Argelan		
38383 Lal.....	8	19.59 +23.3	—0,073	—0,94	1,38	227,1	A. N. 2		
46650 Lal.....	9	23.43 + 1.50	+0,064	—0,95	1,36	134,4	Astr. Jo		
38692 Lal.....	9	20.8 —27.22	+0,098	—0,26	1,33	101,3	Argelan		
189 Piazzi o ^h	6	0.43 + 4.43	+0,039	—1,18	1,32	153,4	Paris.		
Sirius.....	1	6.40 —16.33	—0,037	—1,20	1,32	204,2	Auwers.		
γ Serpent.....	3	15.51 +16.3	+0,019	—1,29	1,32	167,7	Auwers.		
20452 A. O.....	8.9	20.17 —21.41	+0,040	—1,20	1,32	155,0	Cincinnati		
27744 Lal.....	6.7	15.8 — 0.55	—0,080	—0,50	1,31	247,4	Argelan		
322 Weisse.....	8	17.20 + 2.15	—0,040	—1,17	1,31	207,2	Astr. Jo		
ι Persée.....	4	3.1 +49.11	+0,129	0,00	1,30	90,0	Paris.		
85 Pégase.....	6	23.56 +26.31	+0,062	—0,98	1,29	139,4	Auwers.		

L.	Gr.	Positions 1890,0.		Mouvement propre.				Direct.	Autorité.
		R.	Q.	R.	Q.	Résult.			
O.....	9	^h 17.37 ^m	+68.27	^s -0,068	-1,21	1,27	197,1		Argelander.
.....	1	7.33	+ 5.30	-0,047	-1,03	1,26	214,6		Auwers.
chus...	5	17. 9	-26.26	-0,039	-1,14	1,26	204,5		Auwers.
e.....	6.7	17. 9	-26.26	-0,039	-1,14	1,26	204,5		Stone.
on.....	7	17. 9	-26.22	-0,039	-1,13	1,25	205,1		Auwers.
.....	6	11.41	-39.54	-0,100	+0,39	1,21	288,7		Jacob.
.....	7	11.52	-27. 4	-0,077	-0,61	1,20	239,4		A. N. 2565.
ure....	4	13. 6	+28.26	-0,061	+0,90	1,20	318,4		Auwers.
.....	7	15.37	-10.34	-0,079	-0,28	1,20	256,5		A. N. 2806.
ée.....	4	0.42	+57.14	+0,135	-0,48	1,19	113,8		Auwers.
.....	8	7.54	+29.34	-0,008	-1,16	1,16	184,9		Paris.
.....	5.6	2.10	+33.44	+0,090	-0,22	1,14	101,1		Auwers.
se ₁	7.8	4.55	- 5.52	+0,037	+1,00	1,14	28,8		Schjellerup.
chus...	4	17.59	+ 2.32	+0,013	-1,11	1,13	169,8		Auwers.
Course..	3	9.25	+52.11	-0,104	-0,56	1,12	240,0		Auwers.
.....	6	11.29	-32.15	-0,053	+0,87	1,10	322,0		Auwers.
.....	9	14.52	+54. 6	-0,113	+0,49	1,10	296,3		Argelander.
.....	8.9	12.10	- 2.24	-0,071	-0,17	1,08	261,0		A. N. 2299.
e.....	6	17.16	+32.38	+0,009	-1,03	1,04	173,9		Auwers.
.....	7.8	14.45	-23.50	-0,065	-0,48	1,02	241,9		A. N. 2734.
.....	6	20.50	-44.31	-0,043	-0,91	1,02	206,8		Stone.
.....	6	8.13	-12.15	+0,015	-0,98	1,01	166,8		Paris.
.....	8	22.54	-23. 7	-0,071	0,00	1,01	270,0		A. N. 2578.
.....	7.8	2.55	+61.18	+0,100	-0,69	1,00	133,6		Argelander.
.....	5	0.35	-60. 4	+0,120	+0,42	0,99	65,0		Stone.
.....	3.4	3.27	- 9.50	-0,068	+0,01	0,99	270,6		Auwers.
.....	7.8	12. 9	- 9.39	+0,007	-0,99	0,99	174,2		Argelander.
.....	8	5.16	+ 3.28	-0,065	+0,01	0,98	270,6		Greenw. 1850.
mb....	6	10.21	+49.24	+0,013	-0,96	0,97	172,8		A. N. 1036.
.....	5	19.19	+11.43	+0,049	+0,65	0,97	47,9		Auwers.
e ₂	6.7	13.14	+35.43	+0,031	-0,89	0,96	156,7		Argelander.
25°....	9	15. 3	+25.20	-0,064	+0,41	0,96	295,2		A. N. 2935.
e ₂	9	8.11	+30.58	-0,025	-0,89	0,95	199,7		Argelander.
.....	7.8	14.31	-11.50	-0,059	+0,39	0,94	294,2		Argelander.
.....	5.6	5.46	-80.33	+0,034	+0,93	0,93	4,9		Stone.
.....	7	21.50	-57.14	-0,044	+0,70	0,93	318,5		A. N. 1066.
.....	6	22. 8	-41.54	+0,047	-0,75	0,92	144,8		Stone.
.....	8	5.23	- 3.34	-0,020	-0,86	0,91	199,2		Paris.
XIV ^h .	7	14.32	-11.51	-0,058	+0,35	0,91	292,6		A. N. 641.
.....	3.4	18.15	- 2.56	-0,040	-0,68	0,91	221,4		Auwers.
.....	5.6	19.59	+29.36	+0,055	-0,55	0,91	127,7		Argelander.
e ₁	9	20.33	+ 5.16	+0,059	-0,13	0,90	98,3		Schjellerup.
de....	5.6	1.35	+42. 4	+0,078	-0,15	0,89	99,8		Paris.

Noms.	Gr.	Positions 1890,0.		Mouvement propre.				Direct.	Ann.
		R.	(Q).	R.	(Q).	Résult.			
1688 Fedoren ...	6	10. 21 ^h m	+49. 23	+0,012	-0,88	0,89	172,4	Argel	
25012 Lal.....	7.8	13. 26	- 1.46	-0,056	+0,24	0,88	286,0	Argel	
23995 Lal.....	9	12. 47	-17. 53	+0,020	-0,82	0,87	160,8	Argel	
24168 Lal.....	8	12. 53	- 9.15	-0,057	+0,17	0,86	281,0	Argel	
97 Weisse.....	8	21. 7	+17.19	-0,007	-0,85	0,86	186,7	Argel	
9585 Lac.....	7	23.41	-42.10	+0,010	-0,85	0,86	172,6	Stone.	
λ Cocher.....	5	5.11	+40. 0	+0,045	-0,66	0,85	142,3	Auwer	
31132 Lal.....	8	16.59	+47.12	+0,011	+0,84	0,85	7,8	Argel	
39866 Lal.....	9	20.34	+ 4.35	+0,058	+0,09	0,85	84,0	Astr. J	
24168 Lal.....	8	12. 53	- 9.15	-0,055	+0,17	0,84	281,7	Schjell	
γ Paon.....	3	21.17	-65.52	+0,019	+0,83	0,84	8,2	Stone.	
43492 Lal.....	7	22.12	+12.21	+0,057	+0,05	0,84	86,1	Argel	
μ Hercule.....	3.4	17.42	+27.47	-0,024	-0,75	0,82	203,7	Auwer	
η Céphée.....	3.4	20.43	+61.24	+0,013	+0,81	0,82	11,2	Auwer	
15950 Lal.....	7	8. 5	+32.49	-0,035	-0,68	0,81	213,5	Paris.	
θ Centaure.....	2	14. 0	-35.50	-0,044	-0,61	0,81	221,0	Auwer	
ρ Couronne.....	5.6	15.57	+33.39	-0,018	-0,78	0,81	195,8	Auwer	
1045 Lal.....	7	0.35	+39.36	+0,032	-0,71	0,80	152,5	Paris.	
27274 Lal.....	8.9	14.54	-21.33	-0,042	-0,54	0,80	227,5	A. N.	
999 Lal.....	7.8	0.33	+ 2.31	+0,050	+0,25	0,79	71,6	Paris.	
19022 Lal.....	8	9.37	+43.14	+0,002	-0,79	0,79	178,4	Argel	
83 Lion.....	6	11.21	+ 3.37	-0,051	+0,18	0,79	283,2	Auwe	
χ Hercule.....	6	15.49	+42.45	+0,037	+0,60	0,79	40,9	Auwe	
9537 Lac.....	6	23.33	-73.18	+0,024	-0,78	0,79	172,7	Stone	
6320 Lal.....	8	3.20	- 5.43	0,000	-0,78	0,78	180,0	Paris.	
11196 Lal.....	7	5.50	+13.56	+0,035	-0,53	0,78	136,7	Arma	
8 Chiens chasse.	4	12.28	+41.57	-0,065	+0,29	0,78	291,0	Auwe	
7563 Lal.....	8	4. 0	+37.47	+0,061	-0,23	0,77	107,5	Paris.	
8735 Lal.....	7.8	4.34	+41.55	+0,058	-0,42	0,77	122,9	Paris.	
β Vierge.....	4	11.44	+ 2.23	+0,048	-0,26	0,77	110,0	Auwe	
49 Balance.....	5.6	15.54	-16.12	-0,047	-0,37	0,77	241,5	Auwe	
11 Petit Lion....	6	9.29	+36.19	-0,060	-0,24	0,76	251,6	Auwe	
32 Piazzi XI ^b	8	11.13	- 4.27	+0,049	-0,14	0,76	100,6	Arma	
δ Éridan.....	4	3.38	-10. 8	-0,008	+0,74	0,75	350,8	Auwe	
8139 Lac.....	7	19.26	-28.13	0,000	-0,75	0,75	180,0	A. N.	
ν Phénix.....	4.5	1.10	-46. 7	+0,070	+ 0,15	0,74	78,4	Cap i	
305 Piazzi VI ^b ...	6	6.57	+29.31	+0,014	-0,72	0,74	166,0	Paris.	
321 Piazzi VII ^b ..	6.7	8. 5	+32.49	-0,025	-0,67	0,74	205,5	Sev. 1	
ξ Gr. Ourse.....	4	11.12	+32. 9	-0,037	-0,57	0,74	219,5	Auwe	
29437 Lal.....	6	16. 4	+ 6.42	+0,016	-0,71	0,74	162,7	Argel	
2966 Lal.....	8	1.33	+66.21	-0,113	-0,26	0,73	110,6	Argel	
12 Éridan.....	4	3. 7	-29.25	-0,025	+0,66	0,73	25,9	Auwe	
γ Poissons.....	4	23.11	+ 2.41	-0,049	+0,02	0,73	88,4	Auwe	

	Gr.	Positions 1890,0.		Mouvement propre.				Autorité.
		R.	(Q).	R.	(Q).	Résult.	Direct.	
ons....	5.6	^h 1.36 ^m	+19.45	^s -0,021	-0,66	0,72	204,5	Auwers.
.....	8	5.38	+37.16	+0,042	-0,52	0,72	135,8	Argelander.
.....	7	13. 3	+ 5.49	+0,005	-0,72	0,72	173,6	Argelander.
.....	9	21.14	-20.18	-0,010	-0,71	0,72	191,2	Cincinnati.
.....	6	0.35	-24.24	+0,017	-0,32	0,71	116,6	Paris.
.....	8	5.14	- 3.12	+0,047	+0,12	0,71	80,3	Paris.
.....	7.8	12.44	+ 1.50	-0,002	-0,71	0,71	182,4	Astr. Journ. 200
.....	7.8	19.26	-28.13	+0,002	-0,71	0,71	177,7	Argelander.
ion...	6	9.55	+32.29	-0,043	-0,43	0,70	232,0	Auwers.
.....	7	21.13	-26.47	-0,046	-0,34	0,70	240,7	Argelander.
.....	7.8	4.44	+45.40	+0,038	-0,57	0,69	145,6	Paris.
.....	5	5.46	-20.53	+0,016	-0,65	0,69	160,5	Auwers.
.....	6	11.57	+43.43	-0,036	-0,57	0,69	214,2	Argelander.
ib....	8	3.47	+75.52	+0,098	-0,57	0,68	147,8	Argelander.
.....	9	6.53	+48.33	+0,059	-0,35	0,68	121,3	Argelander.
.....	3	16.42	-34. 6	-0,050	-0,27	0,68	246,5	Auwers.
.....	4	1.52	-52. 9	+0,067	+0,25	0,67	68,0	Stone.
.....	9.10	8.38	+42. 6	-0,028	-0,59	0,67	207,2	Argelander.
nb....	8	11.40	+48.17	-0,062	-0,25	0,67	247,7	Argelander.
.....	8	12. 7	- 2.29	-0,037	+0,38	0,67	304,7	A. N. 2299.
se1....	9	17.51	- 1.23	-0,009	+0,66	0,67	348,1	Glasgow.
ren...	7	20.52	+74.20	+0,102	+0,52	0,67	38,7	Argelander.
.....	8.9	0.19	-27.38	+0,049	0,00	0,66	90,0	Paris.
ey....	5.6	19.21	+24.43	-0,015	-0,63	0,66	197,6	Auwers.
1 ^a	6.7	1.39	+63.13	+0,088	-0,26	0,65	113,3	Argelander.
.....	8.9	0.39	+ 1.12	0,000	-0,64	0,64	180,0	Paris.
.....	7	1.16	+18. 6	+0,045	0,00	0,64	90,0	Paris.
seq...	7	11.33	+45.43	-0,061	+0,04	0,64	273,2	Argelander.
.....	8.9	13. 6	+10.12	-0,034	+0,40	0,64	308,7	Schjellerup.
.....	5.6	15.14	+ 2.12	+0,024	-0,53	0,64	145,9	Auwers.
pr....	8	19. 9	+49.38	-0,015	+0,62	0,64	346,5	Argelander.
.....	1.2	19.45	+ 8.35	+0,035	+0,38	0,64	53,8	Auwers.
ren...	9	21. 9	+73.16	-0,073	-0,56	0,64	209,7	Argelander.
nb....	6	6.27	+79.42	0,000	-0,63	0,63	180,0	Paris.
.....	1	7.38	+28.17	-0,048	-0,05	0,63	265,5	Auwers.
.....	5.6	13.23	+14.22	-0,018	-0,57	0,63	204,5	Auwers.
.....	9	1. 2	+60.57	+0,084	+0,09	0,62	82,2	Argelander.
.....	8	7.53	+21.10	+0,019	-0,56	0,62	154,3	Paris.
1 ^a	6.7	10.31	-11.37	+0,015	-0,58	0,62	158,9	Argelander.
ren...	6	19.29	+58.22	-0,062	-0,39	0,62	231,2	Argelander.
.....	8	20.39	+75.11	+0,101	+0,48	0,62	39,4	Argelander.
.....	9	23.38	+57.27	+0,049	+0,47	0,62	40,2	Argelander.
s.....	6.7	0.33	+20.40	-0,034	-0,37	0,61	232,3	Paris.

Noms.	Gr.	Positions 1890, 0.		Mouvement propre.				Ann.
		R. ^h m	(l).	R. ^h	(l).	Result.	Direct.	
2740 Lac.....	6	7.15	— 16.48	— 0,024	+ 0,56	0,61	335,9	Stone.
113 Weisse ₁	8	3. 9	+ 8.35	+ 0,030	— 0,40	0,60	131,7	Glasgo
81 Écrevisse....	6.7	9. 6	+ 15.26	— 0,038	+ 0,25	0,60	294,4	Auwer
22908 Lal.....	7	12. 7	+ 11.28	+ 0,010	— 0,58	0,60	165,5	Glasgo
25484 Lal.....	6.7	13.45	— 23.51	— 0,040	— 0,26	0,60	244,8	Argela
728 Weisse ₁	8	14.41	+ 10. 7	+ 0,004	— 0,60	0,60	174,3	Glasgo
ζ Hercule.....	3	16.37	+ 31.48	— 0,036	+ 0,41	0,61	312,3	Auwer
γ Dragon.....	4.5	18.23	— 72.42	+ 0,113	— 0,37	0,60	128,2	Auwer
43205 Lal.....	8	22. 3	+ 52.36	— 0,055	— 0,34	0,60	235,8	Argela
3436 Fedoren...	6.7	20.16	+ 66.30	+ 0,089	+ 0,27	0,60	63,3	Argela
2387 Lal.....	9	1.14	— 9.30	— 0,018	— 0,53	0,59	206,1	Paris.
4141 Lal.....	7	2.10	— 23.46	+ 0,044	— 0,16	0,59	105,7	Paris.
4855 Lal.....	8	2.32	— 30.21	— 0,029	— 0,45	0,59	220,2	Paris.
514 Weisse ₁	8.9	17.29	+ 6. 5	— 0,029	+ 0,40	0,59	312,3	Glasgo
38100 Lal.....	8	19.54	— 10.14	— 0,027	— 0,44	0,59	222,3	Schjel
39816 Lal.....	6.7	20.34	— 24.11	+ 0,032	+ 0,40	0,59	46,9	Argela
γ Vierge.....	3	12.36	— 0.51	— 0,039	+ 0,02	0,58	272,0	Auwer
26 Dragon.....	6	17.34	+ 61.58	+ 0,038	— 0,52	0,58	152,3	Argela
4371 Fedoren...	8	23. 1	+ 67.49	+ 0,100	+ 0,13	0,58	76,7	Argela
β Cassiopée.....	2	0. 3	+ 58.33	+ 0,067	— 0,20	0,57	110,7	Paris.
1964 Lal.....	9	1. 2	+ 22.23	+ 0,013	— 0,54	0,57	160,6	Paris.
146 Piazzi V ^b	6.7	5.32	+ 53.26	0,000	— 0,57	0,57	179,8	Argela
ρ ² Écrevisse.....	6	8.46	— 28.46	— 0,039	— 0,23	0,57	246,2	Auwer
15 Flèche.....	6	19.59	— 16.47	— 0,030	— 0,38	0,57	228,5	Auwer
40849 Lal.....	9	21. 0	+ 6.39	+ 0,003	— 0,57	0,57	175,0	Argela
23166 A. O.....	7	23.54	— 20.38	+ 0,040	— 0,30	0,57	169,4	Cincir
3227 Br.....	7.8	2. 6	+ 67.10	+ 0,080	— 0,30	0,56	122,6	Auwer
6429 Lal.....	8.9	3.23	— 20.11	+ 0,037	+ 0,23	0,56	65,7	Cincir
14146 Lal.....	9	7.11	— 12.52	— 0,037	+ 0,12	0,56	282,3	Paris.
216 Weisse ₁	8.9	13.15	— 4.42	— 0,035	+ 0,21	0,56	292,0	Astr.J
39 Serpent.....	7	15.48	— 13.33	— 0,012	— 0,53	0,56	198,8	Auwer
42883 Lal.....	7	21.54	+ 29.18	— 0,029	— 0,41	0,56	222,9	Argela
ι Poissons.....	4	23.34	— 5. 2	+ 0,023	— 0,44	0,56	141,5	Auwer
10 Taureau.....	4.5	3.31	+ 0. 4	— 0,016	— 0,50	0,55	205,6	Auwer
π ¹ Orion.....	3	4.44	+ 6.46	+ 0,037	— 0,01	0,55	91,0	Paris.
2106 Lac.....	5.6	5.53	— 63. 7	+ 0,021	— 0,53	0,55	14,8	Stone
18067 Lal.....	7.8	9. 3	— 14.42	— 0,035	— 0,20	0,55	249,0	Argel
37120 Lal.....	7	19.29	— 32.57	— 0,039	+ 0,23	0,55	295,0	Argel
8262 Lac.....	7	19.48	— 24.12	— 0,007	— 0,56	0,55	193,8	A. N.
38139 Lal.....	9	19.55	— 12.33	— 0,024	— 0,42	0,55	219,8	Schje
6108 Lal.....	8	3.13	+ 27. 9	+ 0,041	0,00	0,54	90,0	Paris
ε ⁶ Éridan.....	4.5	3.42	— 3.34	— 0,013	— 0,53	0,54	198,8	Auwer
9986 Lal.....	6.7	5.14	— 18.15	+ 0,038	— 0,05	0,54	95,3	Paris

	Gr.	Positions 1890,0.		Mouvement propre.				Autorité.
		R. ^h ^m	(Q).	R. ^s	(Q).	Résult.	Direct.	
ab.....	8	5.30	+51.22	-0,057	+0,09	0,54	279,1	Argelander.
on.....	5	16. 9	- 8. 4	+0,011	-0,51	0,54	161,6	Auwers.
.....	7	17.25	+67.24	-0,093	0,00	0,54	270,0	Argelander.
.....	7.8	18.43	+10.38	+0,012	-0,51	0,54	160,6	Glasgow.
.....	4	21.10	+37.35	+0,015	+0,51	0,54	19,4	Paris.
.....	8	23. 8	- 9.31	+0,037	-0,03	0,54	92,9	Argelander.
.....	7.8	3.36	+42.16	+0,040	-0,30	0,53	124,3	Paris.
.....	7	7. 4	+21.27	-0,010	-0,51	0,53	185,3	Paris.
.....	8.9	12. 0	- 0.54	-0,035	0,00	0,53	270,0	Schjellerup.
e ₁	8.9	15.17	+ 1.49	-0,026	-0,36	0,53	227,3	Astr. Journ. 200.
.....	8	1.22	- 0.42	+0,020	-0,42	0,52	143,6	Paris.
.....	8	1.24	+21.10	+0,035	-0,18	0,52	110,2	Paris.
u.....	5.6	5. 1	+18.30	+0,038	+0,02	0,52	87,8	Auwers.
.....	6	6.49	-28.23	+0,029	-0,35	0,52	131,9	Paris.
.....	7	11. 8	+20.43	-0,030	-0,30	0,52	234,5	Rümker.
.....	2.3	11.43	+15.11	-0,036	-0,10	0,52	258,9	Auwers.
.....	6	12.41	+10.10	+0,018	-0,44	0,52	148,5	Auwers.
.....	6	13.42	+ 6.54	-0,032	-0,20	0,52	247,4	A. N. 786.
.....	7	16.24	+18.39	-0,024	+0,39	0,52	318,2	Argelander.
se ₁	8	20.59	+ 2.34	-0,023	-0,39	0,52	221,9	Astr. Journ. 200.
.....	5	22.44	+11.37	+0,013	-0,48	0,52	158,4	Auwers.
.....	8	23.13	+ 4.48	+0,034	-0,11	0,52	102,2	Astr. Journ. 200.
.....	7	2.12	+ 1.13	+0,023	+0,37	0,51	43,8	Argelander.
se.....	3.4	8.52	+48.28	-0,044	-0,25	0,51	240,4	Auwers.
rse....	4	8.53	+42.14	-0,040	-0,26	0,51	239,4	Auwers.
.....	2.3	10.14	+20.24	-0,037	0,00	0,51	270,0	Argelander.
.....	4	10.54	-17.43	-0,034	+0,16	0,51	288,4	Auwers.
.....	8	13.16	+43.42	-0,047	-0,03	0,51	266,2	Argelander.
.....	6	14.18	+ 1.45	+0,010	-0,49	0,51	163,0	Astr. Journ. 200.
.....	5.6	22.46	+ 9.15	+0,034	+0,05	0,51	84,4	Auwers.
.....	7.8	1.34	+27.33	+0,036	+0,15	0,50	72,7	Paris.
.....	7	3.35	- 2.41	+0,029	-0,26	0,50	121,2	Paris.
mb....	7	7.38	+80.33	-0,209	0,00	0,50	270,0	Paris.
.....	6	11.55	- 9.49	+0,003	-0,50	0,50	174,3	Auwers.
.....	3	12.50	+ 4. 0	-0,034	-0,05	0,50	264,3	Auwers.
.....	8	4.42	+18.32	+0,018	-0,41	0,49	147,6	Paris.
.....	7	12.41	-11.13	-0,033	0,00	0,49	270,0	Schjellerup.
ure....	4.5	13. 4	+18. 7	-0,033	+0,15	0,49	287,7	Auwers.
.....	5	13.39	-32.29	-0,037	-0,15	0,49	252,3	Auwers.
.....	5	13.42	+18. 0	-0,035	+0,04	0,49	274,7	Auwers.
ust...	3	15.45	-63. 5	-0,027	-0,43	0,49	202,7	Stone.

OBSERVATIONS DES COMÈTES BARNARD (31 mars 1889),
BROOKS (6 juillet 1889), SWIFT (17 novembre 1889), BORRELLY (12 décembre 1889)
ET DES PLANÈTES (144), (176), (207).

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE NICE (équatorial de Gautier, de 0^m,38 d'ouverture);

PAR M. CHARLOIS.

Dates.	T m. de Nice.	$\Delta R.$	$\Delta \varphi.$	N. dec.	Rapp.	log f. p.	φ app.	log
--------	---------------	-------------	-------------------	---------	-------	-----------	----------------	-----

•◀ Barnard.

1889.	h	m	s	m	s	h	m	s	h	m	s	h	m	s	h	m	s
Déc. 13.	7.30.	1		+1.32,61		+ 0.36,7	5	23.57.58,19	1,085	106.46.38,6	0,8						

•◀ Brooks.

Nov. 13.	10.59.32	-2.41,79	+ 4. 1,7	4	23.46.30,70	1,456	90.57.33,4	0,7
22.	9.18.58	+0.27,37	+ 2.18,3	5	23.52.56,21	1,239	89.39.15,1	0,7
Déc. 12.	9.15.57	+3.31,53	- 1.29,9	5	0.13.49,03	1,418	86.20.11,6	0,7
18.	8.51.46	-3. 6,86	+ 1.26,9	5	0.21.27,30	1,397	85.16. 9,2	0,7

•◀ Swift.

Déc. 13.	6.46. 8	-0. 8,71	- 7.13,5	8	23.50.17,89	2,719	70.38. 9,1	0,5
21.	7.52.35	-1.45,32	+ 6.21,6	5	0.16.11,34	1,287	68.25.25,9	0,5
22.	8.31. 5	+2.22,13	- 4.32,3	5	0.19.36,10	1,420	68. 9. 5,4	0,5

•◀ Borrelly.

Déc. 13.	9.54.54	-0.31,26	-10. 4,6	3	18. 8. 3,70	1,621	42.11.55,5	0,8
14.	9.26. 7	+0.15,70	- 5.50,8	6	18. 9.17,09	1,664	43.11.29,2	0,8
16.	8.49.13	+2.14,94	- 3. 4,4	7	18.11.41,30	1,697	45.13.50,9	0,8
18.	7.37.21	+0. 8,26	+ 3.39,5	6	18.14. 0,86	1,746	47.17.58,1	0,7
22.	7.50.53	-1.24,37	+ 2.28,9	5	18.18.34,95	1,698	51.45.18,8	0,8

(144).

Déc. 20.	8.57.49	-1.30,46	+ 5.44,1	2	4.46. 1,73	1,334	67.12.39,6	0,5
21.	9.31. 5	-2.25,69	+ 4.57,9	5	4.45. 6,51	1,158	67.11.53,4	0,5
23.	9.48. 5	-1.23,00	- 3.25,7	5	4.43.22,48	2,959	67.10.24,0	0,5

mes. T. m. de Nice. $\Delta R.$ $\Delta P.$ N. de c. Rapp. log. f. p. $P_{app.}$ log f. p. *

(176).

mes.	h	m	s	m	s		h	m	s					
14.	10.48.48	—2.30,60	—4.55,8	5	5.35.2,88	$\bar{1},123n$	96.46.10,0	0,834	n	16				
17.	10.0.42	+1.32,58	+7.36,8	5	5.32.37,59	$\bar{1},284n$	96.54.51,8	0,833	n	17				
21.	10.16.49	+0.40,62	—3.13,4	3	5.29.23,54	$\bar{1},116n$	97.2.44,1	0,836	n	18				

(267).

16.	12.9.32	+1.0,25	—2.58,2	6	6.24.39,13	$\bar{2},824n$	63.53.16,9	0,434	n	19				
17.	11.1.1	—1.41,38	+6.48,6	6	6.23.43,76	$\bar{1},290n$	63.51.4,5	0,467	n	20				
18.	11.44.43	—2.42,06	+4.28,1	5	6.22.43,10	$\bar{2},991n$	63.48.44,0	0,438	n	20				

Positions des étoiles de comparaison.

Gr.	R moy. 1889,0.	Réd. au j.	P moy. 1889,0.	Réd. au j.	Autorités.
	h m s	s	h m s	s	
9.5	23.56.23,59	+1,99	106.46.9,2	—7,3	Arg. OE. 23194.
9	23.49.10,23	+2,26	90.53.46,6	—14,9	Lamont, 19344 (1).
10	23.52.26,65	+2,19	89.37.11,5	—14,7	Lamont, 19357 (2).
7.8	0.10.15,40	+2,10	86.21.56,0	—14,5	Cat. Paris 204.
8.8	0.24.32,04	+2,12	85.14.56,6	—14,3	Schjellerup 163.
9	23.50.24,62	+1,98	70.45.42,5	—19,9	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₂ 1016 + Weiss ₂ 1017).
9.5	0.17.54,56	+2,10	68.19.24,3	—20,0	Cat. Paris 398.
7.5	0.17.11,89	+2,08	68.13.57,7	—20,0	Cat. Paris 380.
8	18.8.35,98	—1,02	42.22.4,8	—4,7	Argelander 17976.
8.2	18.9.2,35	—0,96	43.17.24,3	—4,3	$\frac{1}{2}$ (Arg. 17985 + Arg. 17986).
9.3	18.9.27,19	—0,83	45.16.59,0	—3,7	B. B., t. VI + 44° 2850.
8.2	18.13.53,30	—0,70	47.14.22,1	—3,5	Lalande 33809.
7.5	18.19.59,76	—0,44	51.42.52,7	—2,8	Lalande 34064.
9	4.47.28,51	+3,68	67.7.1,0	—5,5	Cat. Paris 5589.
9	»	+3,69	»	—5,5	Id.
8.8	4.44.41,79	+3,69	67.13.55,5	—5,8	Weisse ₂ 957 H., IV.
7	5.37.30,35	+3,13	96.51.7,0	—1,2	$\frac{1}{2}$ (Cat. Paris 6651 + Schj. 1897).
9.5	5.31.1,85	+3,16	96.47.15,9	—0,9	Schjellerup 1849.
7	5.28.39,73	+3,19	97.5.57,8	—0,3	Cat. Paris 6446.
9.4	6.23.35,11	+3,77	63.56.11,8	+3,3	B. B., t. VI + 26° 1250 (3).
8.5	6.25.21,35	+3,79	63.44.12,5	+3,4	$\frac{1}{2}$ (Weisse ₂ 668 + Weiss ₂ 669).
8.5	»	+3,81	»	+3,4	Id.

Remarque. — Le 13 et le 14 décembre, la comète Borrelly est voisine de l'horizon; l'observation en est difficile.

(1) Cette étoile a reçu une correction en D. P. de $-1'$.

(2) Rapportée avec l'équatorial à $\frac{1}{2}$ (Lam, 9375 + Rumker 11858).

(3) Rapportée avec l'équatorial à $\frac{1}{2}$ (B. B., t. VI + 26° 1255 et W., 668-69).

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

SEELIGER (H.). — FORTGESETZTE UNTERSUCHUNGEN UEBER DAS MEHRFACHE STERNSYSTEM ζ CANCRI (*Mémoires de l'Académie de Munich*). Munich, 1888, in-4°, 88 pages, avec une planche.

SCHORR (R.). — UNTERSUCHUNGEN UEBER DIE BEWEGUNGSVERHÄLTNISSE IN DEM DREIFACHEN STERNSYSTEME ξ SCORPII (*Thèse de doctorat*). Munich, 1889, in-4°, 63 pages.

C'est en 1881 que M. Seeliger a publié ses premières recherches sur les mouvements des composantes de l'étoile triple ζ Écrevisse (*Mémoires de l'Académie de Vienne*, t. XLIV). Ces recherches sont fondées sur les mesures micrométriques de W. et O. Struve, Jacob, Dawes, Dembowski, Dunér, etc. (exécutées de 1822 à 1880), qui donnent les angles de position et les distances de l'étoile B par rapport à A, et de C par rapport au centre optique du couple A, B.

On sait que les trois composantes du système, déjà signalé par W. Herschel en 1781, sont de grandeur à peu près égale (5,0; 5,7; 5,5). Le temps de révolution du couple A, B (distance, environ 1") est de soixante ans; mais l'angle de position de l'étoile C, rapportée au centre de A, B, dont elle est éloignée de 5",5, n'a varié, dans le cours d'un siècle, que d'environ 55°. Le mouvement relatif des étoiles A, B est parfaitement représenté par une orbite elliptique, et les perturbations dues à la présence de l'étoile C ne changent rien à ce résultat, même en lui attribuant une masse relativement considérable (M. Seeliger prend

$\frac{C}{A+B} = 2,37$). Ni la masse de C, ni l'inclinaison de son orbite, n'influent d'une manière sensible sur le résultat du calcul. Cela s'explique, si l'on réfléchit que, dans les termes de la forme $A \cos(int - i'n't + c)$, le moyen mouvement n' de C est dix fois plus petit que n , de sorte que les perturbations de l'angle de position se confondent avec les termes du développement qui caractérise le mouvement elliptique du couple A, B.

Quant au mouvement orbital de l'étoile C, les premières recherches de M. Seeliger n'ont fait que confirmer la conclusion à laquelle était arrivé M. O. Struve, à savoir que les anomalies de ce mouvement s'expliquent en admettant que C décrit en dix-huit ans une orbite de 0",2 de rayon autour d'un compagnon invisible, qui lui-même décrit une orbite circulaire autour du centre de A, B. Cette hypothèse permet de représenter les distances observées aussi bien que les angles de position. Que

les anomalies ne soient pas dues à l'action des corps A, B, c'est ce que M. Seeliger démontre à l'aide d'un théorème général dont il sera question plus loin.

En 1886, M. Harzer a étudié le même problème, en se plaçant à un point de vue différent (*Bull.*, III, p. 615, et IV, p. 81). C'est peut-être ce qui a engagé M. Seeliger à reprendre ses calculs et à publier le nouveau travail que nous avons sous les yeux. Il a recommencé, par un nouveau procédé, le calcul complet des perturbations dues à l'étoile C (en supposant toujours que son mouvement a lieu dans le plan de projection). Les nouveaux éléments osculateurs du couple A, B représentent d'une manière très satisfaisante les observations, y compris celle de Herschel (1781).

Pour déterminer ensuite le mouvement de C, M. Seeliger, se fondant sur les résultats d'un calcul provisoire, admet que cette étoile décrit, avec un compagnon obscur, une orbite elliptique autour de leur centre de gravité commun S_2 et qu'elle a déjà accompli, depuis 1826, trois révolutions complètes; il obtient ainsi les éléments du couple hypothétique, le mouvement du centre S_2 autour de $\frac{A+B}{2}$ étant représenté avec une approximation suffisante, pour l'intervalle considéré, par les formules

$$\begin{aligned}\rho_0 &= 5'',439, \\ p_0 &= 145^\circ,42 - 0^\circ,513(t - 1850,2).\end{aligned}$$

Il faudra sans doute attendre longtemps avant que l'orbite véritable du centre S_2 , dont nous ne connaissons encore qu'un tronçon, puisse être complètement déterminée. Le système ternaire, ou quaternaire, de ζ Écrevisse n'en est pas moins déjà l'un des objets les plus intéressants que l'astronomie stellaire offre aux méditations des géomètres.

Un moyen de vérification assez simple s'obtient comme il suit. En prenant pour plan des xy le plan de projection (perpendiculaire au rayon visuel) et pour origine l'étoile A, on peut d'abord développer les équations différentielles du mouvement de B, troublé par le corps C, dont la masse est désignée par m_3 et dont la distance pourra être considérée comme très grande par rapport à AB. Comme il est permis, dans le cas actuel, de faire abstraction de l'inclinaison de l'orbite de C, le principe des aires fournit ici la relation suivante

$$\frac{d}{dt}\left(\rho^2 \frac{dp}{dt}\right) = \frac{3}{2} k^2 m_3 \frac{\rho^2}{\rho_1^3} \sin 2(p_1 - p),$$

où ρ, p sont la distance et l'angle de position du couple A, B, et ρ_1, p_1 les mêmes quantités pour S_2 rapporté au centre de A, B. Le second

membre est très petit, d'où il suit que la vitesse aréolaire $\rho^2 \frac{dp}{dt}$ doit être constante dans les limites des erreurs d'observation. C'est en effet ce que M. Seeliger avait constaté dans son premier Mémoire, où il trouvait pour cette vitesse la valeur moyenne $-4,235$, avec des écarts pouvant atteindre plusieurs unités de la première décimale. L'intégrale du second membre étant mise sous la forme $-f \frac{m_3}{m_1 + m_2}$, on trouve, par des quadratures mécaniques, des valeurs de f comprises entre 0 et 0,08, et, celle du facteur qui dépend des masses ne pouvant dépasser quelques unités, on voit que l'intégrale du second membre est bien de l'ordre des écarts dus aux erreurs d'observation, de sorte que le principe des aires est vérifié.

Pour démontrer que les anomalies du mouvement de C ne sont pas dues aux attractions des deux masses A, B, M. Seeliger a recours au théorème suivant. S'il n'y a que trois corps en présence, la variation de la vitesse aréolaire de C doit changer de signe, selon qu'on rapporte C à A, ou C à B; cette vitesse sera croissante dans le mouvement relatif autour de A, décroissante autour de B, ou *vice versa*, tant que les trois corps ne se trouvent jamais sur une même droite. Or la discussion des observations montre que cette condition n'est pas remplie. Il faut donc admettre l'intervention d'un quatrième corps D.

En appliquant des considérations analogues à un système de quatre corps, composé de deux couples A, B et C, D, dont les centres de gravité respectifs sont S_1 et S_2 , M. Seeliger montre que le mouvement relatif des deux centres de gravité, aussi bien que le mouvement de C autour de S_2 , doit vérifier le principe de la conservation des aires dans les limites des erreurs d'observation. Or, d'après ce qui précède, le système ζ Écrevisse paraît, en effet, satisfaire à cette condition. L'existence du compagnon obscur D est dès lors très probable. Sa distance de C ne peut dépasser quelques dixièmes de seconde. C'est sans doute l'une des raisons pour lesquelles il n'a pas encore été aperçu.

Le calcul des perturbations que la présence de C cause dans le mouvement elliptique du couple A, B montre que δp peut atteindre $29''$; mais nous avons déjà dit que ces perturbations n'étaient pas de nature à changer beaucoup la forme de l'orbite, et que les éléments osculateurs représentaient les mesures d'une manière satisfaisante.

Ces mesures, auxquelles sont venues s'ajouter celles que M. Schiaparelli a publiées en 1888 et quelques autres, dues à Engelmann, Seabroke, etc. (1), ont été discutées avec soin, en vue d'éliminer l'influence

(1) Une autre série de mesures, dues à MM. O. Struve et H. Struve, qui s'étend

des erreurs personnelles, qui jouent un rôle si fâcheux dans les observations d'étoiles doubles. C'est ainsi que les premières observations de W. Struve (1826) doivent être corrigées de $8''$ en p . Au contraire, l'observation de W. Herschel, qui remonte à 1781, s'accorde avec les calculs de M. Seeliger à $2''$ près. Nous parlons ici des mesures relatives au couple A, B.

La discussion des observations de l'étoile C et la formation des lieux normaux n'étaient pas un problème moins délicat. L'influence des erreurs personnelles s'y fait sentir d'une manière peut-être encore plus gênante. Les calculs sont analogues à ceux qu'exige la détermination des mouvements propres variables, dont Sirius et Procyon ont offert les premiers exemples. M. Seeliger obtient les éléments elliptiques du mouvement de C autour du centre de gravité S_2 en partant de formules assez semblables à celles de Kowalski pour le calcul des orbites d'étoiles doubles. Le mouvement de S_2 est suffisamment représenté par une formule d'interpolation. En somme, il est permis de dire que la théorie de M. Seeliger explique d'une manière très satisfaisante les mouvements si compliqués du système ternaire de ζ du Cancer. La planche qui accompagne son Mémoire donne une idée des épicycles qui représentent la trajectoire de l'étoile C.

On connaît déjà un autre système où paraissent s'accomplir des mouvements analogues : c'est l'étoile triple ξ du Scorpion (Σ 1998), signalée par W. Herschel en 1782, et observée assez fréquemment depuis 1825. Un jeune astronome, M. Richard Schorr, en a fait le sujet d'une thèse de doctorat, soutenue en 1889 devant la Faculté de Philosophie de l'Université de Munich.

Les étoiles A, B, C ont la grandeur suivante : 4,9; 5,2; 7,2. Dans le couple A, B, la distance varie de $0'',4$ à $1'',4$; l'étoile C en est éloignée d'environ $7''$. Elle n'a encore parcouru, en soixante ans, qu'un arc de $12''$ par rapport au centre de A, B; le couple, au contraire, a décrit dans le même temps un arc de $200''$. M. Schorr en a calculé les éléments elliptiques par la méthode de M. Seeliger. Le temps de révolution paraît être d'environ 100 ans.

Les mesures assez nombreuses qu'on possède du couple A, B, et que M. Schorr a soigneusement discutées, sont très bien représentées par l'orbite elliptique, ce qui prouve que l'étoile C n'a exercé, pendant l'intervalle considéré, qu'une influence négligeable. C'est ce que confirme l'application du principe des aires, à l'aide de formules analogues à celles de M. Seeliger, les perturbations de la vitesse aréolaire de A, B étant

de 1881 à 1888, a été communiquée à M. Seeliger trop tard pour être utilisée avec les autres; on a dû se borner à la comparer aux éphémérides.

effectivement très petites. Il est à remarquer que, dans ce système, le mouvement de l'étoile C est rétrograde, c'est-à-dire de sens contraire à celui de A, B, ce qui indiquerait une assez forte inclinaison de l'orbite de C; la distance véritable de C pourrait donc être beaucoup plus grande que sa distance apparente. Le mouvement de C autour du centre de gravité de A, B est suffisamment bien représenté par une formule d'interpolation qui vérifie la loi des aires.

Il existe un troisième système qui offre une certaine analogie avec les précédents : c'est l'étoile triple 12 du Lynx. Les composantes A, B sont de 6^e grandeur, écartées d'un peu plus de 1"; C est de 7^e ou 8^e grandeur, éloignée de 8". Mais les mouvements constatés sont ici trop lents pour se prêter à une discussion du même genre.

R. R.

VIERTELJAHRSSCHRIFT DER ASTRONOMISCHEN GESELLSCHAFT. 24^e année, fascicule III. Leipzig, 1889.

On y trouve d'abord une série de comptes rendus de publications récentes.

M. Seeliger a consacré une analyse étendue au tome I du *Traité de Mécanique céleste* de M. Tisserand, dont il loue, avec autant de chaleur que de compétence, les rares et sérieuses qualités : la richesse du fond d'une part, et de l'autre l'ampleur, l'élégance et la clarté de l'exposition. « Nul doute, dit M. Seeliger, qu'avant peu cet Ouvrage ne se rencontre, à titre de guide indispensable, sur la table de travail de tout astronome. — C'est avec impatience que nous attendons l'apparition des Volumes suivants. »

M. Richarz donne un court résumé du second Mémoire de M. Wilsing sur la détermination de la densité moyenne du globe (voir *Bull.*, V, p. 107). En reprenant ses expériences avec un appareil légèrement modifié, M. Wilsing a trouvé, en moyenne,

$$\Delta = 5,577 \pm 0,013.$$

La première série lui avait donné

$$\Delta = 5,594 \pm 0,032.$$

Il adopte, en définitive,

$$\Delta = 5,579 \pm 0,012.$$

M. Valentiner rend compte des deux Volumes récemment publiés par M. Pogson, qui renferment les observations méridiennes faites à Madras

de 1862 à 1867 (*Results of Observations...*). On sait que l'observatoire de Madras date de 1792; les premières observations méridiennes y ont été faites en 1793, avec des instruments portatifs. Le cercle actuel a été fourni par Troughton et Simms, en 1858; il a un objectif de $5\frac{1}{2}$ pouces; il n'a été utilisé qu'à partir de 1862. Les observations ont été effectuées par trois assistants indigènes, dont les capacités et le zèle laissaient à désirer, comme l'a trop montré la tardive réduction des passages observés. M. Valentiner a entrepris la comparaison des observations de Madras avec les positions du Catalogue de Cordoba pour 449 étoiles; il en résulte que les déclinaisons (australes) de Madras sont en général trop fortes de $2''$, ce qui doit tenir à une erreur de la latitude adoptée.

M. Schœnfeld a consacré quelques pages à la statistique des observations d'étoiles variables, publiée par M. Pickering sous ce titre : *Index to observations of variable stars*, dans les *Annales* de Harvard College. Un Mémoire de M. R. Bryant sur l'orbite de la planète Sapho (80) est soumis par M. O. Knopf à une critique détaillée, à laquelle l'auteur a essayé de répondre (voir *Bull.*, VI, p. 511). Mentionnons encore deux Notices sur l'*Annuaire géographique* de Behm, et sur les *Publications* de la Société astronomique du Pacifique (1889).

La seconde partie (*Mittheilungen*) renferme un Rapport de M. Kapteyn sur les travaux effectués en vue d'une revision du ciel austral (datée du mois de mai 1889). M. Kapteyn y fait connaître l'état d'avancement du travail de mesure et de réduction, entrepris par lui sur les clichés fournis par M. Gill. Il avait déjà exposé sa méthode dans le *Bulletin du Comité international* (fascicule II). Ce travail est d'ailleurs loin d'être terminé.

Le fascicule se termine par des Éphémérides d'étoiles variables pour 1890, construites par M. Schœnfeld d'après le plan depuis longtemps adopté.

R.

BALL (L. DE). — NOUVEAUX ÉLÉMENTS DE L'ORBITE DE LA PLANÈTE (181) EUCCHARIS. Bruxelles, 1888. In-4°, 29 pages.

Nous avons déjà annoncé un premier Mémoire de M. L. de Ball sur la planète Eucharis (*Bull.*, IV, p. 241). Depuis cette époque, M. de Ball étant entré en possession de nouvelles observations de la planète et des étoiles de comparaison, a jugé utile de reprendre la détermination de l'orbite, en ajoutant cette fois aux perturbations causées par Jupiter et Saturne celles qui proviennent de l'action de Mars, et dont il avait d'abord fait abstraction. Il a pu ainsi donner à ses calculs une base beaucoup plus solide, et déterminer des éléments osculateurs plus exacts.

COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, t. CIX, n° 13-27, et t. CX, n° 1-8.

André. — Étude expérimentale des passages et occultations des satellites de Jupiter.

Cette étude, faite avec un appareil plus perfectionné que celui dont il a déjà été question ici (*Bulletin*, V, p. 400, et VI, p. 30), a conduit aux résultats suivants, obtenus avec une lunette de Biette de 0^m,12 d'ouverture :

« 1° Avec l'objectif laissé entier, le ligament lumineux commence à apparaître lorsque le satellite est à deux minutes et demie environ du contact réel (contact externe d'entrée); il augmente graduellement d'intensité et de grandeur à mesure que les deux astres se rapprochent, si bien qu'au moment du contact géométrique ceux-ci paraissent réunis par un véritable pont lumineux, symétrique par rapport à la ligne des centres, et dont la largeur est d'environ le tiers du diamètre du satellite.

» 2° Les dimensions de ce ligament augmentent quand on diminue l'ouverture de l'objectif; ainsi, lorsqu'elle est réduite à moitié, la largeur du ligament est d'environ les deux tiers du diamètre du satellite.

» 3° Le moment où un observateur note le contact externe apparent des deux astres précède toujours à l'entrée, suit toujours à la sortie le moment du contact réel; avec l'objectif entier, cet intervalle est en moyenne, pour moi, de une minute à l'entrée et de quarante secondes à la sortie.

» 4° En recouvrant l'objectif d'un écran convenable, soit en treillis, soit en réseaux, on diminue beaucoup l'intensité apparente du ligament, et l'on réduit à quelques secondes l'erreur d'observation.

» 5° Le moment du contact géométrique est caractérisé par des apparences optiques assez bien définies pour qu'elles puissent servir de base à un bon procédé d'observation directe du phénomène. »

Renou (E.). — Sur le degré de précision des thermomètres.

Renou (E.). — Variation de la température moyenne de l'air à Paris.

Angot (Alfred). — Sur les observations de température au sommet de la tour Eiffel.

Janssen (J.). — Note sur l'éclipse du 22 décembre 1889.

Préparatifs faits par l'Observatoire de Meudon, qui a prêté des instruments et donné des instructions à M. de la Baume Pluvinel, pour observer cette éclipse.

Bassot. — Détermination de la différence de longitude entre Paris et Leyde, opération internationale exécutée par MM. H.-G. Van de Sande Bakhuyzen et Bassot.

Le résultat définitif est $8^{\text{m}}35^{\text{s}},213 \pm 0^{\text{s}},011$. En prenant comme intermédiaire l'observatoire de Bonn, dont la longitude avait été déterminée antérieurement relativement à Paris et à Leyde, on trouve $8^{\text{m}}35^{\text{s}},225$: le triangle Paris-Leyde-Bonn se forme donc à $0^{\text{s}},012$ près.

Prix d'Astronomie.

Dans la séance publique du 30 décembre 1889, l'Académie des Sciences a décerné ainsi ses trois prix d'Astronomie annoncés pour 1889 :

Prix Lalande à M. Gonnessiat.

Prix Valz à M. Charlois.

Prix Janssen à M. Norman Lockyer.

Moureaux (Th.). — Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1^{er} janvier 1890 (à l'observatoire du parc Saint-Maur et à celui de Perpignan).

	Val abs. au 1 ^{er} janv. 1890		Var. sécul. en 1889.	
	Saint-Maur.	Perpignan.	Saint-Maur.	Perpignan.
Déclinaison	15.41,4	14.29,0	-6,0	-5,1
Inclinaison	65.12,2	60.18,5	-1,5	-0,7
Composante horizontale ..	0,19524	0,22205	+0,00016	+0,00012
Composante verticale	0,42261	0,38913	-0,00014	+0,00002
Force totale	0,46553	0,44829	-0,00006	+0,00008

Leveau (Gustave). — Éphéméride pour la recherche de la comète périodique de d'Arrest à son retour de 1890.

A cause de son extrême faiblesse, cette comète ne fut pas retrouvée en 1883; mais l'éclat calculé $\frac{1}{p^2 \Delta^2}$ montre qu'en 1890 on pourra la revoir et la suivre pendant assez longtemps.

Wolf (Rud.). — Sur la statistique solaire de l'année 1889.

Le parallélisme du nombre de taches et de la variation magnétique

se maintient; on a dû passer par un minimum du nombre de taches vers la fin de 1889; toutefois, il n'est pas encore possible de l'affirmer positivement.

Hamy (M.). — Sur la théorie de la figure des planètes.

Indication sur un Mémoire qui doit paraître dans le *Journal de Mathématiques pures et appliquées*.

Zenger (Ch.-V.). — Les orages magnétiques et les aurores boréales des années 1842 à 1857.

Il y a coïncidence entre les époques d'orages magnétiques, d'aurores boréales, de passages d'essaims périodiques d'étoiles filantes et les jours de la période solaire de 12,6.

« La coïncidence presque rigoureuse des dates conduit à cette conclusion, que les phénomènes électriques produits par l'induction solaire et par la décharge électrique directe entre les essaims d'étoiles filantes et les couches supérieures de l'atmosphère terrestre sont les causes cosmiques qui produisent simultanément les orages magnétiques et les aurores boréales, parfois sur les deux hémisphères à la fois. »

Tisserand (F.). — Sur les noyaux de la grande comète II de 1882.

Voir *Bulletin*, VII, p. 54.

Tacchini. — Observations solaires du second semestre de 1889.

Le minimum des taches a eu lieu vers la fin de 1889 et la période d calme se continuait encore en janvier 1890.

Savélieff (R.). — Résultats des observations actinométriques faites à Kiev en 1888-1889.

Ces observations, faites à l'aide d'un actinomètre de M. Crova, conduisent, pour le climat continental de Kiev, aux résultats déjà obtenus pour le climat maritime de Montpellier et que M. Crova a fait connaître en 1882 (*Annales de Chimie et de Physique*, 6^e série, t. XIV, août 1882).

Tillo (Alexis de). — Carte hypsométrique de la Russie d'Europe.

Cette Carte, à l'échelle de $\frac{1}{2520000}$ représente les résultats des travaux

hypsométriques poursuivis par l'auteur depuis quinze ans; on a utilisé toutes les altitudes connues de la Russie d'Europe : elles sont relatives à 51385 points.

Hamy (M.). — Procédé physique pour la mesure de l'inclinaison du fil de déclinaison des cercles méridiens. Cette Note, plus développée, a déjà paru dans le *Bulletin* (p. 5 de ce Vol.).

Mouches. — Observations des petites planètes, faites au grand instrument méridien et au cercle méridien du Jardin de l'observatoire de Paris, pendant les trois premiers trimestres de l'année 1889.

Ces observations ont été faites par MM. Barré, Boquet, Callandreau, Hamy et Renan.

Tisserand (F.). — Sur les mouvements des planètes, en supposant l'attraction représentée par l'une des lois électrodynamiques de Gauss ou de Weber.

En 1872, M. Tisserand a montré qu'en donnant à la constante k (qui représente une vitesse) une valeur égale à la vitesse de la lumière, la substitution de la loi de Weber à celle de Newton ne produit dans les éléments elliptiques des planètes que des inégalités périodiques insensibles; toutefois la longitude du périhélie contient un terme séculaire qui pour Mercure et Vénus monterait respectivement à $14'',4$ et $3'',0$ par siècle. L'auteur montre aujourd'hui que, dans les mêmes conditions, la loi de Gauss donnerait pour Mercure $28'',2$, à peu près le double de ce que donne la loi de Weber. La loi de Gauss expliquerait donc, sans d'ailleurs troubler l'accord réalisé par la loi de Newton, les trois quarts de l'accélération anormale de $38''$ du périhélie de Mercure, à laquelle ont été conduits successivement Le Verrier, puis M. Newcomb, par la discussion des observations de cette planète. « Je me borne, ajoute M. Tisserand, à signaler cette coïncidence, sans prétendre en rien que la loi de Gauss soit la véritable. » M. Lucien Poincaré rappelle à ce sujet (*Revue générale des Sciences*, 1890, p. 127) que la loi de Gauss conduit en Électricité à des résultats inadmissibles.

Thoulet (J.). — De quelques objections à la théorie de la circulation verticale profonde dans l'océan.

La Baume Plucinel (A. de). — Note sommaire sur l'observation de l'éclipse totale de Soleil du 22 décembre 1889.

Le lieu choisi pour cette observation est l'île Royale, une des îles du Salut, à 50^{km} au nord de Cayenne. Le ciel, peu favorable, se découvrit vers le milieu de l'éclipse et la totalité put être observée en entier, mais à travers un léger cirrus. « La couronne, dit l'auteur, a présenté le même aspect général que lors de l'éclipse du 1^{er} janvier 1889. Il semble donc que, dans l'espace d'une année, la structure de la couronne ne s'est pas sensiblement modifiée.

» La couronne était peu étendue et peu lumineuse : elle débordait du disque de la Lune, de 18' environ suivant l'équateur solaire, et de 6' seulement aux pôles. Le peu d'étendue de la couronne en 1889 et sa ressemblance avec les couronnes de 1867 et de 1878 viennent confirmer l'hypothèse d'une relation intime entre l'intensité des phénomènes extra-solaires et la fréquence des taches du Soleil.

» L'aspect des aigrettes lumineuses qui constituent la couronne, et notamment la forme curviligne des aigrettes dans le voisinage des pôles, semblent prouver l'existence de courants de matière soumis à deux forces : une force de projection normale à la sphère solaire, et une force centrifuge développée par la rotation du Soleil autour de son axe. »

Les plaques qui permettront de mesurer l'intensité de la couronne ne sont pas encore développées.

Rydberg (J.-R.). — Sur la constitution des spectres linéaires des éléments chimiques.

Comète Barnard (1888 sept. 2 = 1889 I) : observation par Courty-Rayet.

Comète Brooks (1889 juillet 6 = 1889 V) et son compagnon : observations par Eginitis, Le Cadet, Rambaud.

Comète Davidson (1889 juillet 23 = 1889 IV) : observations par Le Cadet.

Comète Swift (1889 nov. 17 = 1889 VI) : observations par Baillaud, Bigourdan, M^{lle} Klumpke, Picart, Rambaud, Rayet, Renaux, Saint-Blancat, Sy, Trépied.

Comète Borrelly (1889 décembre 12). — Observations par MM. Bigourdan, Borrelly, Esmiol, Rambaud, Renaux, Trépied.

G. B.

MONTHLY NOTICES.

. XLIX, n° supplémentaire; T. L, n° 1, 2 et 3; novembre 1889 à janvier 1890.

Downing (A.-M.-W.). — Discussion des observations du Soleil faites à Washington de 1875 à 1883.

L'objet de M. Downing a été d'avoir une nouvelle détermination de la correction de l'équinoxe, les Catalogues fondamentaux présentant quelques discordances pour l'origine des ascensions droites (0°,081 entre la *Connaissance des Temps* de 1883 et le Catalogue de Poulkova pour 1865). M. Downing trouve une correction nulle pour le Catalogue de M. Auwers. Cette discussion importante est fondée sur 103 équations de condition.

Ellery (R.-L.-J.). — Examen spectroscopique du ciel austral.

M. Ellery communique les premiers résultats obtenus, à Melbourne, à l'équatorial de 8 pouces, avec un spectroscope à vision directe de Maclean, par M. Barocchi, assistant.

Une centaine d'étoiles ont été examinées. C'est un travail préparatoire qui sera complété avec le grand télescope.

Le numéro de novembre des *Monthly Notices* contient une autre liste de 100 étoiles.

Marth (A.). — Ephémérides pour les observations de Saturne et de Neptune.

A propos des variations du plan de l'orbite du satellite de Neptune (*Bulletin*, III, p. 604), M. Marth estime qu'on ne saurait encore apprécier leurs valeurs avec sûreté, en l'absence d'observations suffisamment nombreuses, et il insiste pour que les observateurs ne les négligent pas. Prenant comme exemple le second satellite de Jupiter, M. Marth montre que de 1850 à 1910, dans un intervalle de soixante ans, le nœud et l'inclinaison de l'orbite du satellite passent deux fois par toutes les phases de leurs variations; avec des observations réparties sur cet intervalle de temps, il serait possible de bien déterminer les constantes; il n'en serait plus ainsi si les observations étaient bornées à une fraction de la période.

Rapport du Comité de la Société royale astronomique sur l'observation de la dernière éclipse totale de Soleil.

Le secrétaire du Comité, M. H.-H. Turner, a parlé des instructions du Comité dans l'*Observatory* (*Bulletin*, VI, p. 549).

Aires des facules et des taches du Soleil avec leur comparaison aux variations des éléments magnétiques. Aires moyennes des taches pour chaque degré de latitude, d'après les photographies.

L'Astronome royal a communiqué les résumés des observations de Greenwich de 1873 à 1888. Deux Tableaux graphiques se trouvent également dans les *Monthly Notices*.

Perry (Rév. S. J.). — Sur des taches solaires dans les hautes latitudes australes.

Une tache, le 30 juin 1889, a été rencontrée par 40° de latitude Sud. On sait que le signal du commencement d'un nouveau cycle pour les taches solaires est habituellement leur réapparition à de hautes latitudes après le minimum; c'est ce que montrent très bien les Tableaux graphiques dont il a été parlé ci-dessus.

Boeddicker (O.). — Note accompagnant un dessin représentant la Voie lactée.

Ce dessin, présenté par lord Rosse, n'a pas exigé moins de cinq années d'un travail assidu; à la séance de la Société, M. Wesley a fait ressortir toutes les difficultés d'un tel travail. Il a été aussi parlé des moyens de reproduction.

Thackeray (W.-G.). — Discussion des distances polaires de α Petite Ourse et d'autres étoiles obtenues à Greenwich, relativement à l'influence de la température et de l'état hygrométrique de l'air.

La discussion montre que l'état hygrométrique de l'air n'a pas d'influence sensible, ce qu'on admettait d'après les données de la Physique.

D'autre part, il paraît que des observations d'une même étoile, rangées suivant les températures, présentent une marche, l'écart pouvant aller à 1" environ. L'auteur trouve qu'une correction empirique de la forme $(a + bt) \sin z$ (t température, z distance zénithale) fait disparaître les anomalies dans le cas des observations de la polaire, du Soleil, etc.

Tebbutt (John). — Mesures d'étoiles doubles, faites à Windsor en 1886, 1887, 1888.

139 angles de position et distances. Il y a des étoiles, comme α Centaure, qui ont été observées à plusieurs reprises.

Gore (J.-E.). — Mouvement propre de l'étoile n° 503 de South.

Pour la composante brillante, c'est $0^{\circ},60$ dans l'angle de position $138^{\circ},0$.

Espin (Rév. T.-E.). — Sur les spectres de R Andromède, R Cygne, R Cassiopée, W Cygne.

R Andromède. — Spectre du type III. Le 25 septembre, l'étoile de $6^{\text{m}},5$ présente un spectre où la raie F est très brillante; une autre raie brillante, probablement D_3 , est aussi observée. Le 17 octobre, la grandeur étant devenue $7^{\text{m}},8$, la raie F était à peine visible; la variation de l'éclat de la raie avait été beaucoup plus considérable que la variation de l'éclat de l'étoile.

R Cygne. — La raie F, très brillante lors du dernier maximum, a ensuite beaucoup diminué d'éclat.

R Cassiopée. — Spectre du type III remarquable par la grandeur et l'intensité des bandes. Le 25 septembre, D_3 et la raie γ de l'hydrogène ont été soupçonnées brillantes, mais pas F.

W Cygne = Birm 587. — Spectre du type III, sans raies brillantes, d'après les observations du 2 novembre.

Levander (F.-W.). — Les couleurs des étoiles.

Tableau à double entrée donnant les nombres d'étoiles pour les différentes classes de grandeur et différentes teintes au nombre de 15. On remarque que les plus grands nombres correspondent aux mêmes couleurs: d'abord en majorité aux étoiles blanches, ensuite aux étoiles jaunes, orangées et rouges, enfin aux étoiles bleues; les autres teintes constituent pour ainsi dire des exceptions.

Maunder (E.-W.), Maxwell (Major S.-H.). — Conjonction de Mars et de Saturne le 19 septembre 1889.

Mesures micrométriques lors de la conjonction, qui n'était guère observable en Europe.

Observations de l'occultation de Jupiter, le 7 août, à Greenwich, à Oxford (*E.-J. Stone*); observations du capitaine *W. Noble* et du Rév. *Johnson*.

Au voisinage de la Lune, surtout à la réapparition, les observateurs ont remarqué une ombre sur le disque de Jupiter le long du contour de

la Lune; le dessin du Cap. Noble est caractéristique. L'Astronome royal comparé les phénomènes qui ont eu lieu lors du dernier contact au phénomène de la goutte noire dans les passages de Vénus; il y a eu des changements successifs de teinte près du bord, qui rendaient difficile de fixer le moment exact de la réapparition.

Le Cap. Noble dit que ce phénomène a été déjà remarqué lors d'une autre occultation de Jupiter (*Monthly Notices*, t. XVII, p. 81).

Quant à la cause du phénomène, sans doute d'origine physiologique, elle paraît assez difficile à élucider.

Tennant (Général J.-F.). — Orbite de la comète 1888 III.

Éléments définitifs de l'orbite. Les huit positions normales sont bien représentées. Le général Tennant remarque que, si la comète avait été découverte quelques jours plus tôt et observée près du périhélie, l'excentricité de l'orbite ($e = 0,998$), encore incertaine, serait mieux déterminée.

Plummer (J.-I.). — Comète de Brooks.

L'auteur a déduit des comparaisons du noyau principal avec le fragment intermédiaire parmi les trois mentionnés dans les *A. N.*, n° 2922 : 1° que pendant le mois de septembre la distance entre la comète et le compagnon augmentait en ascension droite et en déclinaison, le mouvement de séparation étant toutefois plus lent que dans le mois précédent; 2° que pendant le mois d'octobre, le compagnon, qui a beaucoup diminué d'éclat, s'est certainement rapproché de la comète, les différences d'ascension droite et de déclinaison étant moindres. L'époque du plus grand écart paraît avoir été celle du passage de la comète au périhélie (26 septembre).

Ces faits sont extrêmement curieux.

Marth (A.). — Suite des éphémérides des satellites de Saturne.

Les éphémérides sont accompagnées de recommandations très utiles aux observateurs.

Holden (E.-S.). — Remarques sur l'arrangement des étoiles dans l'espace.

M. Holden communique à la Société royale astronomique quelques photographies de la Voie lactée par M. Barnard, en remarquant que des photographies célestes avec des durées de pose croissantes sont très propres à fournir les diagrammes des étoiles de même grandeur, et que ceux-ci affectent parfois, comme il a pu s'en assurer, une forme régulière.

Cortie (Rév. A.-L.). — Sur le spectre de la tache solaire du mois de juin dernier.

www.libtool.com.cn

M. Spörer, de Potsdam, a donné dans *Nature* (numéro du 5 décembre) une liste de raies brillantes, observées le 28 juin, dans une protubérance qui a fait son apparition comme la grande tache de juin disparaissait au bord du Soleil.

Le spectre de cette tache a été étudié à Stonyhurst les 20, 22, 24, 26 et 27 juin. Un Tableau contient la comparaison des raies du calcium, nombreuses dans les deux spectres; il montre que les raies brillantes du spectre de la protubérance correspondent à des raies très élargies (jusqu'à trois fois pour l'une) dans le spectre de la tache.

M. Maunder, qui a donné lecture du travail de M. Cortie à la séance, annonce que l'on va commencer à Stonyhurst la photographie systématique des taches solaires.

Seabroke (G.-M.). — Observations spectroscopiques du mouvement des étoiles dans la direction du rayon visuel, faites à l'observatoire Temple, à Rugby.

A l'occasion de ce travail, qui pourrait être affecté, dans l'opinion même de l'auteur, d'erreurs systématiques, M. Maunder entretient la Société des recherches récentes du professeur Vogel sur le même sujet, pour lesquelles la Photographie se montre précieuse, ainsi que de la découverte du même savant touchant le système d'Algol (*Bulletin*, VII, p. 46).

M. Downing, à la même séance, propose d'étudier par la Spectroscopie le mouvement des deux composantes d'une étoile double telle que le plan de l'orbite soit voisin du rayon visuel; condition à peu près réalisée par α Centaure.

Gore (J.-E.). — Sur l'orbite de Σ 228.

Calcul des éléments de l'orbite ($P = 88^m,7$; distance $0'',98$) par la méthode de M. de Glasenapp et comparaison avec toutes les observations connues.

Wilson (W.-E.). — Méthode pour enregistrer par la Photographie les passages des étoiles.

Un mécanisme fait monter et descendre la plaque, d'une très petite quantité, à chaque seconde. L'image de l'étoile se compose alors de deux séries de traits. Il est facile, d'autre part, de leur superposer l'image des

fils du réticule. Mais, en pratique, il peut survenir de sérieuses difficultés.

Marth (A.). — Éphémérides pour les observations physiques de la Lune.

M. Knobel, l'un des secrétaires de la Société, en présentant les éphémérides, a rappelé la recommandation de M. Marth d'avoir soin d'ajouter l'heure pour les dessins de la Lune.

Denning (W.-F.). — Catalogue de bolides observés à Bristol, de 1877 à 1889.

Ce Catalogue important ne contient, dit M. Denning, qu'une partie de ses observations, celles qui se rapportent aux bolides ayant un éclat comparable à Jupiter ou à Vénus. Il fait suite à deux autres Catalogues publiés dans les *Monthly Notices* (t. XXXVI, p. 285-289, et t. XXXVII, p. 112-115). Quelques bolides sont mentionnés comme observés en d'autres stations.

Holden (E.-S.). — Appareil photographique du grand équatorial de l'observatoire Lick (avec une figure).

La description de l'appareil ne saurait trouver place ici; il est très compliqué et d'un maniement difficile et pénible pour les longues durées de pose. En revanche, les résultats obtenus dépassent tout ce que l'on connaît, et M. Holden affirme que les mesures des photographies donneront une précision plus grande que celles faites avec l'héliomètre.

A la séance, M. Common a fait quelques remarques sur l'appareil d'agrandissement. M. Stone, sans nier la précision des mesures sur les photographies, trouve qu'elle n'est pas certaine *a priori*. On sait les précautions prises pour assurer la symétrie des mesures héliométriques et la constance des échelles; que fait-on pour assurer la constance de l'échelle des clichés?

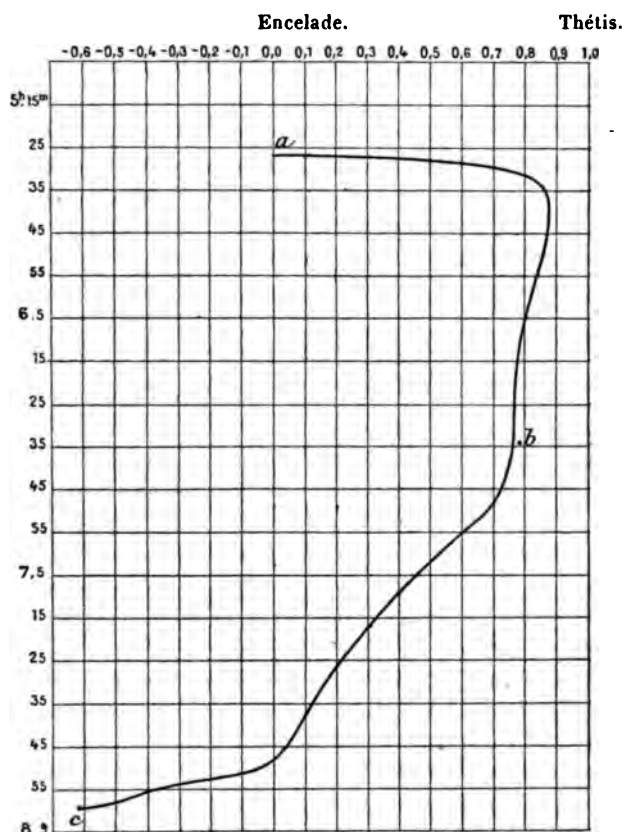
L'Astronome royal dit que, si la plaque est perpendiculaire à l'axe de la lunette, il n'y a pas variation de l'échelle; dans le cas contraire, on est exposé à de graves erreurs systématiques.

M. Plummer a employé un collimateur pour s'assurer que la plaque est bien placée. Il reconnaît que l'ajustement précis de la plaque est un point de grande importance, même pour les mesures différentielles. On a trouvé à Oxford que les variations de la distance focale avaient une influence prépondérante (voir les *Researches in stellar parallax*. Oxford, *Astronomical observations*, 1889). L'Astronome royal résume la discussion et conclut que, s'il y a des difficultés sérieuses, elles ne sont

pas insurmontables. M. Plummer annonce une Communication relative à ce sujet pour la prochaine séance.

Barnard (E.-E.). — Observations de l'éclat de Japet près du globe, de l'anneau sombre et de l'anneau brillant de Saturne, 1^{er} novembre 1889.

Fig. 2.



a, émergence du globe.
b, immersion dans l'anneau sombre.
c, immersion dans l'anneau brillant.

Grâce aux éphémérides de M. Marth et aux précieuses indications qui y sont jointes, M. Barnard a pu réaliser une observation très intéressante que le diagramme ci-dessus, extrait des *Monthly Notices*, explique dans tous les détails.

M. Barnard, voyant à côté de Japet Thétis et Encelade, a eu immédiatement l'idée de comparer l'éclat de Japet aux deux autres satellites, en fractionnant en dix parties leur différence d'éclat. Les heures sidérales d'observation sont marquées vers la gauche.

La courbe montre très bien comment l'anneau sombre doit être de plus en plus dense à mesure qu'on se rapproche de l'anneau brillant. Elle montre aussi qu'en ce qui concerne la pénétration des rayons solaires, le globe de Saturne n'est pas plus opaque que l'anneau brillant.

A la séance, M. Ranyard a fait remarquer que bon nombre d'observations donnent à penser que Jupiter et Saturne sont entourés d'une atmosphère épaisse.

Déterminations spectroscopiques du mouvement des étoiles dans la direction du rayon visuel obtenues à Greenwich, en 1889.

Observations d'occultations et des phénomènes des satellites de Jupiter obtenues à Greenwich, en 1889.

L'Astronome royal cite une occultation, celle de ζ Taureau, qui a donné lieu à une circonstance curieuse. M. Turner, observant au télescope de Lassell de 2 pieds d'ouverture, n'a pas vu de projection lors de l'immersion de l'étoile derrière le bord brillant de la Lune. Au contraire, M. Lewis, à l'altazimut de 4 pouces, vit pendant 5^e l'étoile projetée sur le disque lunaire.

Marth (M.). — Ephémérides pour les satellites d'Uranus et de Mars et pour les observations physiques de Mars.

L'attention des astronomes est appelée sur l'observation des éclipses des satellites de Mars.

THE OBSERVATORY.

Décembre 1889-janvier-mars 1890.

Séances de la Société royale astronomique.

Dans la séance du 10 janvier, le président, M. Christie, Astronome royal, a annoncé la nouvelle de la mort du Rév. P. Perry, survenue le

27 décembre, par suite de la dysenterie, après l'observation de la dernière éclipse totale, aux îles du Salut.

La Société est unanime à déplorer la mort du P. Perry.

M. Turner lui a consacré une Notice biographique dans le numéro de février de l'*Observatory*, où il rappelle les qualités éminentes de l'homme et du savant.

Ajoutons que le P. Perry, qui avait eu l'occasion de venir plusieurs fois en France, s'y était acquis de chaudes sympathies.

Il faut espérer que l'observatoire de Stonyhurst trouvera un digne successeur du P. Perry.

Dans la même séance, M. Turner a entretenu la Société du nouveau Catalogue le *Ten Years Catalogue for 1880*, qui touche à sa fin. Il contiendra 4059 étoiles dont très peu observées seulement une fois. On n'a rien négligé pour compléter le nombre des observations et scruter les causes d'erreurs systématiques provenant de la flexion, de la différence entre les observations directes et réfléchies.... Les lecteurs du *Bulletin* ont pu constater en effet que les astronomes de Greenwich ont étudié avec persévérance, dans ces dernières années, ces différentes causes d'erreur.

L'Astronome royal dit qu'on s'occupe de la comparaison du nouveau Catalogue avec celui du Cap, de M. Stone, pour la même époque 1880. M. Stone adresse toutes ses félicitations à l'Astronome royal.

Le 14 février, a eu lieu la réunion annuelle de la Société; quelques questions d'ordre intérieur ont été agitées; il est inutile d'en parler ici.

Le général Tennant a été élu président de la Société pour la présente session.

Société astronomique du Pacifique.

Résumé des Communications :

M. Barnard a présenté 45 dessins de Jupiter faits en 1880 et 1885.

- Holden, président, en a présenté d'autres faits par lui, en 1875.

M. Leuschner étudie la relation entre la durée de pose et la densité

de l'argent déposé. C'est un ordre de recherches dont le capitaine Abney s'est occupé déjà (*Bulletin*, VI, p. 270).

Une Note très intéressante sur la comète Brooks est lue par M. Barnard : les mesures micrométriques faites jusqu'à la fin de septembre montrent que les compagnons B et C ont un mouvement orbital autour de A (cf. les remarques de M. Plummer, p. 122); le 31 août, C était plus brillant que A.

Photographies de la Voie lactée et de la nébuleuse d'Andromède, prises par M. Barnard, avec un objectif à portraits de 6 pouces d'ouver-

ture (M. Holden en a communiqué des positifs à la *Société royale astronomique*, voir p. 122).

Éléments approchés de la comète Swift, par M. Leuschner.

A la séance du 25 janvier, il a été annoncé que l'expédition de MM. Burnham et Schæberle, pour l'observation de l'éclipse totale de Soleil, avait pleinement réussi.

M. J.-E. Keeler, de l'observatoire Lick, montre une série de 24 dessins de Jupiter, à grande échelle, résultant des observations de 1889 au grand télescope de 36 pouces. Ces dessins ont été contrôlés par des mesures micrométriques.

Séances de la Société royale météorologique.

Articles.

Plummer (W.-E.). — Les comètes périodiques en 1890. La comète 1884 III (Wolf).

1. *Comète Brorsen*, qui a passé au périhélie vers le 25 février. Elle n'a pas été vue à son dernier retour en 1884. L'orbite s'approche beaucoup de Jupiter; la comète a éprouvé de grandes perturbations en 1842; elle passera de nouveau très près de Jupiter en 1937. Une éphéméride a été publiée par M. Lampe (*Astr. Nachr.*).

2. *Comète de Denning*. — Elle se présente dans des conditions peu favorables pour l'observation. On est redevable d'une éphéméride au Dr Boy Matthiessen. Le passage au périhélie aura lieu en mai.

3. *Comète de d'Arrest*. — M. Leveau, astronome de l'observatoire de Paris, a publié une éphéméride pour la recherche de la comète (*Comptes rendus*, 20 janvier 1890).

4. *Comète de Barnard*. — Cette comète est aussi attendue en 1890; mais elle ne pourra être observée à cause de sa proximité du Soleil (*Bulletin*, VI, p. 567).

Dans le n° de mars, M. Plummer donne une analyse très claire des intéressantes recherches de M. Lehmann-Filhès sur la comète Wolf (*Astr. Nachr.*).

Denning (W.-F.). — Notes sur les comètes.

Nomenclature des comètes.

Météores télescopiques de 8^m, 9^m observés le 22 septembre et faisant sans doute partie des *Taurides*.

Détails sur les queues de la famille des comètes à très petite distance riélie (comètes de 1680, 1843 I, 1880 I, 1882 II, 1887 I).

Notes d'observation sur quelques comètes récentes.

Tableau des découvertes de comètes de 1840 à 1868, contenant avec date et la place, le nom de l'auteur de la découverte et différentes marques.

rer (T.-G.). — Notes sélénographiques.

M. Elger revient sur les changements soupçonnés dans le cirque de inius (*Bulletin*, VII, p. 43). Il a eu l'occasion, en 1882, de constater tels changements dus à des effets d'illumination; Schmidt, en 1862, Gruithuisen, en 1822, auraient fait des constatations analogues.

1. Elger parle aussi d'autres détails de la surface lunaire; un des icles est consacré aux *rainures* d'Hyginus et d'Ariadæus, d'après des sins exécutés à l'observatoire Lick.

Ke (A.-M.). — La spectroscopie stellaire à l'observatoire Lick.

e n° 4 des *Publications de la Société astronomique du Pacifique* tiennent quelques expériences préliminaires de M. Keeler sur γ Cassiopée, et le spectre variable (*Bulletin*, IV, p. 125) possède des raies brillantes; U et V Cygne et l'étoile DM + 43°, n° 3571, sont dans le même cas. a Note de Miss Clerke contient des indications intéressantes.

Well Hall. — Le spectre de la lumière zodiacale.

50° du Soleil, le spectre est continu de $\lambda 561$ à $\lambda 431$; il commence squement au rouge et s'affaiblit vers le violet. Plus près du Soleil, Pectre plus brillant a les mêmes limites, mais son faible maximum reporté à $\lambda 517$.

1. Maxwell Hall doit observer le spectre du crépuscule séparé de ii de la lumière zodiacale avec le même instrument, pour voir si le ximum ne se déplace pas vers le rouge, quand le crépuscule s'affaiblit; rs les deux spectres de la lumière zodiacale et du crépuscule, sem- blables pour les parties brillantes (cf. PIAZZI SMYTH, *Monthly Notices*, XXXII, p. 277), pourraient être considérés comme identiques.

stey (W.-H.). — La couronne solaire, le 22 décembre 1889.

L'auteur décrit la Couronne d'après un dessin de Miss Violet Common, reproduit en photographie comme frontispice du numéro de mars de l'*Observatory*.

Correspondance.

Gill (D.) et les *Éditeurs*. — Catalogue des étoiles jusqu'à la 11^e grandeur.

Il s'agit encore de la question du Catalogue photographique du Ciel. M. Gill se défend d'avoir fait des propositions à la dernière conférence photographique, avec une arrière-pensée.

Maxwell Hall. — Visibilité des nébuleuses dans les réfracteurs et les réflecteurs.

A la Jamaïque, la nébuleuse de Mérope était parfaitement visible dans un réfracteur de 4 pouces et invisible dans un réflecteur de 9 pouces; ce que l'auteur explique par l'intervention de la lumière diffuse du ciel arrivant dans le télescope.

En ce qui concerne la grande nébuleuse d'Orion, le réflecteur montrait toutes les parties plus brillantes beaucoup mieux que le réfracteur; celui-ci reprenait l'avantage pour les parties plus faibles vers les limites de la nébuleuse.

Il faut donc tenir compte de l'intervention de la lumière diffuse du ciel lorsqu'on observe les objets faibles.

Michell-Whittley (H.). — Petits cratères, près de Birt.

Quelques différences avec les dessins de Beer et Mädler et ceux de Neison.

Close (M.-H.). — La nébuleuse d'Andromède.

On a dit que la véritable structure de la nébuleuse avait été révélée par les photographies de M. Roberts. Il paraît que l'*Astronomie populaire* d'Arago, t. I, p. 511, et les *Outlines* d'Herschel montrent la structure concentrique de la nébuleuse.

Lynn (W.-F.). — Observatoire du Capitole.

Johnson (Rev. S. J.). — Gros bolide, vu le 1^{er} janvier.

Backhouse (F.-W.). — La comète Borrelly.

Lynn (W.-F.). — Scheiner et les taches du Soleil.

C'est à Scheiner qu'on doit la découverte de la vitesse variable de rotation des taches du Soleil.

Anott (G.). — Minima de U Cygne.

Avec quelques observations dues à M. Baxendell. A l'époque du minimum, la grandeur paraît sujette à une variation périodique, alors qu'elle reste tout à fait constante à l'époque du maximum.

Backhouse (T.-W.). — Cartes pour tracer les trajectoires des météores. Nomenclature des étoiles.

L'auteur donne quelques détails sur les Cartes très utiles auxquelles il travaille depuis plusieurs années (*Bulletin*, III, p. 142). Nous espérons que le jour n'est pas éloigné où les Cartes de M. Backhouse pourront être publiées.

Backhouse (T.-W.). — La distribution des étoiles visibles à l'œil nu.

Nombre des étoiles visibles dans les deux hémisphères, d'après diverses autorités :

Hémisph. Nord.	Hémisph. Sud.	Totaux.	Autorités.
2470	3480	5950	R.-A. Proctor.
3903	3346	7249	J.-E. Gore.
7634	8195	15829	T.-W. Backhouse.
7834	6694	14528	<i>Uran. Argentina.</i>

W.-T.. — ω Cassiopée.

Il y a eu quelque confusion pour désigner cette étoile, à cause du voisinage de deux étoiles de même grandeur (43 et 46 de Flamsteed).

Man (A.). — Appulse de 64 Baleine, le 23 février.

Observatoires.

Helsingfors. — Le Dr A. Donner vient de publier des observations de comètes (*Acta Societatis Scientiarum Fennicæ*, t. XVII, 86 pages, 3 planches représentant les comètes sur fond noir). Sommaire :

- Comparaison des places des comètes avec les étoiles voisines. Notices sur l'aspect, l'éclat, la position de la queue, etc. Observations faites avec un réfracteur de 7 pouces d'ouverture avec un micromètre circulaire.

- Détermination des étoiles de comparaison (un certain nombre d'étoiles ont été observées au cercle méridien de 6 pouces).

- Positions des comètes : Comète Fabry, 63 positions; comète Barnard, 53 positions; comète Brooks I (1886, juin 6), 5 positions.

4. Résultats des dessins et d'autres données concernant les queues des comètes. L'auteur a donné une attention particulière aux dessins des comètes contrôlés par les positions des étoiles voisines. Les planches de fin représentent très bien les comètes.

5. Observations d'occultations d'étoiles pour les comètes.

Pour la comète Fabry, il y a eu deux occultations centrales; pour les étoiles DM + 40°, 5147 et DM + 38°, 72, le 13 et le 20 avril. La comète

Barnard a rencontré, le 19 avril, l'étoile DM + 37°, 381. Les étoiles n'ont pas varié sensiblement d'éclat.

Lund. — M. Engström a repris la détermination de la latitude au moyen d'observations directes et réfléchies de diverses étoiles. Le second Volume des observations de zones (+ 35° à 40°) a été publié par MM. Dunér et Engström.

Melbourne. — Le vingt-quatrième Rapport de M. Ellery apprend que, dans l'année finissant le 30 juin 1889, 2931 observations en ascension droite et 1396 en distance polaire ont été faites.

L'équatorial de 8 pouces a servi à des observations de la planète Iris et à l'examen spectroscopique de 132 étoiles (*voir plus haut*).

Le second Catalogue général est sous presse.

M. Ellery a publié un Volume d'observations faites à l'ancien cercle méridien de 1881 à 1884 (le nouveau cercle a été installé en 1884).

La lunette photographique est attendue à Melbourne.

Rousdon, Lyme Regis. — Le Rapport de M. Peek annonce qu'en 1889, il a été fait 444 observations de 24 variables à longue période, étudiées avec persévérance depuis quatre ans. On s'occupe de discuter les courbes des éclats.

Madagascar. — Un nouvel observatoire va être construit près de Tananarive, sur une haute montagne. Les Pères Jésuites en auront la charge.

Publications.

Annali dell'Ufficio centrale meteorologico italiano, 1885.

La moitié du Volume est occupée par des observations astronomiques. Détermination de la latitude du Collège romain (au moyen des passages dans le premier vertical).

Observations de comètes, des *Nova* d'Andromède et d'Orion, d'un amas d'étoiles, et de 27 petites planètes, par M. Millosevich. Viennent ensuite les observations des taches solaires, facules et des protubérances, par le Prof. Tacchini.

Réduction nouvelle des observations de Brioschi, faites en 1821. (*Memoria letta all'Accademia Pontaniana*. Napoli, 1889, 126 p.)

Le Dr F. Angelitti a voulu réduire ces observations concernant les distances zénithales des étoiles principales, mesurées avec deux cercles à répétition, à l'observatoire de Naples.

Les éditeurs de l'*Observatory* font grand éloge de ce travail.

Tables de parallaxes pour les observations des comètes et des planètes.

Ces Tables, préparées par le Dr E. de Rebeur Paschwitz (Karlsruhe, G. Braun. Prix 1^{re}, 50), sont utilisables pour tous les observatoires cités dans le *Berliner Jahrbuch* de 1890.

Bibliographie générale de l'Astronomie (t. I, 2^e Partie).

Les éditeurs de l'*Observatory* apprécient comme il convient l'importance de l'œuvre que M. Lancaster est seul à poursuivre, depuis la mort de M. Houzeau.

Bibliographie de la Météorologie, préparée sous la direction du général Greeley (Washington, Signal Office, 1889).

***Russell.* — Histoire de l'Astronomie dans la Nouvelle-Galles du Sud.**

Historique intéressant des premières observations astronomiques et des observateurs (Sir Thomas Brisbane, Rumker, Dunlop, etc.).

***Gore (J.-E.).* — The Scenery of the Heavens.**

Ce Livre, disent les éditeurs de l'*Observatory*, sans prétendre à être un Traité complet d'Astronomie, contient de nombreuses informations. En parlant des comètes, des étoiles doubles et variables, M. Gore donne beaucoup de détails qui ne seront pas utiles seulement aux amateurs.

Le Chapitre sur les bolides et les étoiles filantes est dû à M. W. F. Denning.

Annonces de Livres.

Giberne (Miss A.). — The Ocean of air.

Ball (Sir Robert). — Star-Land.

Notes.

Photographie de la Couronne en dehors des éclipses.

L'*Observatory* fait entrevoir que de nouvelles expériences auront lieu à Athènes et qu'il y a des motifs d'espérer, comme l'avait annoncé M. Stokes une solution favorable (*Bulletin*, VI, p. 227).

L'affaire du Catalogue Peters-Borst.

Cette affaire, sans précédent dans les *Annales astronomiques*, a ému à juste titre le monde savant de l'autre côté de l'Atlantique.

M. Borst, assistant à l'observatoire d'Hamilton College, a préparé, avec l'aide de ses sœurs pour les calculs, un Catalogue de 35000 étoiles, que le Prof. Peters considéra ensuite comme la propriété de l'observatoire ou plutôt comme la sienne. Sur la réclamation de M. Borst, la Justice, saisie de l'affaire, décida, contre toute attente, que le demandeur non seulement n'avait aucun droit à réclamer, mais payerait des dommages et intérêts. M. Borst a fait appel de cette décision, qui a motivé une lettre vigoureuse du Prof. Newcomb à l'*Utica Herald*.

Éléments de la comète 1886 IX (Barnard Hartwig). Éléments de la comète de 1862 III.

L'*Observatory* (numéro de janvier) annonce que M. Carl Buschbaum et M. F. Hayn ont rediscuté les observations des deux comètes mentionnées. Il n'est pas fait mention du lieu de la publication. [Cf. *Kasseler Berichte über Cometen* (*Vierteljahrsschrift*, 1889).]

Simple micromètre pour les étoiles doubles dans le cas de mesure sur champ sombre.

Que l'on imagine deux plaques de verre noircies A et B, l'une traversée par deux raies fines se coupant sous un angle de 10° à 15° , l'autre traversée par une seule raie, appliquées l'une sur l'autre et placées entre l'œil et une source lumineuse; il y aura aux points d'intersection de la raie tracée sur B avec les deux raies tracées sur A des points lumineux, des étoiles artificielles, si l'on veut.

Le mode de comparaison de ces étoiles artificielles, supposées amenées dans le champ de la lunette, aux composantes de l'étoile double se conçoit aisément. Il reste à projeter l'image dans la lunette; c'est ce que l'inventeur du micromètre, M. A.-B. Biggs, réalise avec une petite chambre claire attachée à l'oculaire.

Tout se réduit à apprécier la régularité d'un parallélogramme formé par les deux couples d'étoiles réelles et artificielles, et l'œil l'apprécie très bien.

De bonnes mesures de α Centaure ont été faites avec ce micromètre.

Le grand télescope de M. Newall.

Il a été, comme on sait, offert à l'Université de Cambridge et, naturellement, attaché à l'Observatoire. Il est question de le faire servir à des recherches de Physique céleste.

Mort de M. Ch. Fievez.

L'observatoire de Bruxelles a éprouvé une perte sensible. M. Fievez est l'auteur d'une belle Carte du spectre solaire, construite au moyen d'un spectroscopie de son invention (formé de la combinaison d'un demi-prisme de M. Christie avec un réseau de Rowland) et de nombreuses recherches de Spectroscopie dont le *Bulletin* a fait ressortir l'intérêt. Envoyé par M. Houzeau à Meudon, auprès de M. Janssen, M. Fievez se distingua presque tout de suite, il y a à peine une douzaine d'années. Il est mort prématurément, à l'âge de 46 ans, le 2 février.

Nouveau photomètre à prisme.

Le Dr E.-J. Spitta a eu récemment l'occasion de se servir du photomètre à prisme, et il a été conduit à employer deux prismes exactement semblables placés en sens opposés et dont l'un glisse sur l'autre. La nouvelle forme est décrite avec détail dans les *Proceedings* de la Société royale, t. XLVII, et paraît offrir beaucoup d'avantages.

L'*Observatory* annonce que l'Astronome royal a été élu membre du Conseil de la Société royale, en remplacement du P. Perry, décédé.

O. C.

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, n° 2948-2957.**Folie (F.). — Preuve inattendue de la nutation diurne.**

Depuis qu'il a annoncé l'existence de la nutation diurne, M. Folie a essayé d'en déterminer les constantes par les moyens suivants : observations méridiennes et observations dans le premier vertical, faites en un seul lieu (Bonn, Bruxelles, Cordoba, Greenwich, Harvard College, Poulkova, Washington); observations, hors du méridien, d'étoiles très voisines du pôle (Kief et Cointe); comparaison d'observations faites en deux lieux différents (Paris et Washington); comparaison en ascension droite et en déclinaison des Catalogues dressés en deux lieux diffé-

Paris-Washington et Pulkova-Washington). Ces méthodes très diverses ont fait naître, dit-il, « des résultats suffisamment concordants pour qu'on puisse admettre que le coefficient de la nutation diurne est approximativement égal à $0^{\circ}.01$, et la longitude du premier méridien à $10^{\circ}.1$ Est de Paris » conclusion qui, nous dit-il, se trouve confirmée par l'examen des corrections azimutales que M. Kobold a déduites des observations de la Polaire, faites au cercle méridien de Strasbourg.

D'après M. Kobold, ces erreurs ne présentent qu'une période diurne, que, dit M. Folie, « il a procédé, non suivant le temps moyen, mais suivant le temps sidéral ». M. Folie a pensé que ces erreurs devaient provenir simplement de ce qu'on n'avait pas tenu compte de la nutation diurne dans la réduction des observations. En y appliquant ses formules, il a trouvé 0.1 pour le coefficient de la nutation, et $8^{\circ}.4$ pour la longitude du méridien, nombres qui s'accordent assez bien avec les valeurs adoptées. Les corrections azimutales de M. Kobold sont alors fortement réduites : au lieu d'atteindre $-0^{\circ}.014$ et $-0^{\circ}.012$, elles ne dépassent plus $-0^{\circ}.007$ et $-0^{\circ}.003$, et ne présentent plus qu'un léger caractère systématique.

Malheureusement pour M. Folie, la période diurne, trouvée par M. Kobold, a pour argument, non le temps sidéral, comme M. Folie l'a supposé à tort, mais le *temps moyen*, et il est plus que probable que les variations observées sont dues à des mouvements de la lunette, tandis que l'azimut des mires n'a pas varié. La « preuve inattendue » de la nutation diurne se réduit donc à une simple erreur.

Bruhns (Th.). — Note sur la queue de la comète 1886 II.

Les observations réunies par M. Bruhns ne paraissent pas assez précises pour permettre de calculer, avec quelque certitude, la valeur numérique de la force répulsive.

Schwarz (Fr.). — Sur la formation des cirques lunaires.

La lecture de la Note de M. Ebert sur la reproduction artificielle des cirques et cratères lunaires a rappelé au souvenir de M. Schwarz un ancien travail, relatif au même sujet, dont il a égaré le manuscrit en allant se fixer à Tachkent. Il en expose les idées principales. Notre satellite étant privé d'air et d'eau, les phénomènes qui s'accomplissent à sa surface doivent avoir une tout autre origine que les phénomènes terrestres. La cause qui les produit, M. Schwarz la trouve dans les fortes variations que la température du sol subit dans le cours d'un jour

lunaire. Dans nos déserts, le sable s'échauffe quelquefois jusqu'à 75°C . sous l'influence des rayons solaires, pour se refroidir, pendant la nuit, au-dessous de zéro; l'amplitude de la variation peut donc dépasser 80° , malgré les causes assez nombreuses qui tendent à la restreindre. Sur la Lune, au contraire, la sécheresse du sol et l'absence d'atmosphère favorisent les variations de la température. En outre, le jour lunaire est trente fois plus long que le jour terrestre. La chaleur doit ainsi pénétrer à des profondeurs beaucoup plus grandes et atteindre une élévation inconnue sur la Terre. Pendant la longue nuit, le sol se refroidit sans doute, par rayonnement, jusqu'à -150° . M. Schwarz estime que l'amplitude totale de ces variations peut très bien atteindre 500°C . Il doit en résulter des changements de volume très sensibles dans les matériaux qui constituent la surface. Quand la Lune n'avait encore qu'une mince écorce solide, cette écorce devait, tour à tour, se gonfler ou se contracter; de là des brisures par lesquelles s'échappait le liquide intérieur quand la croûte se contractait, pour être de nouveau résorbé quand elle se dilatait. On peut ainsi rendre compte de la forme régulière des innombrables cirques, cratères, rainures, fentes, dont la surface de la Lune est parsemée.

Franz (J.). — Éphémérides pour le cratère Moesting A (*suite*).

Luyvaert. — Observation de l'occultation de Jupiter par la Lune, le 7 août 1889.

Weyers (A.). — Notice nécrologique sur C. Adolph.

Carl Adolph, professeur de Mathématiques au gymnase de Sorau, est mort le 3 janvier dernier. Il était né en 1838, dans une petite ville de Prusse. Après avoir été attaché tour à tour aux observatoires de Poulkova, de Königsberg et de Göttingue, il avait pris part à l'expédition qui était allée observer le passage de Vénus à Tchi-Fou.

Edichin. — Sur les compagnons de la comète Brooks (1889 V).

Le noyau principal A de la comète Brooks était escorté de quatre masses distinctes B, C, D, E, dont on possède un certain nombre de positions. Pour la masse C notamment, on a toute une série d'observations (25 positions, du 2 août au 22 septembre, et 1 du 23 octobre) qui permettent de calculer son orbite avec une assez grande approximation. Pour la masse E, on a deux positions (5 août et 23 octobre), qui suffisent pour donner une idée de l'orbite, et il est possible aussi d'indiquer le caractère général des orbites des compagnons B, D. Adoptant, pour

le noyau principal A, les éléments elliptiques de M. Chandler (temps de révolution, 7^h, 03^m 9), M. Bredichin trouve, pour le compagnon C,

$$dT = -0,7743,$$

$$d\omega = -17'33'',$$

tandis que l'excentricité, l'inclinaison et la longitude du nœud sont, à très peu près, les mêmes que pour A. L'orbite de C coupe l'orbite de A à une distance de 1° 18' de l'aphélie de A. On voit que la division s'est opérée dans le plan de l'orbite principale. Pour la masse E, on aurait

$$dT = +6,6244,$$

$$d\omega = +3^{\circ}0'58'';$$

la trajectoire coupe l'orbite principale à environ 18' de l'aphélie de A. L'orbite de la masse B est située entre les orbites de A et de C, et l'orbite de D entre celles de C et de E. Il est à remarquer que les éléments de C et de E indiquent presque le même point pour la séparation des masses qui se sont détachées du noyau. M. Bredichin est porté à admettre, avec M. Chandler, que cette dislocation est due à l'attraction de Jupiter. Si on voulait l'attribuer à des actions éruptives, on trouverait, dit-il, pour la masse C un choc $j = +0,0014$ dirigé vers le Soleil, suivant le rayon vecteur, et pour la masse E, le choc $j = -0,0147$, dirigé à l'opposé du Soleil, suivant le rayon vecteur prolongé. Voir, sur ce sujet, le récent travail de M. Tisserand, qui jette un grand jour sur la question.

Updegraff (Milton). — Formules pour la correction des observations de passages qui ont été réduites avec des valeurs erronées des constantes instrumentales.

Il arrive quelquefois qu'on est obligé de reprendre la réduction des observations méridiennes avec de nouvelles valeurs de l'erreur des collimations c ou des constantes α , n . M. Chandler développe les corrections qui en résultent : 1° pour le cas où les observations ont été réduites à l'aide des formules de Bessel; 2° pour le cas où l'on a fait usage des formules de Mayer, telles qu'elles sont données dans le *Traité de Chauvenet*.

Celoria. — Orbite d'une étoile double.

Des deux étoiles A, B qui forment le couple Σ 2220 (μ Hercule), la plus petite B, que l'on désigne par μ^1 , est elle-même pourvue d'un compagnon C, qui a été signalé par Alvan Clark en 1856. Les grandeurs respectives sont 3,8; 9,5; 10,5. Les trois composantes ont d'abord un

vement propre commun; ensuite, B tourne autour de A, et C autour de B, à la façon d'un satellite. C'est l'orbite relative de C que M. Celoria a essayé de déterminer par les observations assez nombreuses qu'on possède depuis 1857. Il trouve un temps de révolution de $40^{\text{h}}, 6$, et une distance $a = 1'', 28$.

iss (E.). — Errata des Zones australes d'Argelander et du Catalogue d'Oeltzen.

Ces errata reposent, en partie sur des comparaisons avec d'autres catalogues (Gould, etc.), en partie sur une revision entreprise directement par M. Weiss, avec l'aide de MM. Holetschek et Palisa. La Note de Weiss est suivie de Remarques de M. Schoenfeld, qui a consulté les nombreux d'observations d'Argelander.

entiner. — Positions d'étoiles de comparaison.

hober. — Observations diverses, faites à l'observatoire de la marine de Pola.

Observations de comètes et de planètes; occultations d'étoiles; occultation de Jupiter; éclipse de Lune du 12 juillet 1889; étoiles filantes du 20 août 1888.

zik. — Remarques sur deux étoiles variables.

1. Safarik possède un journal d'observations de Schroeter qui renferme des observations de Mira Ceti, faites en 1779, 1780 et 1781; on n'avait, de cette époque, que 2 observations de Bode et quelques-unes de Wargentin; mais ces matériaux sont de médiocre valeur. — M. Safarik communique en suite ses observations relatives à la variabilité de l'étoile 129 d'Arrest, qui est peut-être l'étoile nouvelle de Tycho (1572). C'est une étoile rouge, aujourd'hui très faible.

de la Société de Physique et d'Économie de Königsberg.

Il s'agit de soumettre à une discussion théorique les observations de la température du sol, poursuivies depuis de longues années à Königsberg. Le prix est de 375^{fr}; dernier terme : 1^{er} février 1891.

aben (Von der). — Détermination de l'orbite de la planète (28) Bellone.

Les observations s'étendent maintenant sur un intervalle de treize-
deux années (1855-1886). M. de Græben a calculé toutes les perturbations
par la méthode de Hansen-Tietjen. Les éléments définitifs pour l'opposi-
tion de 1889 sont imprimés dans l'Annuaire de Berlin pour 1892. Ils s'ac-
cordent parfaitement avec les positions que M. de Ball a obtenues au
mois de novembre dernier.

Berberich. — Orbite définitive de la comète 1885 II.

Cette comète, découverte par Barnard, le 7 juillet 1885, a été suivie
jusqu'au 17 août; il y a encore, ensuite, une observation isolée du 3 sep-
tembre. Mais, pendant ces deux mois de visibilité, elle n'a parcouru qu'un
arc de 20°. C'est que sa distance périhélie (2,5) est exceptionnellement
grande; elle n'est surpassée que par celle de la comète de 1729 (4,0).
L'absence d'un noyau bien défini a rendu les observations difficiles. Aussi
la détermination de l'orbite rencontre-t-elle de grands obstacles : le
périhélie reste incertain, et l'excentricité ne s'élimine pas directement.
M. Berberich trouve que les observations sont bien représentées par une
hyperbole, et encore suffisamment bien par une parabole qui ne diffère
pas beaucoup des éléments provisoires.

Knopf. — Éléments et éphéméride de la comète Brooks (1889 V).

Kreutz. — Éphéméride de la planète (226) Weringia.

Chambers (G.-F.). — Sur la nécessité d'un nouveau Catalogue
général d'étoiles.

Le Catalogue de l'Association Britannique a rendu de grands services,
quoi qu'on ait dit; mais il ne répond plus, depuis longtemps, aux besoins
des astronomes. Il est urgent d'en composer un autre qui comprendrait
jusqu'aux étoiles de la 7^e grandeur, et qui serait étendu aux deux hémis-
phères, en tenant compte des meilleures déterminations photométriques.

M. Krueger, tout en approuvant, en principe, l'idée de M. Chambers,
pense qu'il faudra attendre l'achèvement de certaines recherches de
longue haleine, concernant les Catalogues d'étoiles, qui sont actuelle-
ment en cours d'exécution. Il nous semble, pourtant, que divers travaux
préparatoires pourraient, sans inconvénient, être commencés sur-le-
champ.

Wangerin. — Notice nécrologique sur O.-A. Rosenberger.

Né le 10 août 1800, à Tuklum (Courlande), Otto-Auguste Rosenberger fit ses études à Königsberg, où son père, un médecin, s'était fixé depuis 1811. En 1823, Bessel l'avait pris pour assistant, et il s'est beaucoup loué de ses services. Mais en 1826, Rosenberger accepta la chaire de Mathématiques de l'Université de Halle, qu'il a occupée jusqu'à la fin de sa vie. Il est mort le 23 janvier 1890. Le mauvais état du petit observatoire dont il disposait ne permettait guère d'entreprendre des observations suivies. Rosenberger s'est surtout fait connaître par ses recherches sur la comète de Halley (1836).

Lehmann-Filhès (R.). — Sur l'ancienne orbite de la comète Wolf (1884 III).

L'orbite actuelle de cette comète s'approche beaucoup, dans son nœud ascendant, de l'orbite de Jupiter, et dans son nœud descendant, de celle de Mars. Il en résulte des perturbations exceptionnellement fortes, qui, d'après les remarques de M. Krueger, ont dû changer en 1875 l'orbite de cet astre. M. Lehmann-Filhès avait déjà essayé, une première fois, de déterminer, par la méthode de Laplace, l'orbite que la comète a parcourue avant la proximité de Jupiter (voir *Bulletin*, I, p. 629; II, p. 52). Il vient de reprendre ces recherches, en se fondant cette fois sur les éléments calculés, avec beaucoup de soin, par M. Thraen, et qui reposent sur 885 observations, embrassant un intervalle de six mois et demi et un arc de 106°. M. Thraen n'avait pas tenu compte des perturbations pendant la durée de la visibilité: mais il faut ajouter qu'elles étaient alors insignifiantes.

M. Lehmann a commencé par calculer les perturbations dues à Jupiter et à Saturne, en remontant de 1884 à 1875, et en faisant usage de quatre systèmes d'éléments osculateurs (décembre 1884, février 1879, octobre 1876, août 1875). Le 13 août 1875, la distance de la comète à Jupiter était descendue à 0,28394; c'est l'époque d'osculation indiquée pour passer des éléments héliocentriques aux éléments jovicentriques. L'hyperbole jovicentrique ne s'écarte pas d'ailleurs beaucoup d'une ligne droite, dans les limites de la sphère d'attraction de Jupiter. La date du 5 avril 1875, où la distance de la comète à Jupiter était à peu près la même que le 13 août, était indiquée pour revenir aux éléments héliocentriques. Le nouveau système d'éléments osculateurs, calculé pour cette époque, confirme les conclusions auxquelles M. Lehmann était arrivé dans son premier travail, à savoir qu'en 1875 l'excentricité, le moyen mouvement et la longitude du périhélie ont éprouvé un accroissement considérable, tandis que la longitude du nœud et l'inclinaison ont diminué, par suite de l'action de Jupiter.

M. Lehmann applique encore à la comète Wolf l'équation de M. Tisserand (*Bulletin*, VI, p. 292), dont il commence par donner une nouvelle démonstration. Il montre que cette équation suffit pour assigner certaines limites aux éléments de la parabole primitive de la comète; longitude de l'un des nœuds, environ 208° ; distance de ce nœud au périhélie, $< 3a$; inclinaison, $< 16^\circ$; distance périhélie, 5,0 à 5,5. Il est curieux qu'on trouve des limites assez semblables pour la parabole primitive de la comète de Faye.

Bélopolsky (A.). — Sur les mouvements qui s'observent à la surface du Soleil.

Nous avons longuement parlé (*Bulletin* IV, p. 62-71, et 429-431) de l'ouvrage de M. Bélopolsky sur les *Taches solaires*, et des intéressantes recherches de M. Joukovsky sur le mouvement des corps solides qui renferment des parties liquides, où se trouve aussi étudié le mouvement de rotation d'un noyau sphérique liquide sous l'influence de la viscosité ou du frottement intérieur. D'après M. Joukovsky, les différentes couches de la sphère liquide ayant des vitesses de rotation inégales, il se produit des courants, dirigés suivant les méridiens et symétriques par rapport à l'équateur, qui montent de l'équateur aux pôles, si la rotation est plus rapide à l'intérieur qu'à la surface. C'est ainsi que les choses se passent sur le Soleil, comme le prouve le déplacement des taches en latitude. M. Joukovsky avait vérifié ses conclusions à l'aide d'une boule de verre remplie d'eau qui tenait en suspension des particules solides, et qu'il mettait en rotation par une manivelle. L'expérience fut reprise par M. Bélopolsky avec le même succès.

L'année dernière, M. Bélopolsky a continué ces études, avec une sphère creuse de verre, sur laquelle est tracé un réseau de méridiens et de parallèles. La sphère ayant un diamètre de $0^m,174$, le degré s'y trouve représenté par $1^{mm},5$. On la remplit d'eau où flottent des fragments de stéarine, dont le poids spécifique est à peu près égal à celui de l'eau. Après lui avoir imprimé une vitesse de rotation d'environ 40 tours par minute, autour d'un axe vertical, on la ramène peu à peu au repos, et l'on observe les mouvements des flotteurs dans le liquide, qui continue de tourner, mais moins vite à la surface qu'à l'extérieur. Les flotteurs marchent, à la surface, de l'équateur vers les pôles, d'où ils retournent, par des courants sous-marins, vers l'équateur. On a pu observer quelquefois jusqu'à trois retours du même flotteur. Les vitesses varient de 1° à 9° par seconde. M. Bélopolsky a noté, pour un grand nombre de flotteurs, les vitesses dans le sens du méridien et celles qui ont lieu dans

le sens des parallèles (vitesses de rotation ξ). Ces dernières sont assez bien représentées par la formule empirique

$$\xi = a - b \sin 2(\lambda \pm \alpha),$$

où λ est la latitude. Les vitesses méridiennes ont été trouvées proportionnelles à $\sin 2(\lambda \pm \alpha)$ ou, parfois, au carré de cette expression. La constante α ne dépasse pas 5° ou 6° . Le mouvement en latitude est donc surtout sensible sous les parallèles moyens, comme on l'a aussi remarqué pour le Soleil. Quant aux vitesses de rotation, on peut seulement dire qu'elles diminuent à partir de l'équateur, comme celles des taches solaires. M. Bêlopolsky est porté à admettre que des lois de rotation analogues ont lieu pour certaines planètes, telles que Jupiter.

Rappelons, à cette occasion, que, d'après M. Wilsing, les facules ne participent pas au retard qui se manifeste dans la rotation des taches solaires, en allant de l'équateur aux pôles; de sorte que la loi déduite du mouvement des taches paraît être bornée à une mince enveloppe, tandis que le gros de la masse tourne tout d'une pièce avec une vitesse constante (voir *Bulletin*, V, p. 459). Cela nous éloigne des analogies établies par M. Bêlopolsky.

Pickering. — Sur une étoile à spectre remarquable.

Pizzetti (P.). — Sur la théorie des « observations arrondies ».

Il s'agit de l'application de la méthode des moindres carrés à des observations exprimées en nombres ronds, qui, d'après M. Lehmann-Filhés, donnent lieu à une nouvelle catégorie d'erreurs, les erreurs de lecture provenant de l'insuffisance de la division employée (voir *Bulletin*, VI, p. 235). M. Pizzetti, professeur à l'Université de Gênes, s'est demandé quel serait, en pratique, l'ordre de grandeur de l'erreur constante d'une observation arrondie, qui résulte de cette théorie, et son analyse aboutit à la conclusion que cette erreur est généralement une quantité négligeable.

Kleiber (J.). — Sur le nombre probable des étoiles dont la parallaxe est sensible.

M. Kleiber a essayé d'appliquer le calcul des probabilités à la recherche du nombre des parallaxes annuelles qu'on peut encore espérer découvrir. Voici son raisonnement. Considérons des particules, distribuées au hasard dans l'espace; en décrivant, autour d'un point donné, une sphère de rayon R , la distance moyenne des particules contenues dans cette sphère au centre de la sphère sera $\frac{3}{4} R$. Ainsi la valeur moyenne de la parallaxe

de toutes les étoiles dont la parallaxe surpasse $0'',1$ doit être $0'',133$. Or, en réalité, la parallaxe moyenne des étoiles pour lesquelles on a trouvé plus de $0'',1$ est supérieure à $0'',133$ (voir la liste de M. Oudemans, *Bulletin*, VI, p. 414). On peut en conclure que la probabilité de la découverte diminue avec la grandeur de la parallaxe, et qu'il reste encore à découvrir bon nombre de parallaxes qui surpassent $0'',1$, mais pas de beaucoup. En se plaçant à ce point de vue, M. Kleiber trouve qu'en dehors des 28 étoiles connues dont la parallaxe est plus grande que $0'',1$, il y a chance d'en découvrir encore 21.

Plassmann (J.). — Minima d'Algol, observés pendant les années 1888 et 1889. Variabilité de α Cassiopée.

Safarik. — Occultation de Jupiter (7 août 1889).

Krueger. — Éléments de la comète Borrelly (1890).

Burnham. — Observations d'étoiles doubles, faites à l'observatoire Lick en mai, juin et juillet 1889.

Cette liste d'étoiles doubles, en partie nouvelles, est la seizième que M. Burnham publie depuis 1873. Elle comprend 62 couples nouveaux, et 98 qui étaient déjà connus antérieurement. Les mesures ont été faites au grand réfracteur de 36 pouces.

Lamp (E.). — Éléments et éphémérides de la comète de Brorsen pour le retour de 1890.

On peut s'étonner que cette comète, qui atteint son maximum d'éclat au commencement de mars, n'ait point encore été retrouvée.

Luther (R.). — Découverte d'une nouvelle planète (288).

M. Luther a remarqué, le 20 février, qu'une étoile de 10^e grandeur qu'il avait vue simple la veille, paraissait double; elle était flanquée d'une étoile plus faible. Mais, le ciel s'étant couvert, il a dû se contenter d'une position estimée, et ce n'est que le 24 et le 25 que la planète a pu être observée à Hambourg et à Dusseldorf.

Ajoutons que deux autres planètes viennent d'être découvertes par M. Palisa et M. Charlois.

Observations de planètes et de comètes, etc.

R.

**QUELQUES REMARQUES SUR LE CALCUL DES TRANSCENDANTES
DE BESSEL;**

PAR M. O. CALLANDREAU.

Les transcendentes auxquelles Bessel a donné son nom jouent un rôle important dans les développements analytiques qui se rapportent à la fonction perturbatrice (voir la *Mécanique céleste* de M. Tisserand, t. I, Chap. XII et XIII).

Il peut arriver que, pour apprécier l'importance d'une inégalité d'ordre élevé, on ait à calculer la valeur de la transcendant $J_i(x)$

$$J_i(x) = \frac{\left(\frac{x}{2}\right)^i}{1.2 \dots i} \left[1 - \frac{\left(\frac{x}{2}\right)^2}{1 \cdot (i+1)} + \frac{\left(\frac{x}{2}\right)^4}{1.2 \cdot (i+1)(i+2)} - \dots \right]$$

pour des valeurs notables de x , auquel cas l'emploi de la série serait incommode.

Les remarques suivantes ont pour but de lever cette difficulté.

1. Si x est grand, mais inférieur à i , on a

$$J_i(x) = J_i(ie), \quad e = \frac{x}{i} < 1.$$

On utilise alors la formule donnée par M. Scheibner (*Mathematische Annalen*, t. XVII, 1880, p. 533) (1); on peut l'écrire, en posant à l'ordinaire

$e = \sin \varphi$, E base des logarithmes népériens,

$$ie) = \tan^{\frac{1}{2}} \varphi E^{i \cos \varphi} \frac{1}{\sqrt{2i\pi \cos \varphi}} \left[1 + \frac{1}{8i \cos \varphi} \left(1 - \frac{5}{3 \cos^2 \varphi} \right) + \frac{7}{64i^2 \cos^2 \varphi} \left(\frac{9}{14} - \frac{11}{3 \cos^2 \varphi} + \frac{55}{18 \cos^4 \varphi} \right) \dots \right];$$

elle est d'un emploi commode pour le calcul.

(1) Les expressions trouvées d'abord par M. Scheibner ont fait l'objet de plusieurs travaux. On pourra consulter la thèse de M. Flamme : *Recherches des expressions approchées des termes très éloignés dans les développements qui se rapportent au mouvement elliptique des planètes*. Paris, 1887.

2. Dans le cas où le rapport $\frac{x}{i}$ serait > 1 , il faudrait avoir recours à une autre méthode. La suivante se présente comme une extension de celle indiquée par M. Stieltjes, dans sa thèse de Doctorat, pour le cas de $i = 0$ (Paris, 1886).

On prendra

$$J_n(a) = \frac{2^n}{1.3.5 \dots (2n-1)} \frac{1}{\pi} \frac{1}{\sqrt{2a}} \\ \times \Gamma\left(n + \frac{1}{2}\right) \left\{ 2A \cos \left[a - (2n+1) \frac{\pi}{4} \right] - 2B \sin \left[a - (2n+1) \frac{\pi}{4} \right] \right\};$$

$$A = 1 - \frac{\Gamma\left(n + \frac{5}{2}\right)}{\Gamma\left(n - \frac{3}{2}\right)} \frac{1}{1.2} \frac{1}{(2a)^2} + \frac{\Gamma\left(n + \frac{9}{2}\right)}{\Gamma\left(n - \frac{7}{2}\right)} \frac{1}{1.2.3.4} \frac{1}{(2a)^4} - \dots,$$

$$B = \frac{\Gamma\left(n + \frac{3}{2}\right)}{\Gamma\left(n - \frac{1}{2}\right)} \frac{1}{2a} - \frac{\Gamma\left(n + \frac{7}{2}\right)}{\Gamma\left(n - \frac{5}{2}\right)} \frac{1}{1.2.3} \frac{1}{(2a)^3} + \frac{\Gamma\left(n + \frac{11}{2}\right)}{\Gamma\left(n - \frac{9}{2}\right)} \frac{1}{1.2.3.4.5} \frac{1}{(2a)^5} - \dots$$

A et B sont deux séries semi-convergentes jouissant, comme la série de Stirling, de la propriété que l'erreur commise, en s'arrêtant à un terme, est de signe contraire et inférieure en valeur absolue à ce terme; cela s'applique à condition qu'on considère dans les séries les termes d'exposant $n + 2$ au moins en $\frac{1}{a}$.

On trouve que le rang du plus petit terme est à peu près égal à a dans les deux séries.

3. Le petit Tableau qui suit permet d'apprécier la valeur du facteur $\tan \frac{1}{2} \varphi \operatorname{Re}^{\cos \varphi}$; il contient les logarithmes du facteur f quand on fait

$$\tan \frac{1}{2} \varphi \operatorname{Re}^{\cos \varphi} = fe :$$

φ .	$\log f$.
0.....	0,1333
10.....	0,1300
20.....	0,1204
30.....	0,1052
40.....	0,0857
50.....	0,0636
60.....	0,0411
70.....	0,0208
80.....	0,0059
90.....	0,0000

Soit, par exemple, à calculer $J_i(x)$ pour $i = 54$ et $x = 23,52$.
On trouve

$$\log\left(e = \frac{x}{i}\right) = 1,63403, \quad \varphi = 25^\circ 30' 10'',$$

$$\log f = 0,1123, \quad \log \tan \frac{1}{2} \varphi \sec \varphi = 1,7463 = -0,2537.$$

On voit que $J_{54}(23,52)$ est insensible. Dans le calcul direct de la série, on aurait eu des termes considérables dont plusieurs supérieurs à 1000.

P.-S. — Pour $0 < x < 15,5$, l'Académie de Berlin a publié (janvier 1889) des Tables de $J_0(x)$ et $J_1(x)$ construites par le D^r E. Meissel, de Kiel. Une brochure intéressante de l'auteur sur le même sujet vient de paraître (Kiel, 1890).

**PHÉNOMÈNES OBSERVÉS SUR SATURNE
VERS L'ÉPOQUE DU PASSAGE DU SOLEIL ET DE LA TERRE PAR LE PLAN
DE SES ANNEAUX, EN 1877-1878;**

PAR M. E.-L. TROUVELOT.

Dans un Mémoire « Sur la variabilité des anneaux de Saturne », publié dans le *Bulletin astronomique* (t. II, p. 28), j'ai touché quelques mots des phénomènes intéressants que j'ai observés en 1877 et 1878, avant, pendant et après le passage du Soleil et de la Terre par le plan des anneaux.

Comme des conditions à peu près identiques à celles auxquelles on peut attribuer les phénomènes observés vont se présenter à nouveau en 1891 et 1892, vers l'époque du passage de la Terre et du Soleil par le plan de ces mêmes anneaux, et qu'il est permis de supposer que des causes semblables doivent produire des phénomènes de même ordre, je crois le moment opportun pour faire connaître ces phénomènes, dans l'espoir qu'en attirant aujourd'hui sur eux l'attention, les observateurs pourront en toute connaissance de cause se préparer à les observer sous les conditions les plus favorables, et les vérifier s'il y a lieu.

Vers le milieu de mai 1877, une série d'observations fut entreprise en vue d'étudier et de suivre jour par jour, autant que le permettraient les circonstances, les phénomènes encore peu connus qui résultent de l'approche et de l'éloignement progressif du Soleil

et de la Terre du plan des anneaux de Saturne, ainsi que ceux qui résultent des passages successifs de ces deux astres par ce même plan.

Les conditions requises pour l'observation de ces phénomènes devaient sous peu de temps se trouver réunies. En effet, le Soleil et la Terre, tous deux alors au nord du plan de l'anneau, s'abaisaient graduellement vers ce plan qu'ils devaient successivement traverser : le premier vers le 6 février, et le second vers le 1^{er} mars 1878; pour s'en éloigner ensuite graduellement et aller occuper au sud des positions successivement identiques à celles qu'ils avaient l'un et l'autre occupées au nord avant ces passages.

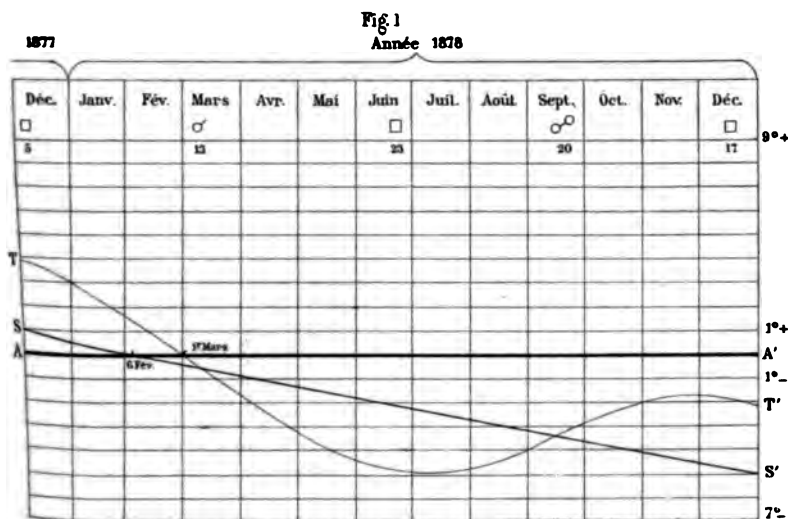
Ce programme ne fut réalisé qu'en partie; car, après le passage de la Terre par le plan de l'anneau, ma santé s'opposa à la continuation des observations, qui, à l'exception de celle du 27 mai 1878, ne furent reprises et poursuivies d'une manière régulière que le 27 septembre suivant, jusqu'au 10 février 1879. Grâce à l'état du ciel, qui fut exceptionnellement favorable aux observations astronomiques durant cette période, Saturne fut observé 221 fois dans d'excellentes conditions : 139 fois avant et 82 fois après le passage de la Terre par le plan des anneaux, et de nombreux dessins de la planète et des principaux phénomènes observés furent en même temps obtenus.

Les observations furent faites à l'aide d'une excellente lunette de Merz, de 0^m,16 d'ouverture, et, selon l'état de l'atmosphère et selon les phénomènes à observer, des grossissements variant de 85 à 460 furent employés.

Les phénomènes observés se divisent en deux catégories : 1^{re} ceux qui se rapportent aux anneaux; 2^{re} ceux qui se rapportent au globe. Ceux de la première catégorie portent : 1^{er} sur la décroissance et la croissance de l'éclat lumineux de la surface des anneaux; 2^o sur l'invasion de leur surface éclairée par une ombre; 3^o sous une forte obliquité solaire, la division de Cassini est plus visible sur une anse que sur l'autre; 4^o la partie antérieure de l'anneau paraît plus étroite que la partie postérieure; 5^o disparition de l'anneau. Ceux de la seconde catégorie portent : 1^{er} sur les déformations du limbe de Saturne; 2^o sur l'inégalité d'éclat entre les parties centrales du globe et celles qui forment sa bordure.

Pour comprendre avec facilité les phénomènes que nous avons

à faire connaître, il est nécessaire que le lecteur ait une idée, au moins approximative, de la position occupée par le Soleil et par la Terre soit au nord, soit au sud du plan des anneaux, au moment où ces phénomènes ont été observés. Le diagramme *fig. 1*, dont



Orbite apparente du Soleil et de la Terre par rapport au plan des anneaux.

AA' plan des anneaux ; SS' positions du Soleil ; TT' positions de la Terre.

les ordonnées représentent les différents mois de l'année, et les abscisses l'élévation du Soleil et de la Terre, soit au nord, soit au sud du plan des anneaux, lui permettra de se rendre compte en un clin d'œil des positions approximatives occupées par les deux astres à n'importe quelle date comprise dans la période d'observations.

La ligne horizontale A, A' représente le plan des anneaux ; la ligne oblique S, S' donne la marche apparente du Soleil, et la ligne ondulée T, T' donne celle de la Terre. Les flèches indiquent le sens du mouvement des deux astres. Les symboles ☿, ♀, ☊ indiquent les conjonctions, les oppositions et les quadratures de Saturne avec le Soleil ; et les figures qui les accompagnent indiquent la date du phénomène.

I. — DÉCROISSANCE ET CROISSANCE DE L'ÉCLAT LUMINEUX DE LA SURFACE ÉCLAIRÉE DES ANNEAUX.

Dès les premiers jours de mes observations régulières de Saturne, le 18 mai 1877, je remarquai avec surprise que, contrairement à ce que j'avais toujours vu jusqu'alors, la surface éclairée de l'anneau paraissait notablement moins lumineuse que la planète. Les observations subséquentes ne firent que confirmer la première, et il était certain que son éclat relatif avait diminué, depuis mes observations de 1872 à 1876. Non seulement il était certain que son éclat avait diminué, mais il devint bientôt évident qu'il allait s'affaiblissant de jour en jour.

Toutes les observations confirment ce phénomène et montrent de la manière la plus évidente que la lumière réfléchie par la surface des anneaux a diminué d'une manière graduelle jusqu'au jour du passage du Soleil par leur plan. Non seulement l'éclat a été graduellement s'affaiblissant durant cette période de neuf mois, mais encore la couleur de cette lumière a changé et, comparée à celle de la planète, elle paraissait jaunâtre et même légèrement orangée. Lors de mes observations de 1872-1876, les résultats étaient précisément opposés, c'est-à-dire que, durant cette période, la couleur de la planète comparée à celle des anneaux paraissait jaunâtre, tandis que celle de ceux-ci était blanche.

Bien que les observations du même phénomène, après le passage de la Terre et du Soleil par le plan des anneaux, soient beaucoup moins nombreuses que celles qui furent faites avant ces passages, il n'est pas douteux, néanmoins, que le phénomène existait alors comme auparavant. En effet, il a été constaté plusieurs fois, et notamment le 28 août 1878, que « l'anneau paraissait moins lumineux que le globe, et que sa couleur était jaunâtre ». A cette dernière date, c'est même la teinte jaunâtre de l'anneau qui faisait qu'on pouvait le distinguer sur la planète, dont la couleur était comparativement blanche. Le phénomène approchait cependant de sa fin; car, un mois plus tard, le 26 novembre, il est constaté que « l'anneau paraît à peu près aussi brillant que le globe », et quelques jours après, le 6 décembre, « on reconnaît facilement que

l'anneau est plus brillant que la planète ». Depuis ce jour jusqu'aujourd'hui, l'anneau de Saturne a constamment gardé un éclat supérieur à celui du globe, comme il l'avait gardé avant 1877.

Si l'on recherche les causes probables de cet affaiblissement et de cette recrudescence d'éclat de l'anneau, on est de suite amené à penser qu'ils sont dus soit à la position de la Terre, soit à celle du Soleil par rapport au plan des anneaux. Si c'est à la position de notre globe que l'on doit attribuer ce phénomène, on devrait pouvoir s'en assurer par les recrudescences et les affaiblissements de son éclat correspondant avec les éloignements et les rapprochements périodiques de la Terre de la surface des anneaux. Or, l'observation n'a jamais rien révélé de semblable. Du 18 mai 1877 au 6 février 1878, et de cette dernière date jusqu'au 28 octobre de la même année, l'éclat de la surface Nord de l'anneau a été graduellement en décroissant dans la première période et celui de la surface Sud graduellement en augmentant dans la seconde. On peut donc admettre que la position de la Terre n'était pour rien ou, dans tous les cas, que pour fort peu de chose dans la production du phénomène. C'est donc dans la position du Soleil qu'il faut en chercher la cause.

Nous avons montré plus haut que le Soleil s'était rapproché du plan de l'anneau jusqu'au jour de son passage par ce plan, et qu'ensuite il s'en était éloigné avec la même régularité. Or, les phénomènes de décroissance et de croissance d'éclat lumineux observés sur les surfaces opposées de l'anneau sont en parfaite conformité avec les positions successives du Soleil, dont la décroissance de hauteur correspond exactement à la diminution de la lumière de la surface Nord de l'anneau, et dont la croissance correspond à l'augmentation d'éclat de la surface Sud. Il faut donc admettre que le phénomène était dû en très grande partie, sinon en totalité, à la position du Soleil par rapport au plan de l'anneau.

Si, avec ces données, nous admettons, comme du reste nos observations du 18 mai 1877 au 6 décembre 1878 semblent nous autoriser, que les choses se passent sur la surface Nord des anneaux comme elles se sont passées sur la surface Sud, il nous sera facile de déduire approximativement la date de l'année 1877 où l'anneau a commencé à diminuer d'éclat, ainsi que celle où son éclat était égal à celui de la planète. En effet, si à une hauteur

donnée du Soleil au-dessus du plan de l'anneau correspond un éclat toujours approximativement égal, il s'ensuit que si nous recherchons quelles étaient les dates, en 1877, où la hauteur du Soleil égalait $+4^{\circ}30'$ et $+4^{\circ}23'$, nous aurons résolu le problème. On trouve que la première hauteur correspondait au 6 et la seconde au 16 avril 1877, c'est-à-dire que c'est un mois environ avant que nous ayons entrepris nos observations que la surface Nord de l'anneau a commencé à subir une diminution d'éclat; de sorte que, le 16 avril, la diminution était telle qu'il y avait égalité d'éclat entre l'anneau et la planète.

D'après ces observations et les déductions que nous en avons tirées, il semblerait donc que, quand la hauteur du Soleil est réduite à $4^{\circ}30'$, la surface de l'anneau va graduellement diminuant d'éclat à mesure que l'astre s'abaisse vers son plan, et que, après avoir traversé ce plan, la surface opposée va graduellement croissant en éclat, à mesure que le Soleil s'élève, jusqu'au jour où il atteint une hauteur de $4^{\circ}30'$.

Mais comment la position du Soleil peut-elle affecter l'intensité lumineuse de l'anneau? L'affaiblissement se fait-il uniquement et conformément à la loi de Lambert qui veut que la quantité de rayons réfléchis diminue à mesure que l'angle d'incidence augmente, ou bien est-il dû à d'autres causes, telles que l'absorption des rayons solaires par une atmosphère appartenant aux anneaux, par exemple, etc., etc.? A présent nous n'avons aucune donnée pour répondre à ces questions; mais il est permis d'espérer que les observations faites vers l'époque des prochains passages du Soleil et de la Terre par le plan des anneaux permettront de le faire.

II. — INVASION GRADUELLE DE LA PARTIE ÉCLAIRÉE DE L'ANNEAU PAR UNE OMBRE.

Depuis le 6 octobre 1877, alors que le Soleil était à $1^{\circ}49'$ au nord du plan de l'anneau, jusqu'au 6 février 1878, jour de son passage par le même plan, la surface illuminée de l'anneau alla graduellement décroissant de largeur à mesure que décroissait la hauteur du Soleil, de sorte que le 5, veille de ce passage, elle n'était plus représentée que par un mince filet lumineux, fort difficile à reconnaître à cause de son extrême ténuité (*fig. 2*).

Le phénomène consistait en une invasion graduelle de la surface antérieure de l'anneau par quelque chose qui ressemblait à une ombre portée par un corps opaque, et qui, petit à petit, s'avancait sur elle et l'obscurcissait.

Le 6 octobre, le phénomène était déjà rendu apparent par un obscurcissement très prononcé de la partie de l'anneau qui traversait la planète. Le 18 décembre, quand la hauteur du Soleil était réduite à $+ 0^{\circ}44'$, le phénomène était beaucoup plus accentué, et

Fig. 2.



toute la partie de l'anneau qui traversait le globe ainsi que celles qui l'avoisinaient sur les anses étaient plongées dans l'obscurité. Le 25 janvier 1878, quand l'élévation du Soleil n'était plus que $+ 0^{\circ}12'$, l'ombre envahissante s'étendait si loin sur l'anneau qu'elle empiétait déjà sur sa partie postérieure et semblait se confondre avec celle que le globe portait alors sur elle à l'Est (*fig. 3*), de telle sorte que l'anse orientale paraissait entièrement séparée de la planète par une lacune sombre qui, par sa largeur et sa position, correspondait avec l'ombre portée par Saturne sur ses anneaux. La forme angulaire de cette ombre, très facile à reconnaître, ne laissait du reste aucun doute sur son identité. Le 4 février, alors que la hauteur du Soleil n'était plus que $+ 0^{\circ}5'$, la surface éclairée ne formait plus qu'un trait lumineux nettement arrêté et d'une ténuité extrême (*fig. 2*) qui, le 5 février, veille du passage du Soleil par le plan des anneaux, était fort difficile à reconnaître et semblait par

moments discontinu et formé de globules lumineux à peine perceptibles.

Le phénomène en question ne saurait évidemment s'expliquer par l'obliquité croissante de la surface de l'anneau, causée par l'abaissement progressif de la Terre vers son plan; d'abord, parce que la décroissance graduelle de la partie éclairée de l'anneau n'était pas du tout en rapport avec l'abaissement de notre globe, mais se faisait, au contraire, plus rapidement qu'il ne convenait, et ensuite, parce que cette surface éclairée, au lieu d'être une ellipse parfaite, avait une forme irrégulière (*fig. 3*). Et puis, l'élévation de la Terre,

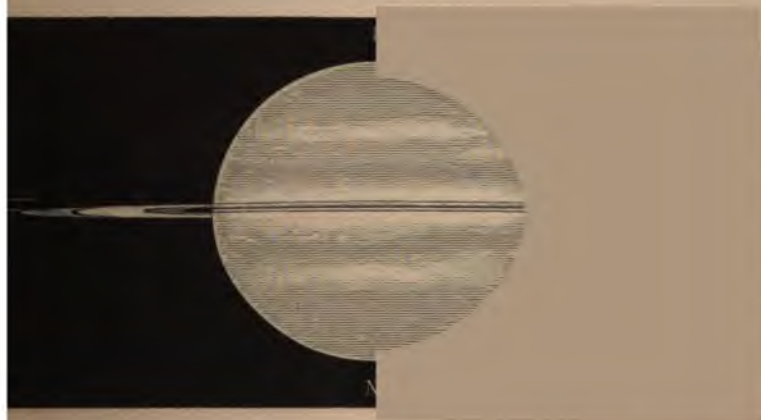
Fig. 3.



qui, le 6 octobre, était $+3^{\circ}21'$ et alla s'agrandissant jusqu'au 16 novembre où elle était $+3^{\circ}55'$, était encore $+1^{\circ}20'$ le 5 février 1878, quand la portion éclairée de l'anneau était réduite à un trait lumineux interrompu, et d'une telle ténuité qu'il était difficile de l'apercevoir. Or, quand la Terre occupe une position identique, ou même inférieure à celle qu'elle avait à cette dernière date, l'anneau est encore un objet fort remarquable, sous-tendant un angle de $0^{\circ},86$, et sur lequel on distingue encore facilement l'ouverture des anses, et qui ne saurait passer inaperçu pour des instruments même d'assez petite dimension, quand toutefois la hauteur du Soleil n'est guère inférieure à 2° , par exemple. La *fig. 4* qui est la projection de Saturne et de ses anneaux pour le 4 0

er 1878, montre l'anneau tel qu'il aurait dû apparaître si sa surface eût été plane et par conséquent exposée aux rayons du Soleil. Le phénomène ne saurait non plus être attribué à une erreur d'observation, où l'ombre portée par l'anneau sur le globe aurait été prise et confondue avec lui-même. En effet, le 6 octobre, cette ombre portée au nord commençait déjà à se dégager de l'anneau lumineux C, duquel elle était séparée par un étroit filet lumineux appartenant au globe. Cet étroit filet lumineux séparant l'ombre de l'anneau C ne fit du reste que s'accroître de jour en jour, à mesure que décroissait la largeur de l'ombre ainsi portée; de sorte que, si

Fig. 4.



l'erreur le filet lumineux appartenant au globe eût été confondu avec l'anneau, la surface illuminée de ce dernier aurait dû augmenter de largeur, au lieu de diminuer, comme l'a montré l'observation. Du reste, l'obscurcissement de l'anneau s'étendait au delà du globe, ce qui suffit amplement à montrer qu'il était distinct de l'ombre portée par l'anneau, puisque celle-ci ne pouvait s'étendre au delà de ce globe.

L'étroite connexion observée entre l'accroissement de l'ombre sur la surface éclairée de l'anneau et l'abaissement du Soleil sur son horizon montre clairement que cet astre était la cause principale du phénomène.

En réfléchissant aux causes qui seraient capables de produire un

tel obscurcissement sur l'anneau, on n'en voit guère qu'une seule qui pourrait l'expliquer, et encore elle offre de sérieuses difficultés. Le phénomène observé, nous l'attribuons à la surélévation au-dessus du niveau général d'une zone s'inclinant doucement vers la planète. En supposant que les anneaux aient une surface plane, il est évident que cette surface recevrait les rayons solaires et resterait, par conséquent, visible aussi longtemps que le Soleil resterait au-dessus d'elle.

Nous avons montré ailleurs (*Bulletin astronomique*, t. II, p. 16 et suiv.; 1885) que la forme de l'ombre du globe portée sur les anneaux ne saurait se concilier avec une surface parfaitement plane, et nous avons fait voir que le niveau de cette surface est variable et change souvent de hauteur. Par la forme des contours de cette ombre, nous avons reconnu que l'épaisseur maxima des anneaux se rencontre sur l'anneau B, à quelque distance de la division de Cassini. Or, si, intérieurement à cette division, l'anneau B possède une zone variable d'une certaine hauteur, il en résultera que, quand le Soleil s'approchera du plan de l'anneau, cette zone plus élevée, interceptant les rayons solaires, projettera en arrière une ombre qui s'étendra de plus en plus à mesure que l'astre s'abaissera, et finira par envahir presque toute la partie intérieure à cette zone et près de la moitié de la surface de l'anneau A, la plus éloignée du Soleil, et par là plonger dans l'obscurité malgré l'élévation de la Terre qui, sans cela, verrait encore parfaitement l'anneau.

Le calcul montre que, pour que, la zone protubérante de l'anneau B, que nous avons supposée être à 6000^{km} de la bordure extérieure de cet anneau, ait pu porter une ombre qui, le 25 janvier 1878, s'étendait jusqu'à celle que portait le globe sur l'anneau, il fallait que sa crête s'élevât approximativement à 400^{km} au-dessus du plan de ces derniers. En supposant que les choses soient ainsi, c'est donc une zone de 400^{km} d'élévation qui existait à cette époque sur la surface Nord de l'anneau B.

Si nous admettons que les surfaces opposées sont à peu près symétriques, comme nos observations de 1872 à 1889, faites sur leurs surfaces Nord et Sud, semblent nous y autoriser, il faudra doubler ce nombre pour obtenir l'épaisseur totale de la zone protubérante de l'anneau B, et lui donner 800^{km}. Or, 800^{km} est une épais-

eur considérable, si on la compare à celle qui a été attribuée à l'anneau par d'autres observateurs, mais que les observations que nous venons de faire connaître ne permettent guère de réduire.

Si la zone protubérante de l'anneau B est de 800^{km} , cette épaisseur entière ne serait du reste visible de la Terre que dans de très rares et courts instants, qui se présentent seulement de loin en loin. En effet, puisque la partie protubérante ne se trouve pas sur le bord extérieur de l'anneau A, mais est située à 25600^{km} de lui, sur l'anneau B, il en résulte que, pour la plupart du temps, la moitié de cette zone protubérante est invisible de la Terre, soit parce qu'elle se trouve cachée à nos regards par l'interposition de l'anneau A, qui lui fait écran, soit parce qu'elle se trouve sur le côté obscur et plongée dans la nuit.

L'épaisseur totale des zones protubérantes Nord et Sud ne saurait guère s'apercevoir que quand le Soleil et la Terre traversent en même temps, ou à des intervalles de temps très rapprochés, le plan des anneaux; et encore est-il nécessaire pour cela que ces passages s'effectuent vers l'époque de l'opposition de Saturne; car, s'ils avaient lieu vers la conjonction, il ne serait guère possible d'observer des phénomènes si délicats, à cause de sa proximité du Soleil et de celle de l'horizon. Le phénomène en question se présente donc fort rarement, de sorte que nous ne voyons jamais guère que moitié de la zone protubérante de l'anneau B. C'est donc à 400^{km} qu'il nous faut, en pratique, réduire son épaisseur. Or, 400^{km} égalent 248,6 milles, nombre en parfait accord avec l'évaluation d'Herschel, qui donnait à l'anneau une épaisseur de 250 milles. Il est vrai que G. Bond lui donnait une épaisseur beaucoup moindre, puisqu'il l'évaluait à moins de 40 milles, 64^{km} seulement. Cette épaisseur pourrait peut-être convenir à l'anneau A, bien que nous pensions qu'elle soit trop forte, quand nous nous rappelons que cet anneau est quelquefois si mince qu'il devient transparent, comme semblent le montrer nos observations du 21 novembre au 6 décembre 1880, que nous avons fait connaître ailleurs (*Bulletin astronomique*, t. I, p. 530; 1884).

Mais Bond, qui ignorait que le système des anneaux de Saturne n'est pas plan, et que c'est à une assez grande distance de son bord extérieur qu'il atteint son maximum d'épaisseur, ne pouvait arriver qu'à une évaluation erronée et trop petite de cette épaisseur. Il est

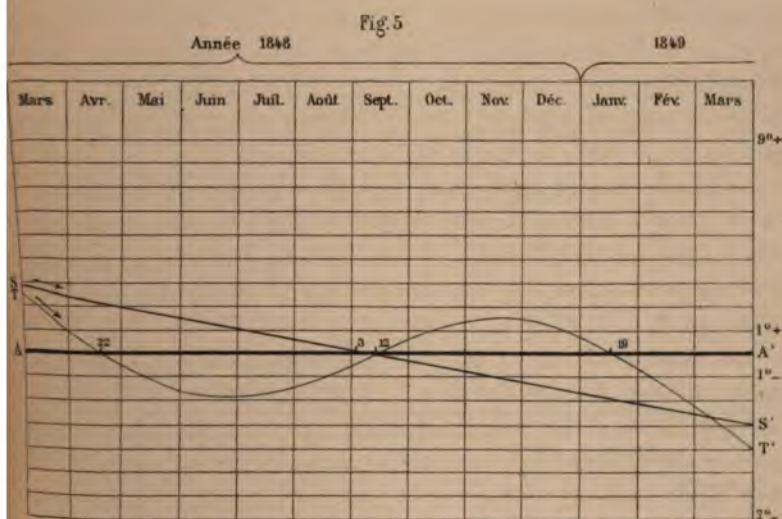
même fort douteux, d'ailleurs, que Bond ait jamais vu le bord illuminé de l'anneau A, et par conséquent qu'il ait jamais pu évaluer son épaisseur. En effet, ce qu'il nomme *edge of the ring* n'est évidemment pas le bord extérieur de cet anneau : d'abord, parce que le filet lumineux qu'il nomme ainsi ne formait pas un trait continu et d'une épaisseur uniforme, mais était, au contraire, toujours interrompu et formé de traits et de points différant en éclat ; et ensuite, parce qu'il n'occupait pas la place qui convenait au bord extérieur de l'anneau A. En effet, le bord extérieur de cet anneau, s'il eût été visible, devait apparaître comme un trait lumineux non interrompu ; et ce trait aurait dû se trouver précisément à la place opposée où Bond l'a observé. Du 22 avril au 3 septembre 1848, il observait ce trait lumineux au-dessus, c'est-à-dire au sud de la bande obscure qui traversait le globe, tandis que le bord de l'anneau A présenté à l'observateur se trouvait au-dessous, ou au nord de cette bande. Du 13 septembre 1848 au 19 juin 1849, c'est au-dessous, c'est-à-dire au nord de la bande obscure qu'il observait le filet lumineux qu'il nomme si souvent *edge of the ring*, quand c'est au-dessus, ou au sud, que se trouvait le bord extérieur de l'anneau A.

Du reste, Bond ne s'y est pas trompé, comme il ressort clairement de son observation du 3 novembre 1848, où il dit : « The interruptions in the light of the ring are so plainly seen, that no one could for a moment hesitate as to their explanation, namely, the light reflected from the inner edges. » (*Annals of the Harvard College observatory*, vol. II, part I, p. 31.)

L'évaluation de Bond, qui repose sur des données erronées, ne peut convenir au système des anneaux, et ne saurait servir d'argument contre l'épaisseur que nous avons essayé de déduire de l'empatement de l'ombre sur leur surface. Et puis, il est une autre considération importante qui n'a pas non plus échappé à cet observateur distingué, et qui s'oppose pour ainsi dire à une aussi petite épaisseur ; car, avec elle, la densité moyenne de la matière composant les anneaux devrait être plus de trois fois plus forte que ne l'est celle qui compose le globe. Pour satisfaire à cette dernière objection, il faudrait donc une plus grande épaisseur à l'anneau.

En 1848, les conditions étaient cependant très favorables pour mesurer l'épaisseur totale de l'anneau (*fig. 5*). car pendant neuf

ours, du 3 au 12 septembre, la partie protubérante que nous avons pu reconnaître devait se présenter à peu près de face à la Terre. Aussi Bond, qui l'a, semblerait-il, observée sans s'en douter, est-il surpris de son éclat, qui est tel que l'anneau est même visible sans le chercheur de 3 pouces d'ouverture. Le 12 après minuit, il fit la remarque que, depuis le 3 septembre, l'éclat de l'anneau était presque trop grand pour être comparé à ce qu'il était avant cette dernière date. D'après ce même observateur, la bande noire qui traversait la planète avant le 3 septembre était, après cette date,



Orbite apparente du Soleil et de la Terre par rapport au plan des anneaux.

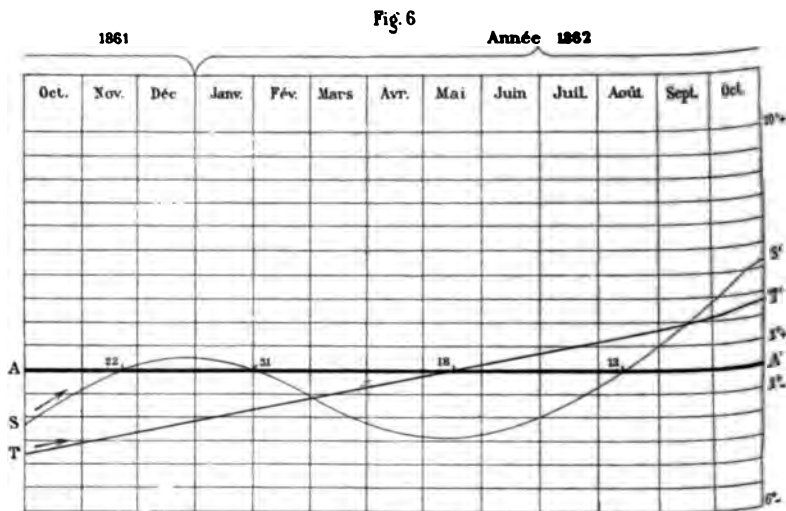
AA' plan des anneaux; SS' positions du Soleil; TT' positions de la Terre.

remplacée par une zone brillante qui resta visible jusqu'au 12, et qui le 13 avait disparu et était remplacée par une bande obscure comme auparavant.

La zone brillante qui apparut si soudainement le 3 septembre, et qui disparut avec la même soudaineté le 13, ne pouvait être attribuée à la surface éclairée de l'anneau, comme le pensait Bond ; car, s'il en eût été ainsi, il semble qu'elle aurait été graduellement diminuant de largeur et en même temps d'éclat, puisque la Terre se rapprochait rapidement de cette surface et que l'angle qu'elle

sous-tendait, en la supposant plane, diminuait proportionnellement à l'abaissement de notre globe, dont la hauteur, qui était — 0"21', le 3 septembre, était réduite à 0"0' le 13. Or, comme, d'après l'observation, cette zone était aussi large et aussi brillante les 10 et 12 septembre qu'elle l'était le 3, il est permis de penser que c'est à la zone protubérante de l'anneau B que Bond avait affaire, et non à la lumière réfléchie par la surface Sud de l'anneau. C'est cette zone qu'il aurait fallu mesurer pour obtenir l'épaisseur de l'anneau.

Aux passages suivants de 1861-1862, Saturne ne s'est pas trouvé



Orbite apparente du Soleil et de la Terre par rapport au plan des anneaux.

AA' plan des anneaux ; SS' positions du Soleil ; TT' position de la Terre.

dans des conditions favorables pour présenter en même temps ses deux zones protubérantes au Soleil et à la Terre, pas plus que pour permettre d'observer l'envahissement de la partie éclairée par l'ombre de cette zone, le passage du Soleil par le plan des anneaux s'étant effectué vers la quadrature (*fig. 6*) quand la Terre était à près de 3° au-dessus de l'anneau. En 1878, il en fut à peu près de même ; les conditions n'étaient pas non plus favorables, le passage de la Terre par le plan des anneaux s'étant effectué quel-

ques jours avant la conjonction, quand Saturne était si rapproché du Soleil et de l'horizon qu'on pouvait à peine distinguer cet astre, plongé comme il l'était dans les rayons solaires et les vapeurs de l'horizon (*fig. 1*).

La zone protubérante, qui, avec le Soleil, est la cause des phénomènes que nous venons de faire connaître, nous était naturellement suggérée par les déviations qui ont été si souvent constatées sur les contours de l'ombre du globe portée sur l'anneau B. Mais, bien qu'elle explique avec facilité les déviations de l'ombre et l'envahissement graduel de la partie éclairée des anneaux, et que nous soyons persuadé de son existence, nous ne devons cependant pas nous dissimuler, comme nous en avons déjà touché un mot, que cette explication présente des objections très sérieuses, auxquelles il n'est pas facile de répondre avec nos connaissances actuelles. En effet, s'il est vrai que les rayons solaires très obliques se trouvent interceptés par une zone protubérante située près de la division de Cassini, on ne voit pas pourquoi la face antérieure de cette zone, qui se trouve tournée vers le Soleil et vers la Terre, ainsi que la surface antérieure de l'anneau A, également exposée au Soleil et à l'observateur, ne seraient pas visibles. Or, nos observations ne nous ont rien révélé à ce sujet. Du 6 octobre 1877 au 5 février 1878, nous n'avons pas aperçu la plus légère trace du mince filet lumineux qui, théoriquement, aurait dû s'étendre de l'extrémité orientale à l'extrémité occidentale de l'anneau A, pas plus que du léger renflement que devait lui faire subir, sur une longueur moindre, la zone protubérante. A quoi faut-il attribuer cette anomalie? Car il semble bien certain que l'anneau B portait une ombre sur ses autres parties. Le filet lumineux qui, théoriquement, devrait exister, était-il trop exigü pour être reconnu avec notre instrument? il ne le semblerait pas; ou bien faut-il attribuer son invisibilité à une cause inconnue?... Peut-être les observations de 1891 nous apporteront-elles quelque lumière sur ce sujet.

Herschel et Dawes, en lutte, il paraîtrait, avec les mêmes difficultés, sont arrivés tous deux à cette conclusion qui peut paraître extraordinaire, « that there are very strong reasons to induce us to think that the edge of the ring is of such a nature as not to reflect much light ». Nous avons montré que Bond, en 1848, n'a jamais non plus vu trace du bord de ce même anneau, pas plus que nous-

même n'en avons vu de trace en 1878. Il n'est guère admissible cependant que les matériaux qui composent les bords de cet anneau et de cette zone protubérante soient dépourvus de la faculté de réfléchir la lumière, surtout quand nous savons que la zone protubérante est précisément la plus brillante de tout le système, quand nous l'observons dans d'autres conditions, quand le Soleil et la Terre sont plus élevés au-dessus de sa surface. Il y a certainement là un mystère qui reste à éclaircir.

(A suivre.)

OBSERVATIONS DE COMÈTES ET DE PLANÈTES,

FAITES A L'OBSERVATOIRE D'ALGER, au télescope de 0^m,50;

PAR M. A. RAMBAUD.

Dates.	T. m. d'Alger.	$\Delta R.$	$\Delta(Q).$	N. de c.	R app.	log. f. p.	(Q) app	log. f. p.
(279) Thule.								
1889-1890.	h m s	m s			h m s			
DÉC. 23.	9.52.21	-1. 8,78	+ 2.39,6	28.14	3.45. 6,24	2,588	+19.19.21,9	0,421
24.	10. 0.29	+1. 6,35	+ 4.33,6	16.8	3.44.40,21	2,819	+19.18.23,2	0,421
27.	10.34.33	-0. 6,39	+ 1.50,9	20.10	3.43.27,46	1,221	+19.15.40,5	0,442
JANV. 14.	9. 4.38	-1.56,35	+ 0.50,8	12.10	3.39.10,78	1,130	+19. 8.39,9	0,434
16.	8.53. 7	-2. 5,38	+ 1.17,1	18.18	3.39. 1,73	1,106	+19. 9. 6,1	0,432
17.	10. 4.58	-2. 8,93	+ 1 28,3	10.10	3.38.58,17	1,445	+19. 9.17,3	0,488
24.	10.18. 6	-2. 2,38	+ 4.26,9	8.12	3.39. 4,64	1,542	+19.12.15,8	0,511
25.	9. 3.47	-1.57,40	+ 5. 3,3	14. 6	3.39. 9,60	1,346	+19.12.52,2	0,466

(280) Borrelly.

JANV. 2.	6.18. 5	+1.44,43	- 0.12,6	10.10	18.31.55,55	1,710	+24. 4.27,8	0,721
3.	6. 6.43	-0.18,33	- 6.19,4	8.8	18.30.57,89	1,707	+22.33.30,3	0,711
3.	6.24.10	-0.17,86	- 7.33,2	8.8	18.30.56,36	1,700	+22.32.16,5	0,721

(87) Sylvia.

JANV. 27.	9.54. 6	-0. 6,11	- 0.52,1	14.8	8.44.41,78	1,502	+29.54.58,3	0,221
28.	11.18. 1	-0.56,82	+ 3.24,9	10.10	8.43.51,08	1,100	+29.59.15,4	0,021

(33) Polymnia.

JANV. 27.	11. 7.39	+2.27,89	+ 5.44,8	18.10	9. 1.41,71	1,262	+19.16.41,7	0,421
FÉV. 14.	9.37.58	+0.29,16	+ 0.35,8	18.10	8.46.13,87	1,281	+20.13.40,1	0,421

T. m. d'Alger. ΔR . ΔQ . N. de c. R app. log f. p. (Q) app. log f. p. *

◀ Swift.

h m s m s — ' " h m s
b. 8.11.59 +1.11,47 — 9.19,3 8.8 1.47.47,66 1,454 +27.15.54,6 0,288 k

(107) Camilla.

10.58.39 —2.36,09 +10.15,2 14.18 9.49. 9,06 1,206 n + 5.47.47,6 0,661 l
10.53.18 —3.17,05 +16. 5,4 10.10 9.48.28,11 2,607 n + 5.53.37,9 0,655 l
10.35. 2 —1.48,95 — 6.21,1 8.8 9.47.46,50 1,258 n + 6.17.15,2 0,656 m

Positions des étoiles de comparaison.

Gr.	R moy. 1889-90,0.	Red. au j.	(Q) moy. 1889-90,0	Red. au j.	Autorités.
8.5	3.46.11,62	+3,40	+19.16.32,4	+ 9,9	W ₂ , 3 ^h n° 971.
9.0	3.43.30,48	+3,38	+19.13.39,5	+10,1	W ₂ , 3 ^h n° $\frac{921+922}{2}$.
9.0	"	+3,37	"	+10,1	Id.
9.0	3.41. 7,34	—0,21	+19. 7.50,4	— 1,3	W ₂ , 3 ^h n° 972.
9.0	"	—0,23	"	— 1,4	Id.
9.0	"	—0,24	"	— 1,4	Id.
9.0	"	—0,32	"	— 1,5	Id.
8.1	"	—0,34	"	— 1,5	Id.
7.3	18.30.13,43	—2,30	+24. 4.42,6	— 2,2	B. B. t. VI, +24°, n° 3440.
8.2	18.31.18,49	—2,27	+22.39.52,2	— 2,5	B. B. t. VI, +22°, n° 3418.
8.2	8.44.47,26	+0,63	+29.55.52,7	— 2,3	B. B. t. VI, +29°, n° 1779.
9.0	"	+0,64	"	— 2,2	Id.
9.0	8.59.13,26	+0,56	+19.10.59,4	— 2,5	W ₂ , 8 ^h , n° 1404.
9.0	8.45.44,03	+0,68	+20.13. 6,4	— 2,1	Lal., n° 17443.
9.0	1.46.37,69	—1,50	+27.25.13,1	+ 0,8	W ₂ , 1 ^h n° 1031.
9.0	9.51.44,48	+0,67	+ 5.37.35,7	— 3,3	W ₁ , 9 ^h n° 1072.
9.0	"	+0,68	"	— 3,2	Id.
9.3	9.47.34,74	+0,71	+ 6.23.39,9	— 3,6	B. B. t. VI, +6°, n° 2223.

ÉPHÉMÉRIDE DE LA PLANÈTE (56) MELETE

(GRANDEUR 10-11);

PAR M. R. LUTHER.

12 h. Berlin 1890.	R. h m s	(Q).	log Δ.	T. d'arrêt en s
Mai 10.....	16.15.28,03	—10.55. 6,1	0,076864	9.34
11.....	14.45,34	47.34,6	0,075118	52
12.....	14. 1.56	40. 5,0	0,073450	49
13.....	13.16,77	32.37,8	0,071862	47
14.....	12.31,04	25.13,5	0,070356	45
15.....	11.44,43	17.52,6	0,068932	43
16.....	10.57,02	10.35,6	0,067593	41
17.....	10. 8,89	3.22,8	0,066338	40
18.....	9.20,13	9.56,14,8	0,065170	38
19.....	8.30,80	49.12,0	0,064089	37
20.....	7.40,99	42.15,0	0,063096	35
21.....	6.50,77	35.24,2	0,062192	34
ε en long. 22.....	6. 0,25	28.40,0	0,061376	33
23.....	5. 9,50	22. 2,8	0,060649	32
ε en R 24.....	4.18,61	15.33,2	0,060011	31
25.....	3.27,65	9.11,5	0,059462	31
26.....	2.36,71	2.58,1	0,059003	30
27.....	1.45,88	8.56,53,6	0,058633	30
28.....	0.55,03	50.58,0	0,058352	29
29.....	16. 0. 4,85	45.12,0	0,058159	29
30.....	15.59,14,81	39.35,8	0,058054	29
31.....	58.55,50	34. 9,9	0,058037	29
Juin 1.....	57.36,08	28.54,4	0,058106	29
2.....	56.47,54	23.49,7	0,058261	29
3.....	55.59,63	18.56,1	0,058500	29
4.....	55.12,11	14.13,8	0,058823	30
5.....	54.26,04	9.43,1	0,059229	30
6.....	53.40,48	5. 4,3	0,059718	31
7.....	52.55,84	1.17,5	0,060287	32
8.....	52.12,18	7.57,22,9	0,060936	33
9.....	51.29,58	53.40,8	0,061663	34
10.....	50.48,09	50.11,5	0,062468	35
11.....	50. 7,28	46.55,1	0,063350	36
12.....	49.28,70	43.41,7	0,064306	37
13.....	48.50,96	40. 4,4	0,065335	38
14.....	48.14,57	38.04,4	0,066435	40
15.....	47.47,59,60	35.33,0,8	0,067604	9.41

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

KAR (E.). — SUR L'INFLUENCE DU FROTTEMENT ET DES ACTIONS MUTUELLES INTÉRIEURES DANS LES MOUVEMENTS PÉRIODIQUES D'UN SYSTÈME. APPLICATION : SPHÉROÏDE TERRESTRE. Bruxelles, 1888 (Extrait du t. LI des *Mémoires couronnés, etc.*). In-4°, 55 pages.

KAR (E.). — SUR L'ENTRAÎNEMENT MUTUEL DE L'ÉCORCE ET DU NOYAU TERRESTRES EN VERTU DU FROTTEMENT INTÉRIEUR. Bruxelles, 1889 (Extrait des *Bulletins de l'Académie*). In-8°, 18 pages.

GRE (J.). — QUELQUES MOTS A PROPOS DE LA NOTICE DE M. RONKAR *Sur l'entraînement mutuel, etc.* (*Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 1890). In-8°, 7 pages.

Nous tâcherons de donner, aussi brièvement que possible, une idée de la nature des calculs sur lesquels s'appuie M. E. Ronkar pour affirmer que, dans un système de points matériels, sollicités par leurs actions mutuelles et soumis à des frottements, on peut considérer les points comme *indépendants* ou comme *invariablement liés* entre eux, selon qu'il s'agit de forces extérieures périodiques à *courte période* ou à *longue période*. Ses recherches ont été entreprises en vue d'une application à la théorie de la prétendue nutation diurne.

En fond, tout revient à cette remarque bien simple, qu'un frottement proportionnel à une vitesse relative v (comme on l'admet pour les fluides), s'il s'ajoute à une accélération périodique $\frac{dv}{dt} = A \cos nt$, introduit un terme de la forme $\frac{\beta}{n} A \sin nt$, négligeable auprès de $A \cos nt$, si la période est très courte et, par suite, n très grand. L'influence du frottement sur la vitesse relative s'atténue à mesure que n augmente; ce que montre l'ensemble des relations

$$\frac{dv}{dt} + \beta v = A \cos nt,$$

$$v = A \frac{n \sin nt + \beta \cos nt}{n^2 + \beta^2}, \quad \frac{dv}{dt} = A \frac{n^2 \cos nt - n\beta \sin nt}{n^2 + \beta^2},$$

Nous faisons abstraction du terme $e^{-\beta t}$, qui disparaît avec le temps.

Si $n = \infty$, on aurait $\frac{dv}{dt} = A \cos nt$, comme dans le cas de $\beta = 0$. Pour

$n = 0$, au contraire, $\frac{dv}{dt} = 0$.

Ceci posé, occupons-nous du premier Mémoire de M. Ronkar, qui a paru en 1888. (M. Ronkar est ingénieur honoraire des Mines, chargé de cours à l'Université de Liège.)

L'auteur commence par considérer deux points matériels libres m et m' , soumis chacun à l'action d'une force périodique et à celle d'un frottement qui dépend de leur vitesse relative. Le frottement étant supposé, pour chacun des points, proportionnel à la vitesse relative de l'autre, on a, pour le point $m(x, y, z)$, les composantes

$$f_x = \alpha \frac{d}{dt} (x' - x), \quad f_y = \alpha \frac{d}{dt} (y' - y), \quad f_z = \alpha \frac{d}{dt} (z' - z),$$

et pour le point $m'(x', y', z')$ les composantes $-f_x, -f_y, -f_z$. Les équations du mouvement deviennent

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = F_x + f_x, \quad m' \frac{d^2 x'}{dt^2} = F'_x - f_x, \\ \dots\dots\dots, \quad \dots\dots\dots,$$

où $F_x, F'_x, \dots$ sont les forces périodiques. Il suffit de considérer deux équations relatives à l'axe des x , M. Ronkar pose

$$F_x = \Sigma a \cos L, \quad F'_x = \Sigma a' \cos L',$$

où L, L' représentent des arguments de la forme $n(t - \tau), n'(t - \tau)$ il procède à l'intégration des deux équations simultanées. On a tout suite les deux combinaisons

$$\frac{d^2}{dt^2} (mx + m'x') = \Sigma a \cos L + \Sigma a' \cos L',$$

$$\frac{d^2}{dt^2} (x - x') + \beta \frac{d}{dt} (x - x') = \frac{1}{m} \Sigma a \cos L - \frac{1}{m'} \Sigma a' \cos L',$$

où $\beta = \alpha \left(\frac{1}{m} + \frac{1}{m'} \right)$. Elles s'intègrent sans difficulté. Pour simplifier nous omettrons les signes Σ . On trouve d'abord

$$\frac{d}{dt} (mx + m'x') = \frac{a}{n} \sin L + \frac{a'}{n'} \sin L' + A,$$

$$\frac{d}{dt} (x - x') = \frac{a}{m} \frac{n \sin L + \beta \cos L}{n^2 + \beta^2} - \frac{a'}{m'} \frac{n' \sin L' + \beta \cos L'}{n'^2 + \beta^2} + B e^{-\beta t}.$$

En posant encore

$$\frac{1}{n} \beta = \varepsilon, \quad \frac{1}{n'} \beta = \varepsilon'; \quad \varphi' = \cos \lambda' = \varepsilon' \sin \lambda';$$

$$\varphi \sin \lambda = \frac{m'}{m} \frac{\varepsilon}{1 + \varepsilon^2}, \quad \varphi \cos \lambda = 1 + \frac{m'}{m} \frac{1}{1 + \varepsilon^2},$$

on trouve ensuite

$$(m + m') \frac{dx}{dt} = \frac{a}{n} \rho \sin(L + \lambda) + \frac{a'}{n'} \rho' \sin(L' - \lambda') + A + m' B e^{-\beta t},$$

et une expression analogue pour $\frac{dx'}{dt}$. En différentiant, il vient

$$(m + m') \frac{d^2 x}{dt^2} = a \rho \cos(L + \lambda) + a' \rho' \cos(L' - \lambda') - m' \beta B e^{-\beta t}.$$

C'est en étudiant cette nouvelle expression de la force motrice que M. Ronkar arrive à conclure que les points m , m' peuvent être considérés comme indépendants pour les termes à courte période, et comme solidaires pour les termes à longue période. Voici son raisonnement :

Supposons d'abord que L soit un argument à courte période (n très grand, ε et λ très petits), on aura sensiblement $\rho = \frac{m + m'}{m}$, et l'équation ci-dessus deviendra

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = a \cos L + \dots;$$

d'où l'on voit que la force F_x agit alors sur le point m comme s'il était libre. Supposons, au contraire, qu'il s'agisse d'un argument à longue période (n très petit, ε très grand), on fera $\lambda = 0$, $\rho = 1$, et la même équation deviendra

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{m}{m + m'} a \cos L + \dots$$

ce qui montre que la force F_x se trouve alors répartie sur les masses m , m' , et que m entraîne m' .

Pour réduire ce raisonnement à sa plus simple expression, soit $v = x - x'$ la vitesse relative; l'équation

$$\frac{dv}{dt} + \beta v = A \cos L$$

donne, comme nous l'avons dit,

$$v = A \frac{n \sin L + \beta \cos L}{n^2 + \beta^2}, \quad \frac{dv}{dt} = A \frac{n^2 \cos L - n \beta \sin L}{n^2 + \beta^2},$$

en faisant abstraction du terme $e^{-\beta t}$; on aura donc

$$\frac{dv}{dt} = A \cos L \quad \text{ou} \quad \frac{dv}{dt} = 0.$$

suivant que l'on supposera $n = \infty$ ou $n = 0$. Le peu d'influence du frottement dans le premier cas tient à ce que $\frac{dv}{dt}$ est proportionnel à A , et v à $\frac{A}{n}$.

En considérant, de la même manière, l'argument L' , on voit que, pour

n' très grand (ε' très petit), le coefficient ρ' qui mesure l'influence de la force F'_x sur m devient insensible; pour n' très petit (ε' très grand), on a $\rho' = 1$, ce qui prouve que F'_x intervient alors dans la même mesure que F_x . En résumé, le frottement proportionnel à la vitesse relative rend les mobiles m, m' solidaires dans les oscillations à longue période; son action disparaît dans les oscillations à courte période. M. Ronkar généralise ensuite ce résultat en étudiant le mouvement d'un système de points et en adoptant pour le frottement des expressions moins simples; mais le principe est toujours le même, et la conclusion reste debout. Elle s'applique encore au cas où le frottement est remplacé par une action mutuelle proportionnelle à la distance ou même obéissant à des lois plus compliquées.

Faisant l'application de ces résultats aux mouvements relatifs de l'écorce terrestre et du noyau solide ou fluide qu'elle recouvre, M. Ronkar admet que, dans les oscillations à très longue période, le sphéroïde se meut comme si la croûte et le noyau étaient solidaires, tandis que, dans les oscillations à très courte période, le noyau et la croûte sont indépendants l'un de l'autre; dans les mouvements à période moyenne, il y aurait entraînement partiel. C'est cette indépendance relative des deux parties du globe qui rendrait possible l'existence d'une nutation diurne due à l'inégalité des moments d'inertie principaux de l'écorce.

Dans une récente Communication adressée à l'Académie de Belgique M. Ronkar revient sur cette question qu'il n'avait fait qu'effleurer dans son Mémoire de 1888. Il se demande quel est l'ordre de grandeur qu'il faut attribuer aux coefficients de frottement intérieur pour que, d'une part, dans la nutation diurne, l'écorce se meuve à peu près indépendamment du noyau, tandis que, d'autre part, dans la nutation annuelle et précession, les deux parties du globe se meuvent solidairement. Mais le problème n'est abordé que sous une forme, pour ainsi dire, rudimentaire, en considérant une écorce et un noyau sphériques, sollicités par des forces périodiques. Admettons que cette simplification soit permise; les équations différentielles du mouvement, rapportées à des axes fixes sont alors de la forme

$$\Lambda' \frac{dp'}{dt} = L' + L_f, \quad \Lambda \frac{dp}{dt} = L - L_f,$$

.....;

en désignant par p', q', r' les composantes de la rotation de l'écorce, par p, q, r celles de la rotation du noyau, par L', M', N', L, M, N les moments correspondants des forces perturbatrices, enfin par L_f, M_f, N_f les moments des forces de frottement supposées proportionnelles aux surfaces en contact et aux vitesses relatives (le noyau étant liquide, au

moins superficiellement). On trouve ainsi, pour les moments de friction, des expressions de la forme

$$L_f = f(p - p')f(z^2 + y^2) d\omega = \alpha(p - p'),$$

où $\alpha = \frac{8}{3} \pi b^4 f$, en désignant par f le coefficient de frottement et par b le rayon du noyau sphérique. Soit encore $\beta = \alpha \left(\frac{1}{A} + \frac{1}{A'} \right)$, l'une des combinaisons des équations du mouvement pourra s'écrire

$$\frac{d}{dt}(p - p') + \beta(p - p') = \frac{L}{A} - \frac{L'}{A'},$$

et donnera lieu à des déductions analogues à celles qui ont été développées plus haut. Mais il faut chercher les valeurs numériques du coefficient f exigées pour réaliser les effets supposés. M. Ronkar commence par calculer les moments d'inertie A , A' du noyau et de l'écorce, en admettant que l'épaisseur de cette dernière ne dépasse pas $\frac{1}{100}$ du rayon moyen.

En désignant toujours par ε le rapport $\frac{\beta}{n}$, il trouve ensuite

$$\frac{\varepsilon}{f} = 0,000084 \text{ pour la période diurne,}$$

$$\frac{\varepsilon}{f} = 0,575 \quad \text{''} \quad \text{de } 18 \frac{2}{3} \text{ ans (nutation annuelle),}$$

$$\frac{\varepsilon}{f} = 793 \quad \text{''} \quad \text{de 25765 ans (précession).}$$

Pour une couche d'eau de 1^m d'épaisseur interposée entre l'écorce et le noyau, on aurait $f = 0,0013$, la valeur de ε relative à la nutation diurne serait 0,00000011 et elle resterait encore très faible même pour une couche d'une viscosité beaucoup plus grande; il en résulterait la possibilité d'une indépendance relative de l'écorce. Pour une couche de 1^{km} et d'une viscosité 10000 fois plus grande, on aurait $f = 0,013$; par conséquent, dans le cas de la précession, $\varepsilon = 10$, valeur suffisante pour expliquer l'entraînement réciproque de l'écorce et du noyau; mais, pour la nutation annuelle, on aurait seulement $\varepsilon = 0,007$, ce qui est insuffisant, et il faudrait réduire la couche à 1^m pour avoir $\varepsilon = 7$, ou bien admettre une viscosité bien plus forte; ce cas reste donc à examiner.

Nous avons tâché d'indiquer brièvement les principes sur lesquels sont fondés les raisonnements de M. Ronkar, dont le travail a été récemment l'objet de critiques assez vives de la part du général Liagre. M. Liagre lui reproche d'abuser des hypothèses, et de méconnaître les lois du frottement, telles qu'elles résultent des expériences de Morin. (Le frottement, est, en effet, d'après Morin, indépendant de la vitesse; mais Morin n'a guère étudié que le frottement immédiat; le frottement

médiate des surfaces lubrifiées suit d'autres lois; nous croyons qu'il est permis de le supposer proportionnel à la vitesse.)

M. Liagre critique enfin l'hypothèse d'une enveloppe sphérique et lisse; la surface intérieure de l'écorce terrestre est certainement hérissée d'aspérités, comparables à nos plus hautes montagnes, et peut-être plus prononcées. Si l'épaisseur de la croûte ne dépasse pas 63^m, les saillants du dessous, qui s'enfoncent dans la pâte du noyau, peuvent atteindre le sixième de l'épaisseur moyenne, « ce qui constitue un état d'engrenage fort respectable ». Dans ces conditions, tout glissement devient impossible; l'écorce et le noyau forment système. En admettant que, sous l'action lente d'un effort persistant, les rugosités de la croûte pussent se déplacer dans la pâte visqueuse du noyau, ce serait dans les mouvements à longue période que se manifesterait l'indépendance de l'écorce, tandis que, dans les mouvements à courte période, elle resterait adhérente au noyau. C'est précisément le contraire que soutient M. Ronkar, qui se base dans le vrai, ce nous semble, si l'on pouvait admettre qu'il s'agit simplement d'un frottement tel que celui des liquides. Mais M. Liagre a raison de dire que ces calculs « sont brodés sur un canevas trop fragile ». Non seulement tout porte à croire que les résistances que rencontre le glissement de la croûte sont incomparablement plus énergiques que celles que l'on peut calculer d'après la viscosité de l'eau ou de l'huile, mais l'application de cette théorie aux mouvements du globe terrestre soulève bien d'autres difficultés, auxquelles a déjà songé Sir W. Thomson.

Dans un discours prononcé, en 1876, devant l'Association britannique réunie à Glasgow, et qui rectifie certains points de son *Mémoire sur la Rigidité de la Terre*, l'illustre physicien a exposé les raisons qui l'obligent à rejeter l'hypothèse d'une écorce relativement mince. Dans son opinion, la quasi-rigidité que les mouvements tourbillonnaires communiquent aux liquides mettrait obstacle au glissement d'une écorce faiblement elliptique. En la supposant rigide, l'écorce entrainerait complètement le noyau dans les oscillations à longue période, telles que la précession. Toutefois les nutations à courte période (notamment celles de 6 mois et de 14 jours) seraient fortement altérées et presque dénaturées. Cette considération, jointe à l'impossibilité physique d'une écorce rigide, conduit à l'imaginer flexible; or, dans ce cas, il n'y aurait plus de marées. Ainsi, en tout état de cause, l'hypothèse d'une mince écorce est contraire aux faits observés. Voici, d'autre part, les réflexions que nous avons à présenter à ce sujet.

On sait que les phénomènes de la précession et de la nutation annuelle permettent de déterminer le rapport $\frac{C-A}{A}$ pour la Terre entière, considérée comme un ellipsoïde de révolution (en faisant $A = B$), et que ce

rapport a pour valeur 0,0033. Le calcul direct a donné à M. Ronkar ⁽¹⁾ à peu près le même nombre, en partant de lois de densités telles que celles qui ont été proposées par Laplace et par M. Lipschitz, et de l'aplatissement connu; pour une croûte ellipsoïdale, d'une épaisseur égale à 0,01 du rayon, ce rapport devient 0,0037 ou 0,0038, les couches étant supposées homogènes. Quant à la différence $B - A$, elle est certainement très petite pour la Terre entière. M. Helmert, dans son *Traité de Géodésie*, admet qu'elle peut s'élever à $\frac{1}{100}$ de $C - A$. D'après M. Folie, M. Ronkar, en ne considérant qu'une écorce d'épaisseur 0,01, et en distribuant les terres et les mers suivant des fuseaux situés le long de deux méridiens perpendiculaires entre eux (hauteur moyenne des continents 0,0001, profondeur moyenne des mers 0,00066 du rayon), trouve $\frac{B - A}{B} = 0,012$. Les valeurs de A , calculées pour l'écorce et pour le globe entier, sont dans le rapport de 1 : 37. En attribuant la différence $B - A$ à l'écorce seule, on aurait donc, pour le globe entier, $\frac{B - A}{B} = 0,00032$, valeur incompatible avec la limite admise (0,00003).

Cette valeur, si exagérée, de la différence $B - A$, suffit-elle au moins à expliquer la nutation diurne? D'après M. Folie (*Traité des réductions stellaires*, p. 67), le coefficient de la nutation diurne a pour expression

$$\frac{3}{8} \left(\frac{m_1}{n} \right)^2 \frac{B - A}{C},$$

où $\frac{m_1}{n} = \frac{1}{366}$ représente le rapport du moyen mouvement et de la vitesse de rotation de la Terre; en secondes d'arc, cela fait $0'',577 \frac{B - A}{C}$. Pour obtenir seulement $0'',05$, il faudrait prendre $\frac{B - A}{C} = 0,087$. (M. Folie trouve 0,0088; c'est un zéro de trop.) Pour avoir $0'',15$ (*Traité*, p. 48), il faudrait admettre que le rapport $\frac{B - A}{C}$ pût s'élever à 0,26. On voit que le chiffre de M. Ronkar, déjà si démesuré, devrait être multiplié au moins par 10 pour conduire à une nutation sensible; on attribuerait à la mer une profondeur moyenne de 40^{km}, aux continents la hauteur de l'Himalaya, etc.

En résumé, la théorie ne prévoit pas la nutation diurne. Quant aux preuves tirées de l'observation, nous aurons bientôt l'occasion d'en parler.

R. R.

⁽¹⁾ *Bulletin de l'Académie Royale de Belgique*, 1883.

LANDERER (JOSÉ). — ESTUDIOS GEOMETRICOS SOBRE EL SISTEMA DE LOS SATELITES DE JUPITER. Barcelone, 1889. In-8°.

Dans ces « Études géométriques sur le système des satellites de Jupiter », M. José J. Landerer s'est proposé de donner, par des calculs d'une nature élémentaire, une idée suffisamment exacte des relations qui existent entre les divers corps du système, et des phénomènes qui résultent de leurs mouvements orbitaires : éclipses de Soleil, éclipses des satellites, etc. On y trouve d'abord toutes les données numériques relatives aux dimensions et à la situation des orbites, ensuite une théorie élémentaire des éclipses des satellites et des passages de leurs ombres, destinée surtout aux amateurs, en possession d'une bonne lunette, qui voudront se livrer à l'observation de ces sortes de phénomènes.

Le dernier paragraphe renferme une série d'observations d'éclipses et de passages des satellites que M. Landerer a faites, à Tortose et à Valence, de 1881 à 1889, avec une lunette de 0^m,108 d'ouverture.

R.

LOEWY. — RAPPORT SUR LES OBSERVATOIRES ASTRONOMIQUES DE PROVINCE ⁽¹⁾.

Nous donnerons un résumé sommaire de ce Rapport.

Observatoire d'Alger. — Personnel : MM. Trépied, directeur; Rambaud, Sy, Renaux, aides astronomes; Rabourdin, calculateur. Le matériel d'observation a été augmenté d'un cercle méridien de 0^m,19 et d'un équatorial coudé de 0^m,32 d'ouverture; le pouvoir séparateur de ce dernier instrument est de 0^{''},4. La salle méridienne a été construite dans de bonnes conditions, et, pendant la nuit, la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur ne dépasse jamais 1°, et même souvent 0°,5.

En 1888, on a fait 217 observations équatoriales de petites planètes et 119 de comètes. M. Trépied a préparé le Catalogue de 10000 étoiles, jusqu'à la 9^e grandeur, comprises entre — 18° — 23° de déclinaison, qui seront observées par zones au grand cercle méridien pendant l'année 1889. M. Renaux a déterminé le

(1) Paris, 1889, Imprimerie nationale.

censions droites de 1240 étoiles de déclinaison lunaire. L'équatorial photographique devait être installé prochainement.

Observatoire de Besançon. — Personnel : MM. Gruy, directeur; Bruck et Lebeuf, aides astronomes; Hérique, aide chronométrier; Guillin, Marchand, Sallet, assistants; Contejean, élève volontaire. La réfection des bâtiments est terminée d'une façon satisfaisante et durable. On installait l'équatorial coudé et l'on se réparait à recevoir l'altazimut. Les deux cercles divisés de l'instrument méridien ont été étudiés avec le plus grand soin; la lumière électrique a été introduite pour l'éclairage des deux mires. On a obtenu 39 observations de comètes; M. Gruy a publié plusieurs notes dans les *Comptes rendus* et le *Bulletin astronomique*. Le service chronométrique est en voie de développement : on n'avait éposé que 15 montres en 1885; ce chiffre s'est élevé à 263 en 1888.

Observatoire de Bordeaux. — Personnel : MM. Rayet, directeur; Flamme, astronome adjoint remplacé par M. Picart; Doublet, aide astronome; Courty, élève astronome; Kromm, Romieu, Durandau, calculateurs. On a continué les observations méridiennes, et fait aux équatoriaux 55 observations de comètes. La réduction des 600 observations méridiennes de 1884 a été poussée activement; ces observations se rapportent à la zone -15° à -20° du Catalogue d'Argelander. On s'occupe déjà des préparatifs concernant la zone -20° à -25° . M. Rayet voudrait choisir dans cette zone les étoiles constituant un réseau suffisant pour assurer la possibilité de trouver toujours facilement une étoile de comparaison pour les comètes traversant cette région. Il s'occupe en outre de l'installation de l'équatorial photographique. On a travaillé activement à la publication du tome III des *Annales de l'observatoire*.

Observatoire de Lyon. — Personnel : MM. André, directeur; Gonnessiat, aide astronome; Le Cadet, assistant; Marchand, météorologiste adjoint; Luizet, aide météorologiste. M. Gonnessiat a continué de travailler avec le cercle méridien au Catalogue d'étoiles fondamentales dont il est chargé. M. André a fait l'étude à la fois astronomique et physique des phénomènes des satellites de Jupiter; il a démontré l'existence d'un *ligament lumineux* analogue à celui que l'on a rencontré dans les passages de Vénus et

de Mercure, et il a obtenu une reproduction artificielle des phénomènes, qui en facilite beaucoup la discussion. M. Marchand a réuni 142 jours d'observations complètes des taches et facules solaires, et il a poursuivi la comparaison des variations de ces phénomènes avec celles du magnétisme terrestre. Diverses publications ont été faites par les astronomes de Lyon, notamment dans les *Comptes rendus* et le *Bulletin astronomique*.

Observatoire de Marseille. — Personnel : MM. Stephan, directeur; Borrelly et Coggia, astronomes adjoints; Esmiol, aide astronome; Lubrano et Maître, élèves astronomes. Le service méridien comprend la détermination de l'heure et la comparaison des chronomètres, dont le nombre croît d'année en année, l'observation des étoiles de comparaison et la revision du Catalogue de Rumker. On a fait à l'équatorial 100 observations de petites planètes et de comètes.

M. Stephan a poursuivi au télescope de 0^m,80 ses observations de nébuleuses, qui lui ont déjà fourni une précieuse moisson.

M. Borrelly, en dehors de ses travaux réguliers, poursuit ses observations d'étoiles variables. M. Stephan renouvelle la demande que la monture en bois du grand télescope soit remplacée par une autre en métal.

Observatoire de Toulouse. — Personnel : MM. Baillaud, directeur; Andoyer, astronome adjoint; Cosserat et Saint-Blancat, aides astronomes; Chauvin, chargé du service magnétique; Montangerand, élève astronome. L'ancienne monture en bois du grand télescope a été remplacée par une monture métallique construite par M. P. Gautier. On compte employer souvent ce bel instrument à la photographie, en dehors de l'équatorial photographique qui sera prochainement mis en place; le cercle méridien que l'on attend complétera l'installation des instruments. On a poursuivi à l'équatorial Brunner l'observation des étoiles doubles du Catalogue de J. Herschel, et aux divers instruments l'observation des phénomènes des satellites de Jupiter et des taches du Soleil. M. Baillaud prépare la publication du tome III des *Annales de l'observatoire*.

Grubb (Sir Howard). — Les lunettes destinées à la Photographie stellaire.

La *Nature* reproduit (t. XL, p. 441 et 645) la Conférence de Sir Howard Grubb, faite le 18 avril 1888, devant la *Société des Arts*, et annoncée dans le *Bulletin* (t. V, p. 324). De nombreuses figures accompagnent les deux articles de la *Nature*.

Cleveland Abbe. — Observations du crépuscule et de la lumière zodiacale pendant l'éclipse totale de Soleil du 21 décembre 1889.

Les indications suivantes paraissent encore bonnes à être reproduites (*Nature*, n° 1039).

Les observateurs qui pourront suivre la lumière zodiacale quelques jours avant et après l'éclipse et quelques heures avant et après le coucher du Soleil, fourniront les moyens d'élucider l'origine de la lumière zodiacale. Si les observations montrent, en effet, que l'éclat de la lumière zodiacale est sensiblement diminué pendant la totalité, dans une partie de la région où l'ombre de la Lune obscurcit l'atmosphère, cela tendra à montrer que la lumière zodiacale prend son origine dans l'atmosphère de la Terre; mais si, au milieu de la demi-obscurité, la lumière zodiacale apparaît plus brillante que jamais, il semblerait devoir en résulter que le siège de la lumière zodiacale est loin de nous et qu'elle forme un appendice du Soleil.

Les recommandations de M. Cleveland Abbe, adressées surtout aux navigateurs et aux météorologistes, concernaient aussi la lumière anti-zodiacale et quelques autres phénomènes.

Publications relatives aux dernières éclipses totales de Soleil.

Les Rapports des observations faites en Californie pendant l'éclipse du 1^{er} janvier 1889, à l'observatoire Lick et dans de nombreuses stations, ont été réunis et publiés par M. Holden; ils forment un volume in-8° de 210 pages (voir *Bulletin*, VI, p. 497).

M. David P. Todd a préparé une suite de photographies de la couronne solaire d'après des épreuves prises pendant la même éclipse et communiquées à l'Institution Smithsonian. Après quelques remarques suggérées par l'examen des photographies, M. Todd ajoute des recommandations pour les éclipses futures. La Planche II montre une belle photographie due à M. W.-H. Pickering.

M. H.-H. Turner rend compte des observations de l'éclipse du 29 août 1886 dans l'île de Grenade (*Philosophical Transactions*, t. 180, p. 385-393); elles ont surtout porté sur l'ordre d'apparition de certaines raies brillantes de la chromosphère et de la couronne intérieure et avaient pour but la confirmation des observations de M. Lockyer pendant l'éclipse de 1882 en Égypte (cf. *Proceedings* de la Société Royale, 1882, p. 291 et suiv.).

Une étude mathématique de la couronne solaire a été entreprise par le professeur Frank H. Bigelow (publication de l'*Institution Smithsonian*). L'auteur considère le phénomène comme électrique : les rayons seraient des lignes de force, et la matière coronale provenant du corps du Soleil obéirait aux forces électriques développées par les deux pôles du Soleil chargés d'électricités contraires.

Une série de Tables et de diagrammes permet de comparer la théorie aux photographies de MM. Barnard et Pickering. Les Professeurs Asaph Hall et Cleveland Abbe ont recommandé l'impression de cet essai qui inaugure des recherches nouvelles et peut-être fécondes.

Le Dr Schuster a résumé comme il suit les résultats spectroscopiques obtenus par lui à l'occasion de l'éclipse de 1886 (*Nature*, n° 1038) :

1. Le spectre continu de la couronne a son maximum d'intensité actinique beaucoup plus vers le rouge que le spectre solaire.

2. On n'a pas photographié en 1886, comme dans deux autres occasions, les raies en dehors des limites de la couronne.

3. Le calcium et l'hydrogène n'appartiennent pas au spectre normal de la couronne.

4. La raie la plus forte de la couronne, en 1886, est par $\lambda 4232,8$: c'est probablement la raie $\lambda 4232,0$ souvent observée par Young dans la chromosphère.

5. Positions des raies les plus marquées :

4056,7	4084,2	4089,3	4169,7	4195,0	4211,8
4280,6	4365,4	4372,2	4378,1	4485,6	4627,9

Les raies de rang 1, 2, 4, 5, 6, 9 ont été aussi observées aux îles Carolines et en Égypte.

6. Une comparaison entre les raies de la couronne et les raies des éléments terrestres a donné des résultats négatifs.

Le travail du Dr Schuster est compris dans le tome 180 (1889) des *Philosophical Transactions*.
O. C.

HARTING (JOHANNES). — *UNTERSUCHUNGEN UEBER DEN LICHTWECHSEL DES STERNES β PERSEI* (*Inaugural Dissertation*, München, 1889; 60 pages in-4°).

L'objet de l'auteur est d'exposer les deux théories principales proposées pour l'explication des étoiles variables : celle qui attribue les changements de lumière à des taches et à laquelle l'auteur donne le nom de *théorie de Zöllner*, parce que ce savant l'a développée dans ses *Photometrische Untersuchungen*, IV (§ 71-80), et celle qui fait intervenir un satellite sombre; la dernière théorie a été étudiée par M. Pickering, dans son travail *Dimensions of the fixed stars, with special reference to binaries and variables of the Algol-type* (*Proceedings of the american Academy*, t. XVI).

Les deux explications ont été proposées depuis longtemps (cf. *Astronomie de Lalande*); mais le difficile est de serrer de près les faits observés.

La première théorie, comme l'avait déjà montré M. Bruns, s'accorde d'une manière suffisante avec l'observation; on trouve pour l'erreur moyenne d'une observation d'éclat 3,2 pour 100. Dans les §§ 5-8, la seconde théorie est développée en prenant d'abord l'orbite du satellite comme circulaire; l'erreur moyenne s'abaisse à 2,8 pour 100, et en faisant intervenir une orbite excentrique ($e = 0,18$), à 2,0 pour 100.

Dans le § 9, l'auteur déduit des résultats obtenus quelques conséquences concernant les dimensions et la forme du système d'Algol, et cela dans les deux hypothèses de l'égalité d'éclat ou de masse entre Algol et le Soleil.

Les conclusions de l'auteur sont en faveur de l'hypothèse de Zöllner, et pour lui la théorie du satellite sombre semble peu probable.

Les lecteurs du *Bulletin* savent que les beaux travaux de MM. Vogel et Scheiner ont fait faire un progrès important à la solution du problème (*Bulletin*, III, p. 367, VII, p. 36 et 46). On lira aussi avec intérêt ce qu'en dit Miss A. Clerke dans son *Histoire de l'Astronomie pendant le XIX^e siècle*.

Mouvements du Soleil et des étoiles (*Nature*, n° 1059).

Le professeur J.-R. Eastman, dans son Adresse comme président sortant de la Société philosophique, de Washington, a donné une analyse étendue des recherches concernant les coordonnées de l'apex du Soleil et de sa vitesse de translation. A l'égard des étoiles, il a montré que, contrairement à une opinion commune, les étoiles faibles sont relativement plus proches de nous que les étoiles brillantes; c'est ce qui résulte de la liste

des parallaxes stellaires publiée naguère par M. Oudemans (*Bulletin*, VI, p. 414).

Objets pour le spectroscope.

Nous devons signaler la série de Notes publiées par M. A. Fowler avec le titre ci-dessus dans les numéros de *Nature*.

Le n° 1061 du même journal contient de plus une Note du même auteur sur la lumière zodiacale.

Le Catalogue d'étoiles de Melbourne.

En 1874 a été publié le premier Catalogue général de Melbourne de 1227 étoiles pour l'époque 1870. Le second Catalogue général qui vient de paraître contient 1211 étoiles pour l'époque 1880; il est basé sur les observations faites de 1871 à 1885 et a été préparé par M. E.-J. White, premier assistant de M. Ellery.

O. C.

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN n° 2958-2963.

Wislicenus (W.). — Sur quelques méthodes très simples pour déterminer le temps et la latitude.

La première de ces méthodes a été proposée par le comte de Platen dans l'*Annuaire astronomique* de Berlin pour 1789. Elle consiste à noter les passages de deux étoiles connues par un même vertical, et ceux des mêmes étoiles (ou de deux autres) par un autre vertical. Cette méthode n'exige qu'une lunette ordinaire, permettant d'observer la disparition de deux étoiles derrière un mur vertical ou un fil à plomb. M. Wislicenus en a fait l'essai à Strasbourg. Les calculs sont peut-être un peu longs.

La deuxième méthode est due à Camerer, qui l'a indiquée dans l'*Annuaire* pour 1797. Elle consiste à mesurer les hauteurs de deux étoiles aux moments où elles arrivent dans le même cercle horaire. L'intervalle des observations doit être égal à la différence des ascensions droites. M. Wislicenus en a fait également l'essai.

Il a aussi essayé une troisième méthode, qui paraît nouvelle. Elle consiste à mesurer les hauteurs de deux étoiles aux moments où elles passent par le même vertical. On peut ainsi obtenir le temps, la latitude et l'azi-

mut. Pour trouver la latitude, on n'a même pas besoin du chronomètre. M. Wislicenus développe les corrections nécessaires lorsque le vertical est donné par la lunette d'un théodolite fixée en azimut.

Lewitzky (G.). — Sur l'erreur personnelle dans les observations de passages.

Dans une Note *Sur la valeur des observations de passages* (*Bulletin*, VI, p. 337), M. F. Boquet (que M. Lewitzky s'obstine à appeler M. Bouquet) avait appelé l'attention des astronomes sur ce fait, déjà signalé par Peirce, que chaque observateur paraît noter de préférence certains dixièmes de seconde à l'exclusion de certains autres. M. Boquet était arrivé aux conclusions suivantes : 1° il existe une loi d'évaluation de chaque dixième, qui paraît sensiblement constante pour un même observateur; 2° cette loi varie d'un observateur à l'autre. Quelques mois plus tard, M. F. Gonnessiat (*Bulletin*, VI, p. 471) s'est occupé, à son tour, de cette question de l'*équation décimale* pour en faire une étude approfondie. La Note de M. Gonnessiat paraît avoir échappé à l'attention de M. Lewitzky. Ce dernier a examiné, au même point de vue, une série d'observations de passages, faites l'été dernier à Kharkof, par la méthode de Zinger (passages par des fils horizontaux, dans le voisinage du premier vertical). On y retrouve la même cause d'erreur systématique. Nous réunissons ci-dessous les résultats de M. Boquet, quelques-uns de ceux que cite M. Gonnessiat et ceux de M. Lewitzky :

Nombre pour 1000 d'observations du dixième.

	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Paris A.....	113	105	193	111	36	44	29	58	185	125
» B.....	250	77	103	61	114	85	47	74	94	95
» C.....	169	78	132	81	50	58	57	113	141	121
Lyon.....	89	90	92	86	83	115	86	133	119	109
»	78	98	118	101	94	77	75	140	124	95
»	45	114	139	71	92	122	136	104	106	71
Kharkof.....	137	161	137	98	73	63	52	51	85	143

Les nombres de M. Gonnessiat (Lyon) montrent que M. Lewitzky s'est trop hâté de généraliser une prétendue loi de distribution des dixièmes, dont il s'efforce de trouver la cause physiologique.

Spører. — Remarques sur des observations anciennes de taches solaires.

M. Spører conteste certaines conclusions de M. R. Wolf.

Wolf (R.). — Lettre concernant les taches solaires.

M. Wolf compare la fréquence des taches, constatée en 1889, avec les variations de la déclinaison magnétique observées à Milan; il indique ensuite le contenu du n° 74 de ses *Mittheilungen*.

Leveau. — Éphéméride pour la recherche de la comète périodique de d'Arrest à son retour de 1890.

Extrait des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* (1890, n° 3).

Galle (J.-G.). — Éphéméride de la planète Clio (84) pour l'opposition de 1890.

Seydler (A.). — Éléments de la planète Lucrèce (281).

Cette planète, dont le temps de révolution est très court (1180 jours), restera, cette année, de 15^e grandeur.

Luther (R.). — Nom donné à la planète (288).

Elle s'appellera désormais *Glauké* (Glaucé).

Wilsing (J.). — Sur les variations d'éclat d'Algol et sur l'explication de la variabilité proposée par Klinkerfues dans le cas des astres du III^e type.

Les photographies du spectre d'Algol, obtenues à Potsdam, ont fourni, comme on sait, une belle confirmation de l'hypothèse qui attribue les variations d'éclat d'une étoile à l'interposition d'un compagnon obscur.

M. Wilsing a entrepris, à cette occasion, des recherches théoriques sur la représentation de la courbe des intensités de cette variable, comme l'avait déjà fait auparavant M. Pickering (*Proc. Am. Academy*, t. XVI), à l'aide des observations anciennes de M. Schœnfeld. Les séries plus récentes du même observateur, discutées par M. Scheiner, fournissaient à cet égard de précieux matériaux à joindre aux résultats des photographies de Potsdam.

La lumière d'Algol reste sensiblement uniforme pendant 2 jours 12 heures, elle varie ensuite brusquement pendant 9 heures, où l'étoile passe de la 2^e à la 4^e grandeur. M. Wilsing a cherché à représenter les variations observées, en tenant compte de la lumière propre du compa-

gnon et de celle qu'il renvoie par réflexion, car il suffit d'admettre que le satellite est beaucoup moins lumineux que l'astre principal.

M. Wilsing est porté à admettre que l'étoile principale est au moins 50 fois plus brillante que le satellite, dont les phases n'ont pas d'influence sur l'éclat total. Pour leurs dimensions, il adopte les chiffres de M. Vogel, qui représentent des milles géographiques :

$$\text{rayons } R = 169000, \quad r = 132000;$$

distance des centres, $a = 700000$. Il admet, avec M. Pickering, que le disque total du satellite entre sur celui de l'étoile. Il arrive ainsi à une représentation déjà très approchée des intensités observées. Les écarts peuvent être attribués à la présence d'atmosphères relativement considérables ($H = 54000$, $h = 42000$; les rayons des noyaux sont ainsi réduits respectivement à 115000 et à 90000 milles). L'accord est alors complet entre le calcul et l'observation. L'ellipticité de l'orbite rend compte d'une légère asymétrie des branches ascendante et descendante de la courbe des intensités.

M. Wilsing ajoute quelques remarques concernant l'explication des variations lentes de l'éclat de certaines étoiles rouges, qui, d'après Klinkerfues, seraient dues à des marées atmosphériques, causées par la gravitation des couples. Les étoiles dont il s'agit appartiennent généralement au III^e type. On peut expliquer leurs variations périodiques par une hypothèse de cette nature; mais les calculs par lesquels on y arrive reposent sur des données bien vagues.

Découverte de deux planètes (289) et (290).

L'une a été trouvée par M. Charlois le 10 mars, l'autre par M. Palisa le 20. Elles sont de 13^e grandeur. Deux autres planètes ont été rencontrées par M. Palisa le 25 avril, et par M. Charlois le 26.

Luther (R.). — Observations de petites planètes faites à Dusseldorf, en 1889, au micromètre circulaire.

Tebbut (J.). — Observations de petites planètes, faites à Windsor (N. S. W.), en 1888 et 1889.

Berberich. — Éléments elliptiques de la comète 1889, IV.

L'orbite de cette comète, qui paraît avoir un temps de révolution d'environ 5000 ans, offre une certaine analogie avec les orbites de six autres comètes (1881, III; 1888, I; 1807; 1880, V; 1885, V; 1684). Trois de ces astres ont été découverts dans l'hémisphère Sud à l'œil nu; il ne

serait pas impossible que la comète vue à Tasmania le 25 et le 27 décembre 1883 appartint au même groupe. Il serait à désirer que la région du ciel austral, d'où nous viennent tous ces astres, fût surveillée avec plus d'attention.

Brooks. — Découverte d'une nouvelle comète.

Elle a été trouvée par M. Brooks le 19 mars.

Bidschof. — Éléments et éphéméride de la nouvelle comète Brooks.

Fischer (A.). — Détermination de la différence de longitude entre les stations Wangeroog et Schillig, à l'aide de signaux optiques.

Lorsqu'il s'agit de déterminer les déviations de la verticale pour des stations nombreuses et rapprochées les unes des autres, l'écart en longitude ($l' - l$) ne s'obtient d'ordinaire que d'une manière indirecte; on le déduit de la déviation des azimuts ($\alpha' - \alpha$) à l'aide de la formule de Laplace

$$\alpha' - \alpha = (l' - l) \sin \text{latitude.}$$

La détermination directe des longitudes par le procédé télégraphique est une opération trop coûteuse pour y recourir à tout propos. Mais la mesure des azimuts a aussi ses inconvénients : elle demande beaucoup de temps, lorsqu'on veut se mettre à l'abri des erreurs de division des cercles et des équations personnelles des observateurs. M. Fischer a donc pensé qu'il serait utile de chercher un procédé expéditif de détermination directe des différences de longitude. Celui qu'il a imaginé, et qui a été expérimenté en 1888, consiste à observer des signaux optiques produits par l'extinction périodique de la lumière d'un héliotrope. Chacune des deux stations donne alternativement une série de 30 signaux, espacés de 20 secondes, de sorte que chaque série dure environ 10 minutes; la lumière est cachée brusquement, à un moment donné, par l'interposition d'un objet que l'observateur tient à la main. (Il serait facile de perfectionner ce procédé un peu primitif.)

Les expériences qui ont été faites, aux mois d'août et de septembre 1888, par MM. Fischer et Galle, entre Wangeroog et Schillig, ont montré que cette méthode pourra rendre de bons services. Le mauvais temps n'a malheureusement pas permis de toujours remplir une condition essentielle du succès, qui eût été de déterminer l'heure avant et

après l'échange des signaux. En résumé, M. Fischer trouve, pour la différence de longitude des deux stations :

Par les signaux.....	31 ^s ,56
Par la géodésie.....	31 ^s ,77

par conséquent, $l' - l = - 0^s, 21 = - 3'', 15$. On a encore, pour la station Schillig (lat. 53°42') :

Déviation en latitude.....	— 1 ^s ,08,
» en azimut.....	— 2 ^s ,98.

L'équation de Laplace donnerait ici $l' - l = - 3'', 77$. Il est à croire que, dans des circonstances favorables, la méthode des signaux pourra être substituée sans désavantage à celle des azimuts.

Archenhold. — Sur une tache solaire de haute latitude.

La tache a été observée à Berlin, le 4 mars, et revue le 10, à la latitude Nord de 32° à 35°. M. Archenhold pense que c'est celle-là même que M. Dierckx croit avoir vue le même jour, à la latitude de 65° (*Comptes rendus*, 10 mars 1890). D'après M. Ricco, qui l'a observée aussi (*Comptes rendus*, 21 avril), la latitude de cette tache était de 34°.

Fleming (M.). — Nouvelle variable.

Le spectre de cette étoile ($\alpha = 4^h 36^m$, $\delta = - 38^{\circ} 29'$), sur les épreuves photographiques obtenues par l'expédition du Pérou, ferait supposer qu'elle était alors au moins de 7^e grandeur; maintenant elle est de 10^e-11^e grandeur.

Espin. — Liste d'étoiles à spectres remarquables.

Tebbutt. — Occultations observées à Windsor (N. S. W.) en 1889.

Doberck. — Éclipses et occultations observées à Hong-Kong depuis 1885.

Belopolsky. — Sur les photographies de la couronne obtenues le 18 août 1887.

M. Belopolsky a essayé de déterminer les angles de position des principaux rayons de la couronne sur les photographies de l'éclipse du 18-19 août 1889, obtenues dans quatre stations russes et au Japon. La concordance des valeurs fournies par ces diverses stations prouve que, dans

l'espace de deux heures, la position relative de ces appendices singuliers n'a point varié.

Dubiago. — Zones de Kazan.

Après avoir achevé la zone comprise entre 75° et 80° , l'observatoire de Kazan a repris la zone de 80° - 82° , commencée autrefois par Kowalski.

Helmert. — Variations de la latitude constatée en 1889 à Berlin, à Potsdam, à Prague et à Strasbourg.

On sait qu'à la fin de l'année 1888, un certain nombre d'observatoires se sont entendus pour une coopération méthodique, en vue de constater les variations qui pourraient se manifester dans leurs latitudes (*Bulletin*, V, p. 549; VI, p. 181). Ces recherches ont eu un succès inespéré. A Berlin et à Potsdam, la latitude, après être restée à peu près constante pendant les six premiers mois de l'année 1889, a commencé à croître à l'approche de l'automne, puis elle a diminué, et cette diminution a continué jusqu'au mois de janvier; d'après les calculs de M. Albrecht, elle a atteint $0^{\circ},5$ ou $0^{\circ},6$. Ce résultat est confirmé par les observations de Prague et de Strasbourg. M. Helmert ajoute que, pour Berlin, Potsdam et Prague, l'incertitude des déterminations ne dépasse pas $0^{\circ},1$. Les détails des observations seront communiqués à la Commission permanente de l'Association géodésique internationale, quand elle se réunira à Fribourg, au mois de septembre prochain.

Kobold. — Remarques concernant les azimuts de Strasbourg.

Nous avons déjà dit (*Bulletin*, VII, p. 136) que M. Folie s'était trompé sur la nature de la variation périodique des azimuts du cercle méridien de Strasbourg; la période diurne, signalée par M. Kobold, a pour argument, non le temps sidéral, mais le temps moyen. Ainsi tombent les conclusions que M. Folie avait cru pouvoir en tirer en faveur de l'existence de la nutation diurne, dont il est l'inventeur. Les déviations dont il s'agit sont des écarts de la moyenne du jour.

La preuve inattendue fournie par les azimuts de Strasbourg, et qu'on trouve exposée longuement dans l'*Annuaire de l'observatoire de Bruxelles* pour 1890, ainsi que dans les *Bulletins de l'Académie royale*, n'a donc pas plus de valeur que celle que M. Folie a tirée de ses azimuts de circompolaires (même *Annuaire*). Cette dernière méthode revient à déterminer trois inconnues à l'aide de deux équations de condition; elle ne peut conduire qu'à des résultats illusoire.

R. R.

PHÉNOMÈNES OBSERVÉS SUR SATURNE
DANS L'ÉPOQUE DU PASSAGE DU SOLEIL ET DE LA TERRE PAR LE PLAN
DE SES ANNEAUX, EN 1877-1878;

PAR M. E.-L. TROUVELOT.

[*Suite et fin* (1).]

III. — SOUS UNE GRANDE OBLIQUITÉ DU SOLEIL, LA DIVISION
DE CASSINI DEVIENT PLUS VISIBLE SUR UNE ANSE QUE SUR L'AUTRE.

S'il est vrai qu'il existe une zone protubérante d'une certaine élévation, près du bord extérieur de l'anneau B, comme nos observations nous ont conduit à le supposer, il en résultera non seulement que, sous un Soleil très oblique, la moitié antérieure de cette zone portera une ombre sur la partie des anneaux située derrière elle par rapport au Soleil, mais encore que la moitié postérieure de cette même zone, dont une partie passe derrière le globe, portera aussi une ombre derrière elle, c'est-à-dire sur l'anneau A. Seulement, à cause du peu d'ouverture et de l'étroitesse apparente de cet anneau quand le Soleil est peu élevé, l'ombre portée sur l'anneau A deviendra beaucoup plus difficile à observer que celle qui est due à la zone antérieure plus large, surtout encore qu'avant d'être reconnue, elle devra avoir traversé la lacune sombre de la division de Cassini.

Un phénomène qui semble avoir un rapport direct avec ce que nous venons de dire, et qu'il est permis d'attribuer à cette cause, nous a été révélé par nos observations. En effet, quand l'angle d'élévation du Soleil au-dessus de l'anneau est arrivé à n'être plus que $+0^{\circ}45'$, jusqu'au jour où il n'était plus que $+0^{\circ}27'$, la division de Cassini qui, jusqu'à la première date, nous avait toujours paru avoir une intensité égale sur les anses opposées, devient beaucoup plus apparente sur l'anse orientale que sur l'anse occidentale. Les 18, 25, 26, 27, 28 et 29 décembre 1877, le phénomène est

(1) Voir le *Bulletin*, t. VII, p. 7.

observé avec certitude, et semble s'accroître de jour en jour. Il est encore observé le 6 janvier 1878, et ne cesse d'être aperçu que quand l'ombre envahissante dont nous avons parlé atteint et fait disparaître la division de Cassini. Il semblait que le bord extérieur de l'anneau B portait une ombre sur la partie postérieure de l'anneau A qui s'étendait un peu au Nord-Est, vers l'extrémité de l'anneau B qu'elle faisait ressortir, et rendait bien plus visible que sur l'anse opposée. C'est précisément sur l'anse orientale, la plus éloignée du Soleil, que le phénomène était observé, et quelques jours après la quadrature, quand l'ombre du globe sur les anneaux atteint son maximum de largeur.

IV. — LA PARTIE ANTÉRIEURE DE L'ANNEAU PARAÎT PLUS ÉTROITE QUE SA PARTIE POSTÉRIEURE.

Nous avons encore observé un autre phénomène qui, s'il n'est pas en rapport direct avec ceux que nous venons de faire connaître, n'en est pas moins fort intéressant, car il nous indique qu'en ce qui concerne les anneaux de Saturne, il est encore pour nous des points obscurs. En effet, le 6 décembre 1878, nous avons pu constater avec la plus entière évidence que la partie antérieure de l'anneau qui passe devant le globe (*fig. 7*) était beaucoup plus étroite en A, contre le limbe oriental, qu'elle ne l'était en P, sur la partie postérieure qui recevait l'ombre du globe. En A, l'anneau était représenté par un étroit filet lumineux parfaitement défini, qui n'avait guère que le quart de la largeur de celle qu'il paraissait avoir en P. Cette observation faite sous les conditions atmosphériques les plus favorables, a été immédiatement représentée par le dessin dont la *fig. 7* est une copie fidèle.

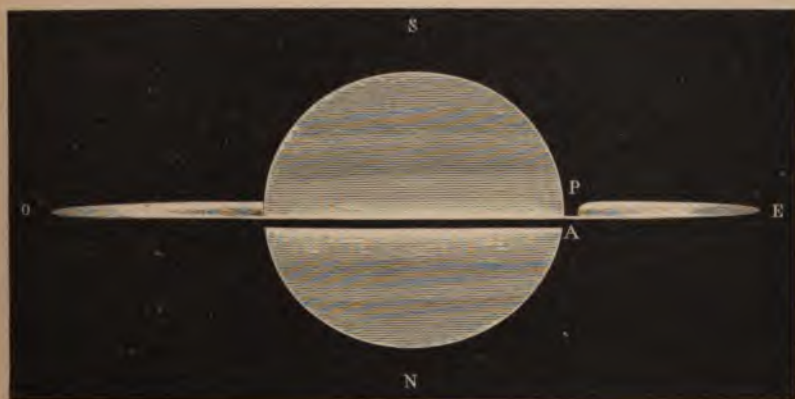
Les 7, 8, et 11 décembre, le même phénomène a encore été observé. Le 12, il était encore visible; mais le filet lumineux représentant l'anneau antérieur était déjà beaucoup moins étroit que les jours précédents. Le 14, il avait repris sa forme normale, et l'anneau paraissait sensiblement égal en largeur sur les deux parties opposées.

Il est peut-être digne de remarque que, du 6 au 13 décembre, on ne voyait aucune trace de l'anneau nébuleux C sur le globe, et

que l'ouverture de l'anse orientale, voisine du phénomène, était complètement invisible, tandis qu'on distinguait avec facilité celle de l'anse occidentale. Cependant l'ouverture de l'anse orientale, invisible les 6, 7, 8, 11, 12 et 13 décembre, était aussi facilement visible le 14 qu'elle l'était sur l'anse opposée.

Dans l'état actuel de nos connaissances sur les anneaux de Saturne, il est fort difficile d'expliquer ce phénomène. Doit-il être attribué à une surélévation partielle et momentanée de la zone

Fig. 7.



protubérante dont nous avons parlé, ou bien est-il le résultat d'une cause inconnue que nous avons déjà eu occasion de soupçonner? L'observation ne nous fournit aucune donnée pour répondre à ces questions.

Le 6 décembre 1878, la Terre était à $-1^{\circ}47',3$ au-dessus du plan des anneaux (*fig. 1*). Si le phénomène en question était dû à la surélévation momentanée d'une partie de la zone protubérante, faisant écran aux parties plus éloignées, il faut que le phénomène soit assez rare; car, du 1^{er} mai au 15 août 1877, et du 10 novembre au 6 décembre 1878, notre globe était moins élevé au-dessus de la surface des anneaux qu'à cette dernière date, et cependant les 43 observations faites durant ces deux périodes n'ont rien révélé de semblable: si le phénomène existait, il a passé inaperçu.

V. — DISPARITION DES ANNEAUX DE SATURNE.

Comme nous l'avons montré plus haut, la partie illuminée de l'anneau, envahie graduellement par l'ombre, était réduite à de si minces proportions le 5 février 1878, veille du passage du Soleil par le plan des anneaux, qu'il était fort difficile de la reconnaître. Le 6 février, la planète fut observée à 6^h du soir. Le Soleil avait-il déjà passé sur le côté Sud des anneaux? Je ne sais, mais toujours est-il que je ne vis pas la moindre trace du filet lumineux observé la veille. Il est vrai que les conditions d'observation étaient tout à fait mauvaises, par suite de la proximité du Soleil et de l'horizon. Néanmoins on reconnaît très bien l'anneau sur le globe, où il apparaît comme une bande grisâtre assez foncée.

Les 7, 11, 16, 18, 19 et 27 février, on distingue avec plus ou moins de facilité deux courts et pâles appendices triangulaires, dont la base repose sur des points diamétralement opposés du limbe, à peu près dans le prolongement de la bande sombre qui représente l'anneau obscur traversant la planète. Cette espèce d'oreille, dont la lumière est très pâle, montre des bords très diffus qu'il est impossible de saisir, et que l'on peut attribuer à la lumière réfléchie à travers l'ouverture des anses. En trois occasions différentes, les 7, 16 et 19 février, j'ai cru par moments saisir quelques traces d'un faible filet lumineux discontinu de chaque côté de la planète, mais l'impression était tellement fugitive que je ne saurais affirmer que j'avais affaire à une réalité plutôt qu'à une illusion.

Saturne fut encore observé les 9, 13, 24 et 26 février, puis le 1^{er} mars, mais sous de si mauvaises conditions que je ne pus obtenir aucun résultat auquel on pût avoir confiance. Après le 1^{er} mars, jour du passage de la Terre par le plan des anneaux, il devint impossible d'observer la planète, tellement elle était voisine du Soleil.

VI. — DÉFORMATION DU LIMBE DE SATURNE.

Mes observations montrent aussi des déformations du limbe de Saturne qui étaient quelquefois très apparentes. Ainsi, le

8 mai 1877, le limbe paraît assez fortement aplati sur sa partie Sud-Est, qui forme une ligne droite, au lieu d'une courbe. Le 30 janvier 1878, on voit un aplatissement assez semblable au Sud-Sud-Est. Le 19 décembre 1880, le limbe semble fortement aplati sur toute sa partie qui est contiguë avec l'ombre du globe sur les anneaux. Le 25 janvier 1878, le limbe est fort aplati dans les régions polaires surtout sur celle du Sud.

Outre ces déformations accidentelles et temporaires du limbe, le globe de Saturne semble aussi soumis à des changements de forme, qui durent plus ou moins longtemps. Dans tous les cas, ce globe n'a pas la forme d'une ellipse régulière, mais plutôt celle d'un sphéroïde aplati. Le 5 février 1878, alors que l'anneau, presque invisible, ne gênait en rien l'observation, il devint évident que le globe de Saturne est un sphéroïde spécial dont la *fig. 2* donne une idée. C'est la forme *square shouldered* des observateurs anglais, qui est une courbe à cinq foyers. La forme réelle de Saturne ne peut être reconnue, bien entendu, que vers l'époque où la Terre est très rapprochée du plan des anneaux, car plus elle s'élève, plus la forme de la planète s'approche de la figure circulaire. C'est pour cette même raison que c'est vers l'époque du passage de notre globe par le plan que l'on doit mesurer comparativement les diamètres polaire et équatorial pour obtenir l'aplatissement.

De ces observations il résulte que l'on voit quelquefois sur le limbe de Saturne des déformations qui, parfois, paraissent considérables; ces déformations, qui sont toujours temporaires, peuvent être réelles ou apparentes. Une cause qui assombrirait une certaine étendue des matières qui composent le bord de la planète produirait une déformation apparente et non réelle, comme celle qui résulterait du déplacement temporaire des matières composant le limbe. Bien qu'on ne voie rien qui puisse s'opposer à l'une plutôt qu'à l'autre de ces deux explications, nous inclinons plutôt en faveur de la première, qui nous semble la plus probable, et où la déformation est apparente et non réelle. En effet, nous avons observé quelquefois des déformations assez remarquables, et notamment les 28 octobre, 11, 16, 18, 19 novembre et 28 décembre 1880, où la calotte polaire Sud se présentait à nos regards sous la forme caractéristique d'un cône très aplati, et ce n'est

qu'après plusieurs observations du même phénomène que nous avons pu nous convaincre que cette forme conique n'était qu'apparente, et due à l'obscurcissement des deux arcs s'étendant jusqu'au limbe.

VII. — LE DISQUE DE SATURNE N'A PAS UNE INTENSITÉ
LUMINEUSE UNIFORME.

L'opinion déjà émise que le globe de Saturne, à l'opposé de celui de Jupiter, brille d'un plus vif éclat vers sa périphérie que vers ses parties plus centrales, n'a pas été confirmée par nos observations. En effet, tandis que ces observations ne font pas une seule fois mention que le bord de Saturne soit plus lumineux que les autres parties du disque, elles montrent au contraire que le 25 septembre, les 18, 28 et 29 décembre 1877, ainsi que le 28 octobre, les 24 et 26 novembre, et les 6, 14, 22 et 28 décembre 1878, ce bord, comme celui de Jupiter, était notablement moins lumineux que les autres parties du globe.

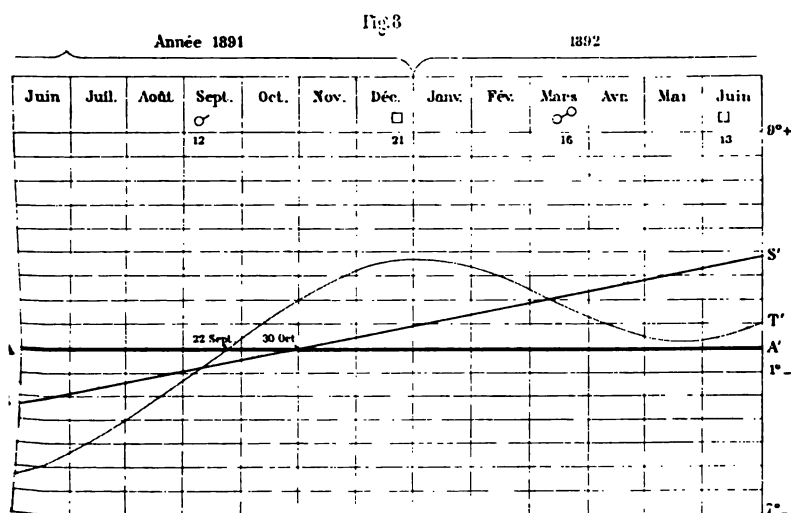
Ces observations montrent encore que le 25 septembre 1877, le 28 octobre, le 24 novembre et les 14, 22 et 28 décembre 1878, la moitié du limbe la plus éloignée du Soleil paraissait notablement plus sombre que celle qui était tournée vers lui. Si ce dernier phénomène n'indiquait pas un commencement de phase, il en était au moins le précurseur, et n'était probablement rien autre que l'espèce de pénombre qui, sur les planètes, accompagne toujours leur phase. L'observation du 25 septembre 1877 a été faite seulement 17 jours après l'opposition de Saturne, tandis que celle du 28 octobre 1878 a été faite 38 jours après l'opposition suivante aussi l'obscurcissement de la pénombre est-il moins prononcé surtout pour la seconde date, qu'il ne l'était le 24 novembre et le 14, 22 et 28 décembre, où la planète était plus rapprochée de la quadrature, où les phases deviennent le plus accentuées.

VIII. — REMARQUES ET SUGGESTIONS SUR LES OBSERVATIONS
FAIRE SUR SATURNE EN 1891-1892. ▲

Le prochain passage de la Terre et du Soleil par le plan des anneaux ne s'effectuera pas dans les conditions les plus favorables

pour l'observation des phénomènes délicats qui se rapportent à l'observation simultanée des zones protubérantes appartenant aux surfaces Nord et Sud de l'anneau, car Saturne sera, à cette époque, trop rapproché du Soleil et, outre cela, les passages des deux astres ont trop éloignés l'un de l'autre.

En examinant le diagramme (*fig. 8*), on reconnaît facilement que



Orbite apparente du Soleil et de la Terre par rapport au plan des anneaux.

AA' plan des anneaux; SS' position du Soleil; TT' position de la Terre.

zone protubérante de l'anneau B, si, comme nous l'avons supposé, il est vrai qu'elle existe, ne pourra montrer simultanément ses côtés opposés en 1891 à cause de l'écran opaque formé par l'anneau A, qui empêchera les rayons solaires d'éclairer l'un d'eux, et par conséquent restera invisible. En effet, quand, vers le milieu de septembre, l'élévation de la Terre ne sera plus que $-0^{\circ}20'$, la surface opposée ainsi que sa zone protubérante seront encore une et l'autre plongées dans la nuit, la hauteur du Soleil à cette date étant encore $-0^{\circ}42'$. Le 22 septembre, quand notre globe traversera le plan des anneaux, le Soleil sera $0^{\circ}35'$ au sud de l'anneau, ce qui est une hauteur plus que suffisante pour que l'anneau A intercepte ses rayons et empêche la zone de les recevoir. Il

en sera à peu près de même après le passage de la Terre au nord du plan de l'anneau. Quand le Soleil sera assez abaissé sur la surface Sud pour éclairer la zone protubérante Nord, la Terre sera trop élevée au-dessus de la surface Nord pour qu'on puisse voir la zone du Sud cachée par l'écran A.

D'un autre côté, quand, le 30 octobre, le Soleil à son tour passera par le plan des anneaux, la Terre sera beaucoup trop élevée, environ 2° , pour que la partie protubérante B soit visible. Il est donc fort peu probable que ce phénomène intéressant puisse être constaté en 1891, à moins que l'ombre de l'anneau, élargie par la zone protubérante, quand le Soleil deviendra très oblique, ne permette d'arriver au même résultat.

Mais il n'en sera pas de même pour les autres phénomènes que nous avons fait connaître §§ I, II et III, qui pourront être examinés à loisir avant et après les passages des deux astres par le plan des anneaux, bien que la proximité du Soleil doive gêner quelque peu les observations, surtout au moment où elles offriront le plus d'intérêt, c'est-à-dire au moment où la surface illuminée deviendra très petite.

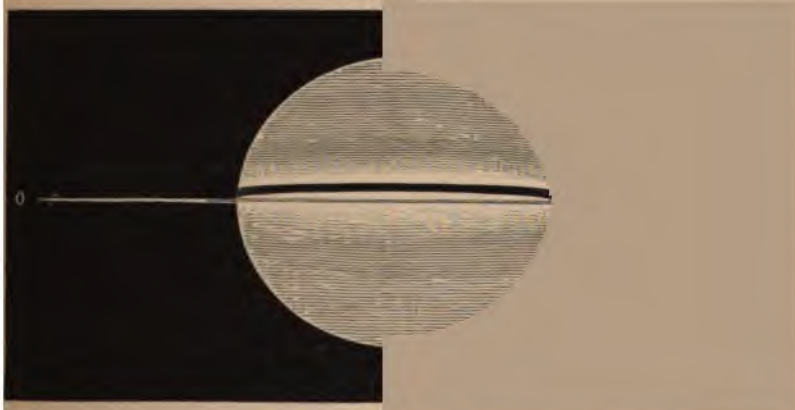
Le phénomène de l'envahissement de la partie éclairée de l'anneau par une ombre pourra être observé du milieu de juillet jusqu'au commencement de septembre ; car, après le 10, l'élévation de la Terre au-dessus de la surface Sud de l'anneau devenant inférieure à celle du Soleil, l'ombre deviendra invisible pour l'observateur jusqu'au 30 octobre, jour du passage du Soleil par le plan des anneaux. Après cette dernière date, on pourra observer à loisir la retraite de l'ombre sur l'anneau et l'élargissement graduel de la surface éclairée jusque vers le milieu de février 1892.

Quant à la décroissance et à la croissance de l'éclat des surfaces opposées de l'anneau, on pourra, pour la surface Sud, l'observer du 13 janvier au 22 septembre 1891 ; et pour la surface Nord, du 1^{er} novembre de la même année au 21 août 1892.

Dans les mois d'avril, mai et juin 1892, la Terre et le Soleil se trouveront situés, par rapport à la surface Nord de l'anneau, à peu près comme ils étaient à la surface Sud en 1878 (*fig. 1*), c'est-à-dire qu'à cette époque notre globe se rapproche très près de la surface de l'anneau, tandis que le Soleil en est assez éloigné. On pourrait, à cette époque, constater si des phénomènes du même genre que

ceux qui ont été observés les 6, 7, 8, 11 et 12 décembre 1878 sont visibles. Les conditions seront des plus favorables pour ce genre d'observations, d'abord parce que Saturne sera près de la quadrature, époque où l'ombre du globe sur l'anneau et celle de l'anneau sur le globe atteignent leur maximum de développement, et ensuite parce que, en 1892, notre globe s'approchera beaucoup plus près de l'anneau qu'en 1878. En effet, tandis que le 6 décembre la Terre était située à $-1^{\circ}47',3$, le 20 mai 1892 elle sera à $+0^{\circ}22',2$; seulement, le 20 mai, époque où notre globe sera le plus rapproché de la surface de l'anneau, l'ombre portée par celle-ci sur le globe sera peut-être un peu trop séparée du bord extérieur de l'anneau A;

Fig. 9.



ce qui serait une condition moins favorable pour juger de la largeur de la partie antérieure de cet anneau. Dans tous les cas, les observations faites dans le mois de mai 1892 ne peuvent manquer d'être fort intéressantes, car l'œil de l'observateur, venant à raser en quelque sorte la surface des anneaux alors éclairée par un Soleil levé de près de 3° , ne peut manquer de reconnaître des choses fort intéressantes sur la structure de ces anneaux ainsi que sur la cause de l'ombre envahissante que nous avons observée en 1877-1878. La *fig. 9* est une projection des anneaux, et les représente tels qu'ils devraient apparaître le 20 mai 1892, si leur surface était plane.

Afin d'observer avec fruit, vers l'époque des passages du Soleil

et de la Terre par le plan des anneaux, nous conseillerons aux observateurs de préparer à l'avance des projections des anneaux de Saturne, d'après les éléments apparents des anneaux donnés dans le *Nautical Almanac*, pour la date de chacune des observations projetées; de cette manière, il sera facile de reconnaître si l'observation est d'accord avec la projection. Comme certains phénomènes peuvent s'observer en plein jour, on pourrait, quand il y a avantage, observer Saturne au moment le plus favorable de la journée.

QUELQUES MOTS SUR LA QUESTION DE LA NUTATION DIURNE:

PAR M. R. RADAU.

Parmi les termes de la nutation que l'on néglige d'habitude à cause de leur petitesse, il y en a plusieurs dont la période est très courte : d'un jour ou d'un demi-jour. A la première catégorie appartiennent ceux dont le coefficient est une constante arbitraire, et qui proviennent de la non-coïncidence de l'axe de rotation de la Terre et de l'axe principal C.

On sait, depuis Euler, que cette perturbation se traduit : 1° par une nutation, qui n'affecte que les coordonnées des étoiles, et dont la période est de $\frac{305}{306}$ jour $\left(\frac{C}{A} = \frac{306}{305}\right)$; 2° par une circulation de l'axe de rotation autour de l'axe principal C, qui altère les latitudes, et dont la période est de dix mois $\left(\frac{A}{C-A} = 305 \text{ jours}\right)$. Les deux phénomènes étant corrélatifs, il est évident *a priori* qu'il n'en peut résulter une variation de la latitude à période diurne; si Laplace parle de « variations journalières », c'est une expression qu'il ne faut pas prendre au pied de la lettre.

En se servant de ses formules, on trouve, en effet, que la nutation dont il s'agit donne

$$\begin{aligned}\Delta\delta &= \gamma \sin(nt + \lambda t - \alpha + \beta), \\ \Delta\alpha &= \gamma \tan\delta \cos(nt + \lambda t - \alpha + \beta),\end{aligned}$$

où γ, β sont des constantes inconnues, et $\lambda = n \frac{C-A}{A}$; nous avons

omis le terme de $\Delta\alpha$ qui est indépendant de $\tan\delta$. Pour les passages de l'étoile au méridien, on a

www.libtool.com.cn

$$nt - \alpha = 2h\pi \quad \text{ou} \quad (2h+1)\pi;$$

par conséquent,

$$\Delta\delta = \pm \gamma \sin(\lambda t + \beta),$$

$$\Delta\alpha = \pm \gamma \tan\delta \cos(\lambda t + \beta),$$

où il faut prendre le signe + pour le passage supérieur, le signe — pour le passage inférieur. Mais l'erreur d'une latitude, conclue d'une distance zénithale, est $+\Delta\delta$ dans le premier cas, et $-\Delta\delta$ dans le second; elle est, par conséquent, *la même* dans les deux cas. Cette erreur, sensiblement constante pendant quelques jours, ne peut se déterminer que par des observations qui s'étendent sur un intervalle de dix mois, où λt varie de 0° à 360° . C'est la méthode employée par Peters et par M. Nyrén qui, par la discussion d'un très grand nombre de passages de la Polaire, ont trouvé pour γ des nombres compris entre $0'',040$ et $0'',125$, en moyenne $0'',07$ ou $0'',08$ ('). Il est d'ailleurs possible, ainsi que l'a fait remarquer Sir W. Thomson, que γ varie sous l'influence des actions géologiques.

La nutation semi-diurne, qui dépend de l'argument $2nt$, provient de l'inégalité des moments d'inertie A, B, que tout nous porte à considérer comme extrêmement petite. Elle a pour coefficient

$$K = \frac{3}{8} \left(\frac{m}{n} \right)^2 \frac{B-A}{C} = 0'',58 \frac{B-A}{C}.$$

Si l'on admettait pour K des valeurs comprises entre $0'',05$ et $0'',50$ (A. N., n° 2889), il en résulterait des valeurs du rapport $\frac{B-A}{C}$ comprises entre 0,09 et 0,90, tandis que $\frac{C-A}{C}$ ne dépasse pas 0,0033. M. Folie (*Traité des réductions stellaires*, p. 48) estime que $0'',15$ est une valeur « qui ne semble pas exagérée »; elle donnerait

$$\frac{B-A}{C} = 0,26.$$

(') Et non pas $0'',007$, comme le prétend M. Folie (*Comptes rendus*, 27 mai 1890). On ne voit pas comment ils auraient pu déterminer une aussi faible quantité.

Pour expliquer ce résultat, contraire à toutes les notions admises en Géodésie, on a eu recours aux hypothèses les plus invraisemblables sur la constitution intérieure de la Terre. Ces tentatives deviennent inutiles, et toute discussion oiseuse, si l'observation prouve que la nutation semi-diurne est trop faible pour être constatée. Or, c'est là, je crois, la conclusion à laquelle conduit un examen attentif des preuves qui ont été alléguées.

Ne parlons plus de la *preuve inattendue* fournie par les azimuts des mires de Strasbourg; elle est définitivement jugée.

L'*Annuaire* de l'observatoire de Bruxelles pour 1890 renferme une longue série d'azimuts de circompolaires, observés à Cointe, et d'où M. Niesten a tiré les valeurs du coefficient K et de la longitude L du premier méridien, qui est le méridien de l'axe principal A . En se reportant à l'exposé de la méthode (*A. N.*, n° 2889), on voit que M. Folie se sert de deux azimuts d'une même étoile, mesurés à environ six heures d'intervalle, pour déterminer trois inconnues : la distance polaire, supposée invariable, et les deux ascensions droites α_1 , α_2 ; la différence Δz lui fournit une équation de condition pour le calcul des constantes de la nutation.

Le problème, ainsi posé, est évidemment indéterminé, et la solution nécessairement illusoire. M. Folie emploie des transformations à l'aide desquelles il obtient d'abord une valeur approchée de la distance polaire p , qui lui sert ensuite à calculer α_1 et α_2 . L'équation fondamentale pourrait se mettre sous cette forme très simple

$$A \cos \varphi = p \sin (A \sin \varphi + t - \alpha),$$

où t est le temps sidéral, A l'azimut, φ la latitude du lieu d'observation ($50^\circ 37' 7''$ pour Cointe). En posant $t + A \sin \varphi = h$, on trouve

$$\frac{A_1 + A_2}{A_1 - A_2} \tan \frac{\Delta h - \Delta z}{2} = \tan (h_0 - \alpha_0),$$

où Δh , Δz sont les différences, et h_0 , α_0 les moyennes des deux valeurs de h et de α . Il est clair que l'une des deux inconnues Δz et α_0 reste complètement arbitraire. M. Folie se donne

$$\begin{aligned} t_1 &= 20^h 19^m 26^s, & A_1 &= 3' 29'', \\ t_2 &= 1^h 14^m 0^s, & A_2 &= 4' 30'', \end{aligned}$$

et il trouve

$$\begin{aligned} p &= 3' 13'', 0, & \Delta\alpha &= 37'', 73, \\ \alpha_1 &= 17^h 25^m 20^s, 77, & \alpha_2 &= 17^h 25^m 58^s, 50. \end{aligned}$$

Or nous avons ici $h_1 = 20^h 19^m 37^s$, $h_2 = 25^h 14^m 14^s$, et l'équation

$$[0,895006] \tan(36^\circ 49' 37'' - \frac{1}{2} \Delta\alpha) = \tan(22^h 46^m 55^s - \alpha_0)$$

permet de calculer α_0 pour une valeur quelconque de $\Delta\alpha$. En prenant tour à tour $\Delta\alpha = 0$, $\Delta\alpha = 40''$ et $\Delta\alpha = 1^h$, on trouverait

$\Delta\alpha =$	0^s	40^s	1^h
$\alpha_1 = 17^h 25^m 31^s, 4$	$17^h 25^m 18^s, 1$	$17^h 8^m 0^s$	
$\alpha_2 = 17^h 25^m 31^s, 4$	$17^h 25^m 58^s, 1$	$18^h 8^m 0^s$	
$p = 3' 12'', 56$	$3' 12'', 37$	$2' 58'', 71$	

Cet exemple suffira peut-être pour montrer que la méthode en question ne peut servir à déterminer les constantes cherchées.

Parmi les autres preuves réunies par M. Folie, celle qui nous a le plus frappé à première vue, c'est la réduction, effectuée par M. Niesten, des ascensions droites de deux circompolaires observées par Argelander en 1862 et 1863 (voir *A. N.*, n° 2768; *Comptes rendus*, 13 décembre 1886). Les positions moyennes de ces étoiles, telles qu'on les trouve dans le tome VI des *Observations de Bonn*, montrent des écarts qui vont, pour R Céphée, jusqu'à près de 3^s de temps, l'intervalle des observations étant de deux jours. Pour une étoile située à $1^\circ 17'$ du pôle ($\tan \delta = 44$), ces écarts ne sont peut-être pas tout à fait inattendus. Quoi qu'il en soit, les calculs de M. Niesten les font disparaître, et c'est l'accord final des positions moyennes qui est inattendu : il est plus beau qu'on n'aurait osé l'espérer.

Or il m'a été impossible de retrouver ces résultats. Si l'on prend, avec M. Niesten, $K = 0'', 13$, on a $K \tan \delta = 0^s, 40$ de temps. En calculant ensuite les coefficients Σ_1 , Σ_2 de M. Folie, j'ai obtenu, pour les intervalles des observations, des corrections différentielles de quelques dixièmes de seconde, mais rien qui ressemble à des nutations de 3^s . Je ne crois donc pas que ces réductions puissent être prises au sérieux.

Les observations de Wagner, examinées par M. Bohlin, ont

encore donné un résultat négatif, qui devient même plus net, si l'on rectifie le coefficient erroné [0, 114] du terme qui dépend du périégée lunaire, coefficient que M. Bohlin a pris dans le Tableau du *Traité des réductions stellaires* (p. 69), et qui est dix fois trop grand; il doit s'écrire [9, 114], et le terme en question, qui a ici l'air d'être le terme principal, est en réalité sans importance.

Il me paraît inutile d'entrer dans d'autres détails à ce sujet : je pense que les astronomes qui prendront la peine d'étudier la question reconnaîtront qu'il est prématuré de parler d'effets sensibles produits par la nutation semi-diurne.

ASCENSIONS DROITES ABSOLUES D'ÉTOILES CIRCOMPOLAIRES;

PAR M. F. GONNESSIAT.

J'ai fait connaître en 1885 (*Bulletin astronomique*, t. II, p. 213) un nouveau procédé pour la détermination des ascensions droites absolues d'étoiles circumpolaires. Pour faire suite aux résultats publiés à cette époque, je vais indiquer ceux qui ont été tirés des observations semblables faites de 1885 à 1887.

Il s'agit, comme précédemment, des étoiles suivantes, dont les positions apparentes sont calculées dans la *Connaissance des Temps* ou dans le *Catalogue des étoiles de culmination lunaire* de M. Læwy :

1.....	4165 B.A. C.	9.....	λ Petite Ourse.
2.....	2 Petite Ourse.	10.....	2320 B.A.C.
3.....	2 Petite Ourse.	11.....	7169 B.A.C.
4.....	5140 B.A.C.	12.....	1 Hév. Dragon.
5.....	1235 B.A.C.	13.....	7504 B.A.C.
6.....	ε Petite Ourse.	14.....	3441 Carrington.
7.....	δ Petite Ourse.	15.....	8213 B.A.C.
8.....	51 Hév. Céphée.		

On a joint à cette liste l'étoile

3'..... 2099 Groombridge

pour laquelle on a adopté les coordonnées suivantes :

$$\alpha = 14^{\text{h}} 1^{\text{m}} 13^{\text{s}}, 29, \quad \delta = 86^{\circ} 18' 30'', 6$$

En ce qui concerne γ 465 B.A.C., α et λ Petite Ourse, 2320 B.A.C., les positions apparentes ont été corrigées des termes du second ordre, alors négligées dans les Éphémérides.

Pour bien préciser la signification de la quantité Δn que l'on détermine, il y a lieu de mettre en évidence, outre la correction Δz cherchée, la correction Δz_0 relative aux étoiles horaires, e l'équation personnelle sur l'étoile circumpolaire, e_0 l'équation personnelle à l'équateur. On a alors

$$\Delta n = [(\Delta z - \Delta z_0) - (e - e_0)] \cot \delta.$$

De telle sorte qu'on ne peut déduire Δz de Δn qu'autant qu'on connaît les erreurs absolues du catalogue horaire et la différence des équations personnelles vers le pôle et à l'équateur.

On a rapporté les observations équatoriales au Catalogue d'Auwers, et l'on peut considérer les erreurs à craindre de ce côté comme négligeables vis-à-vis de celles résultant de l'équation personnelle, qui, jusqu'à présent, n'a pas été déterminée : toutefois, des expériences récentes, faites avec un oculaire terrestre, n'ont montré aucun changement dépendant du sens du déplacement apparent de l'étoile.

Je n'ai pas cru devoir introduire dans les calculs la considération de la parallaxe annuelle des étoiles, non plus que la correction de la constante de l'aberration, car le résultat final est à peu près indépendant de ces quantités (*loc. cit.*, p. 218). D'ailleurs, il y a lieu de penser que la réfraction latérale, dont on ne peut tenir compte, introduit des erreurs systématiques d'un ordre au moins égal aux précédentes.

Voici le Tableau des différentes valeurs, C représentant les combinaisons deux à deux, par somme ou différence, des quantités Δn ; on donne en même temps la date, comptée à partir de 1885,0, et le nombre des déterminations; ε représente l'erreur moyenne d'une détermination isolée de C , obtenue par comparaison de chaque valeur individuelle à la moyenne générale. L'unité est le

millième de seconde de temps; les indices se rapportent aux numéros d'ordre de la liste ci-dessus.

	Nombre de déi.	Date 1885 +.	C.	z.
$-\Delta n_1 - \Delta n_3 \dots\dots\dots$	10	0,3	- 58	
	3	0,8	- 65	
	11	1,4	- 51	
	10	1,9	- 60	
	6	2,4	- 67	
	40	1,36	- 58,6	$\pm 16,1$
$[\Delta n_2 - \Delta n_3] \dots\dots\dots$	14	0,4	- 39	
	7	0,9	- 41	
	10	1,4	- 30	
	10	1,9	- 42	
	8	2,4	- 36	
	49	1,10	- 38,3	$\pm 15,8$
$+\Delta n_3 + \Delta n_3' \dots\dots\dots$	13	0,4	+ 10	
	1	0,9	+ 25	
	8	1,4	- 4	
	7	1,9	+ 2	
	6	2,4	+ 3	
	35	1,29	+ 2,1	$\pm 19,6$
$-\Delta n_3' + \Delta n_4 \dots\dots\dots$	13	0,4	- 106	
	1	0,9	- 135	
	6	1,4	- 99	
	2	1,9	- 121	
	8	2,4	- 118	
	30	1,25	- 109,6	$\pm 19,6$
$-\Delta n_4 - \Delta n_5 \dots\dots\dots$	14	0,4	+ 188	
	6	1,0	+ 177	
	11	1,5	+ 179	
	5	2,0	+ 180	
	12	2,4	+ 184	
	48	1,39	+ 182,5	$\pm 14,5$
$+\Delta n_5 + \Delta n_6 \dots\dots\dots$	11	0,5	- 152	
	5	1,0	- 181	
	11	1,5	- 154	
	5	2,1	- 134	
	10	2,4	- 150	
	42	1,46	- 153,4	$\pm 20,5$

	Nombre de det.	Date 1881+.	C.	ε.
$+\Delta n_6 + \Delta n_7 \dots\dots\dots$	15	0,5	+ 25	
	5	1,0	+ 42	
	13	1,5	+ 35	
	11	2,1	+ 18	
	3	2,4	+ 18	
	47	1,32	+ 27,5	$\pm 21,3$
$-\Delta n_7 - \Delta n_8 \dots\dots\dots$	20	0,6	+ 122	
	13	1,1	+ 114	
	17	1,5	+ 103	
	19	2,1	+ 103	
	69	1,33	+ 110,4	$\pm 17,8$
$+\Delta n_8 + \Delta n_9 \dots\dots\dots$	16	0,6	- 79	
	9	1,1	- 79	
	16	1,6	- 71	
	19	2,1	- 80	
	60	1,42	- 77,2	$\pm 17,1$
$[-\Delta n_9 - \Delta n_{10}] \dots\dots\dots$	3	0,2	- 75	
	18	0,6	- 66	
	15	1,1	- 70	
	12	1,6	- 61	
	11	2,1	- 69	
	59	1,19	- 66,5	$\pm 10,2$
$-\Delta n_9 + \Delta n_{11} \dots\dots\dots$	5	0,2	- 8	
	8	0,6	+ 6	
	8	1,2	- 21	
	12	1,7	- 7	
	11	2,1	+ 1	
	44	1,34	- 5,2	$\pm 17,8$
$-\Delta n_{11} + \Delta n_{13} \dots\dots\dots$	10	0,2	- 49	
	8	0,6	- 66	
	7	1,2	- 43	
	14	1,7	- 40	
	10	2,2	- 59	
	49	1,24	- 50,5	$\pm 18,8$
$[+\Delta n_{12} + \Delta n_{13}] \dots\dots\dots$	3	0,2	- 57	
	3	0,7	- 79	
	4	1,2	- 85	
	5	1,7	- 93	
	6	2,2	- 69	
	21	1,39	- 77,5	$\pm 22,2$

	Nombre de det.	Date 1955 +.	C.	ε
— $\Delta n_{13} - \Delta n_{11} \dots \dots$	12	0,2	+ 53	
	3	0,7	+ 53	
	5	1,2	+ 58	
	11	1,7	+ 62	
	7	2,2	— 62	
	38	1,17	+ 50,0	±18,3
— $\Delta n_{14} - \Delta n_{12} \dots \dots$	11	0,3	— 6	
	2	0,7	0	
	7	1,3	+ 8	
	7	1,8	+ 9	
	10	2,3	— 10	
	37	1,43	— 1,1	±15,7
— $\Delta n_{15} - \Delta n_1 \dots \dots$	8	0,3	— 20	
	3	0,8	— 26	
	7	1,3	— 18	
	8	1,8	— 15	
	10	2,3	— 22	
	36	1,43	— 19,7	±14,1

On tire aisément de ce Tableau les valeurs de chacune des corrections Δn , d'où l'on conclut les corrections en ascension droite abstraction faite de l'équation personnelle :

Nom.	Δn .	Δx .	α conclue 1886,0.
	s	s	h m s
4165 B.A.C.	+ 0,051	— 1,76	12.14.20,19
2 Petite Ourse.	— 0,030	— 0,39	0.53.18,95
2 Petite Ourse.	+ 0,007	+ 0,31	1.16.58,67
2099 Groombridge	— 0,005	— 0,08	14. 1. 5.86
5140 B.A.C.	— 0,114	— 2,80	15.14.14,64
1235 B.A.C.	— 0,068	— 0,82	4. 1. 4,59
ε Petite Ourse.	— 0,085	— 0,62	16.57.40,43
δ Petite Ourse.	— 0,058	— 0,98	18. 9. 4,85
51 Hév. Céphée.	— 0,053	— 1,09	6.46.46,16
λ Petite Ourse.	0,025	+ 1,37	19.37.50,95
2320 B.A.C.	0,092	+ 5,11	7.42.13,62
7169 B.A.C.	— 0,030	0,19	20.33.58,98
1 Hév. Dragon.	0,003	+ 0,02	9.20.45,36
7504 B.A.C.	— 0,080	— 1,33	21.22.12,13
3441 Carrington	— 0,030	— 0,38	22.22.14,15
8213 B.A.C.	— 0,031	— 0,53	23.27.49,61

Il faut faire remarquer que, depuis 1889, les étoiles du Catalogue de M. Lœwy ont été corrigées des quantités δz indiquées ci-dessous, en sorte qu'à partir de cette époque les corrections rapportées au Tableau précédent sont égales à $\Delta z - \delta z$:

Num.	δz .	$\Delta z - \delta z$.
2 Petite Ourse.....	+0,51	—0,90
7169 B.A.C.....	—0,24	+0,05
1 Hév. Dragon.....	+0,03	—0,01
3441 Carrington.....	+0,12	—0,50

L'erreur moyenne donnée plus haut est estimée sur un grand cercle et se rapporte en définitive à la détermination de la différence de coordonnées de deux étoiles : elle est presque toujours inférieure à $0^s,020 = 0'',3$, et pour les deux étoiles les plus rapprochées du pôle, elle descend même à $0^s,010 = 0'',15$, ce qui représente seulement $0'',11$ pour l'erreur moyenne d'une position. Quant aux variations de l'erreur avec la déclinaison, on pourra rapprocher les nombres de cette Note de ceux qui ont été publiés dans les *Comptes rendus* du 22 octobre 1888.

En procédant comme il a été indiqué dans ma Note de 1885, on arriverait à trouver pour erreur probable des ascensions droites conclues plus haut une valeur inférieure à $0^s,005 \tan \delta$; mais les erreurs systématiques, telles qu'une variation possible de l'équation personnelle, l'effet des réfractions anormales, doivent entrer en ligne de compte pour une valeur supérieure à ce chiffre. En fait, les valeurs actuelles présentent, avec celles de 1883-1885, une différence systématique assez sensible.

Les observations faites depuis la fin de 1887 se prêtent mal à la continuation de ces recherches, parce qu'elles se répartissent pour chaque belle journée en plusieurs groupes correspondant à diverses heures du jour et de la nuit, et qu'il est difficile de relier l'un à l'autre. Néanmoins, on a pu obtenir plusieurs contrôles, dont voici les plus intéressants :

G.	83-85.	85-87.	88-90.
$\Delta n_1 - \Delta n_3$	— 64	— 59	— 70
$+\Delta n_3 + \Delta n_4$	— 87	— 108	— 111
$-\Delta n_4 - \Delta n_5$	+159	+183	+185
$+\Delta n_5 + \Delta n_6$	—136	—153	—142

On voit que les déplacements relatifs indiqués par deux séries ne sont pas confirmés par la troisième : il faut donc conclure plutôt à une variation de l'équation personnelle qu'à la nécessité d'une correction dans les valeurs adoptées pour le mouvement propre.

OBSERVATIONS DE LA COMÈTE BROOKS (19 mars 1890),

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE TOULOUSE (équatorial Brünner):

PAR M. SAINT-BLANCAT.

Dates. 1890.	Étoiles de comparaison.	Gr.	— — —		N. de c.
			Al.	(Q).	
Mai 21.....	<i>a</i> 20.377 Oeltzen	9.10	+0.55,71	— 5.44,8	12 : 12
22.....	<i>b</i> 20.296 Id.	9	+0.24,07	+15.31,7	"
23.....	<i>c</i> 20.240 Id.	9	—1. 0,84	— 1. 5,3	"
26.....	<i>d</i> 19.880 Id.	8.9	— 1.11,54	— 4.49,4	"
29.....	<i>e</i> 19.566 Id.	9.10	—0.51,09	+ 5.39,1	"
30.....	<i>f</i> 19.459 Id.	6.7	—0.59,12	+ 3.54,3	"
Juin 3.....	<i>g</i> 18.978 Id.	8	—0. 8,36	+ 8.54,4	"

Positions des étoiles.

Dates 1890.	★	Al moy. 1890.0. h m s	Red. au j. s	(Q) moy. 1890.0.	Red. au j.	Autorités
Mai 21.....	<i>a</i>	20.15.46,24	+0,99	48.29.24,6	—15,9	Arg. Oeltz
22.....	<i>b</i>	20.12.32,49	+1,07	49. 5.44,6	—15,7	Id.
23.....	<i>c</i>	20.10.11,57	+1,14	50.17.50,4	—15,6	Id.
26.....	<i>d</i>	19.56.25,82	+1,43	53.15.19,3	—14,7	Id.
29.....	<i>e</i>	19.39.25,14	+1,75	55.52.52,5	—14,5	Id.
30.....	<i>f</i>	19.33.43,49	+1,86	56.44.47,0	—13,0	Id.
Juin 3.....	<i>g</i>	19. 4.21,77	+2,34	59.55.36,0	—10,5	Id.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1890.	F. moyen. de Toulouse. h m s	Rapp. h m s	Log. fact. parall.	(Q) app.	Log. fact. parall.
Mai 21.....	12.48. 1	20.16.42,94	1,707 <i>n</i>	48.23.23,9	0,024 <i>n</i>
22.....	12.15.59	20.12.57,63	1,742 <i>n</i>	49.20.58,6	0,153 <i>n</i>
23.....	10.59.26	20. 9.11,87	1,810 <i>n</i>	50.16.29,5	0,428 <i>n</i>
26.....	11. 4.35	19.55.15,71	1,819 <i>n</i>	53.10.15,2	0,226 <i>n</i>

N.	T. moyen. de Toulouse.			R app.	Log. fact. parall.	(D app.	Log. fact. parall.
	h	m	s	h	m	s	
29.....	11.37.	3		19.38.35,80	1,783 <i>n</i>	55.58.17,1	1,215 <i>n</i>
30.....	10.13.20			19.32.46,23	1,871 <i>n</i>	56.48.28,3	0,195 <i>n</i>
3.....	9.24.38			19. 4.32,47	1,911 <i>n</i>	60. 4.19,9	0,120 <i>n</i>

Les observations ont été faites avec le micromètre à comètes, muni de sa platine de 15" de diamètre.

OBSERVATIONS DE LA PLANÈTE VESTA,

FAITES AU CERCLE MERIDIEN DE L'OBSERVATOIRE DE BORDEAUX.

T. m. de Bordeaux.	R app.	Corr. éphém.	(D app.	Corr. éphém.	Observateurs.
h m s	h m s	s			
11.35.55,4	8. 0.45,26	+1,31	24.12.34,7	-1,4	Picart.
11.30.55,8	7.59.41,36	+1,08	24.18.11,9	+1,5	Doublet.
11.20.58,8	7.57.35,78	+1,12	24.28.59,2	-1,0	Doublet.
11. 6. 8,9	7.54.33,12	+1,30	24.44.23,5	-1,1	Doublet.
11. 1.13,8	7.53.33,81	+1,13	24.49.17,4	-1,1	Doublet.
10.56.20,1	7.52.35,89	+1,35	24.54. 4,4	-0,7	Courty, Doublet
10.46.35,5	7.50.42,83	+1,20	25. 3.15,8	+0,2	Picart, Doublet
10.32. 8,3	7.48. 2,87	+1,27	25.16. 2,9	-0,2	Courty, Picart.
10.27.21,9	7.47.12,22	+1,26	25.20. 2,2	-0,9	Courty.
10.22.36,8	7.46.22,92	+1,10	25.23.55,1	-0,2	Doublet, Picart.
10.17.53,3	7.45.35,16	+1,00	25.27.39,5	-0,4	Doublet.
9.19. 6,4	7.37.53,85	+1,07	26. 4.10,8	-1,9	Doublet, Picart.
9.14.48,4	7.37.31,64	+1,03	26. 5. 6,3	-1,3	Picart, Doublet.
9.10.32,5	7.37.11,59	+1,15	26. 7.50,5	-3,4	Picart.
9. 2. 6,6	7.36.37,32	+1,18	26.11. 7,6	-1,5	Picart, Doublet
8.50.18,7	7.36. 0,73	+1,00	26.15. 8,6	+0,7	Doublet.
8.45.38,4	7.35.52,75	+1,15	26.16. 7,5	-6,5?	Picart.
8.21.59,6	7.35.45,43	+0,92	26.20.36,3	+0,3	Doublet.
8.14.17,0	7.35.58,67	+0,90	26.21.12,2	-1,8	Picart.
8.10.30,6	7.36. 8,16	+0,90	26.21.22,0	-2,2	Doublet.
8. 2.53,5	7.36.32,92	+1,01	26.21.25,5	-1,5	Picart.
7.52. 6,5	7.37.23,81	+0,94	26.20.46,9	-1,4	Picart.
7.28.35,9	7.40.25,21	+0,79	26.16. 4,2	-2,2	Picart.
7.24.13,1	7.40.58,16	+0,97	26.16. 6,8	+1,8	Picart.
7.20.51,2	7.41.32,34	+0,74	26.13.58,9	+0,5	Picart.
7.14.12,9	7.42.46,08	+0,91	26.11.26,8	-3,1	Picart.
7.10.56,0	7.43.25,21	+0,89	26.10. 6,6	-1,5	Picart.
7. 7.40,8	7.44. 6,01	+0,99	26. 8.40,1	-1,2	Picart.

Date.	T. m. de Bordeaux.	R app.	Corr. éphém.	(Q) app.	Corr. éphém.	Observateur.
1890.						
AVRIL 1...	^h 7. ^m 4. ^s 26,8	^h 7. ^m 44. ^s 48,18	+0,98	26. 7. 8,7	-0,8	Picart.
3...	6.58. 3,7	7.46.16,97	+0,98	26. 3.50,6	-0,3	Doublet.
4...	6.54.54,1	7.47. 3,32	+1,21	26. 2. 5,1	+1,0	Picart.
5...	6.51.46,0	7.47.51,30	+0,82	26. 0.13,3	+0,9	Doublet.

Les observations sont corrigées de la parallaxe.

Les constantes nécessaires à la réduction des observations d'ascension droite et de déclinaison ont été calculées à l'aide des observations des étoiles fondamentales de la *Connaissance des Temps*.

L'éphéméride de comparaison est celle donnée par M. G. Leveau dans le *Nautical Almanac*.

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

SCHIAPARELLI (G.-V.). — *CONSIDERAZIONI SUL MOTO ROTATORIO DEL PIANETA VENERE* (5 Notices, extraites des *Rendiconti del R. Istituto Lombardo*, 2^e série, t. XXIII; ensemble 72 pages). Milan, 1890. In-8°.

Après avoir définitivement tranché la question de la rotation de Mercure, M. Schiaparelli s'est occupé de la rotation de Vénus, qui n'était pas mieux connue : il résulte, en effet, des recherches de M. Schiaparelli, qu'elle est, non pas de 23^h 21^m 22^s, mais très probablement de 225 jours.

L'observation de Vénus n'est pas facile : on a beaucoup de peine à y découvrir un repère dont le déplacement révèle le mouvement de rotation. Aussi les résultats obtenus par les astronomes depuis deux siècles sont-ils remplis de contradictions. M. Schiaparelli a compulsé avec soin tout ce qui a été publié à ce sujet. On attribue souvent à Jean-Dominique Cassini le temps de rotation de 23^h, qu'il aurait constaté à Bologne; or Cassini a trouvé 23 *jours*. Voici comment il s'exprime dans sa lettre à M. Petit, intendant des fortifications (*Journal des Savants*, 12 décembre 1667) :

« Je n'ay garde de dire mon sentiment sur ces phénomènes aussi hardiment que j'ay fait des taches de Jupiter et de Mars.

» Je puis néant moins dire (supposé que cette partie luisante de Vénus que j'ay observée, et particulièrement cette année, ait toujours été la mesme) qu'en moins d'un jour elle achève son mouvement, soit de révolution, soit de libration; de manière qu'en 23 jours à peu près elle revient.

environ à la même heure, à la même situation dans la planète de Vénus; ce qui ne se fait pas néant moins sans quelque irrégularité. De dire maintenant, supposé que ce soit toujours la même partie luisante, si ce mouvement se fait par une révolution entière, ou seulement par une libration, c'est ce que je n'oserois encore assurer, parce que je n'ay pu voir la continuité de ce mouvement dans une grande partie de l'arc, comme dans les autres planètes; et par cette même raison cela sera toujours très-difficile à déterminer. »

L'intervalle de 23 jours a été déduit d'observations faites à Bologne aux dates suivantes : 20-21 avril, 9-13 mai, et 5-6 juin 1667. Il y a encore une observation isolée du 13 octobre 1666. Cassini insiste d'ailleurs sur la difficulté de ce genre d'observations et sur l'incertitude du résultat, C'est seulement soixante-dix ans plus tard que son fils Jacques a fixé à $23^h 20^m$ la durée de cette rotation.

Après Cassini, c'est Francesco Bianchini qui observe les taches de Vénus à Rome et publie ses observations en 1728 (*Hesperii et Phosphori nova phaenomena*).

Après sa mort, un choix de ses observations a encore été publié par Manfredi (1737); le dessin de Vénus publié dans cet Ouvrage ne ressemble guère à celui que Bianchini avait inséré dans son Livre de 1728, et il est clair qu'il ne devait pas être trop sûr de ce qu'il voyait. Bianchini déduit de ses observations une période de 24 jours 8 heures, et il attribue à l'équateur de Vénus une inclinaison de 75° . Plus tard (1732), Jacques Cassini, qui n'avait jamais réussi à voir les taches de Vénus à Paris, discuta les observations de Bianchini et celles de son père, et trouva qu'elles étaient représentées par une période de $23^h 20^m$. M. Schiaparelli montre que cette conclusion n'est nullement justifiée.

Vers la fin du siècle, W. Herschel s'efforce en vain de saisir quelque indice qui lui permette de se prononcer sur la durée de la rotation de cette planète. Plus heureux en apparence, Schröter parvient à la fixer à $23^h 21^m 19^s$ (1793); plus tard, il adopte $23^h 21^m 0^s$ (1796). Cette détermination est fondée sur l'étude de la troncature de la corne australe; elle ne résiste pas à un examen sérieux.

En 1822, Flaugergues a publié une Note sur ce sujet, où il dit que l'observation d'une tache « plus claire que le reste du croissant » lui a donné pour la rotation de Vénus environ 24 jours (l'observation est du mois de juillet 1796). Il retrouve donc le nombre de Bianchini.

Un plaidoyer en faveur de Bianchini, publié en 1833 par le rév. Hussey (*Astronomische Nachrichten*, n° 249), n'apporte rien qui soit digne d'être cité; mais il fut l'occasion d'un appel adressé par Olbers et Schumacher aux astronomes italiens pour provoquer de nouvelles observations, faites sous un ciel plus favorable que celui des pays du Nord.

Les astronomes du Collège romain se mirent à l'œuvre sous la direction du P. de Vico. En 1840, à l'aide de 10000 observations de Pallas, de Vico trouve une série de nombres qui varient de $23^h 50^m$ à $23^h 11^m$; il n'explique pas comment les calculs ont été faits. On voit cependant que l'identification des taches (à peine perceptibles) était obtenue à l'aide d'un temps de rotation supposé, de sorte qu'on ne pouvait trouver autre chose qu'une correction de la période provisoirement admise. Ces observations furent continuées en 1840 et 1841. Peu satisfait de leur discussion, de Vico se décide à chercher simplement la correction de la première période de Schroeter, à l'aide de deux dessins de Bianchini, et il adopte finalement

$$23^h 21^m 21^s,9345.$$

Les dix-millièmes de seconde suffisent pour nous édifier sur la valeur de cette détermination. De Vico n'a fait, au fond, que rééditer le nombre de Schroeter. Mais son résultat, proclamé avec assurance, a passé dans les *Traité d'Astronomie populaire*; et c'est ainsi que s'est perpétué jusqu'à nos jours le mythe de la rotation de $23^h 20^m$, qui nous vient de Jacques Cassini. Il faut dire que beaucoup d'astronomes qui (comme Maedler) ont essayé de revoir les taches de Bianchini n'en ont trouvé aucune trace.

Vers la fin de l'année 1877, cependant, quelques rudiments de taches furent signalés, que M. Schiaparelli soumit à une étude attentive. Il a pu les dessiner un assez grand nombre de fois, depuis le 5 novembre 1877 jusqu'au 7 février 1878. En dehors de ses propres observations, il n'a pu réunir que très peu de matériaux (quelques observations de MM. Holden, Niesten, Trouvelot). Malheureusement, les taches de Vénus manquent de fixité : elles sont variables et ne tardent pas à se dissoudre; on ne peut guère espérer d'en tirer des renseignements certains sur le mouvement de rotation. Faute de mieux, il sera permis de s'en servir, comme on le fait pour les taches et les protubérances solaires.

M. Schiaparelli commence par démontrer que ses observations sont inconciliables avec les éléments trouvés par de Vico (temps de rotation $23^h 21^m$; inclinaison 53° ; longitude du nœud de l'équateur 57°). Ce qui exclut l'hypothèse d'un temps de rotation d'environ un jour, c'est l'identité d'aspect que montrent les dessins faits par M. Schiaparelli et M. Holden le 15 décembre, à huit heures d'intervalle. La période de Bianchini (24 jours) est également en désaccord complet avec les observations de 1877. L'apparente immobilité des taches conduit à admettre que la rotation de Vénus est très lente; elle doit être égale au temps de révolution de la planète, qui est d'environ 225 jours.

Cette conclusion est corroborée par l'examen des observations qui

ont été publiées par Gruithuisen, par MM. Trouvelot, Vogel et Lohse, Denning (1881). En somme, M. Schiaparelli croit pouvoir conclure, de la discussion de ces matériaux variés, que la durée de la rotation de Vénus ne diffère pas beaucoup de 225 jours, et que l'axe de rotation est, à très peu près, perpendiculaire à l'écliptique.

La période d'environ un jour, qui semblait résulter des observations de Schræter et de celles des astronomes romains, s'explique par le retour journalier des mêmes circonstances atmosphériques qui modifient, dans une certaine mesure, l'aspect de la planète, suivant la distance où elle se trouve de l'horizon. Il serait à désirer que les observateurs, munis de bons instruments, profitassent de toutes les occasions favorables pour explorer surtout la région australe de la planète, où des taches semblent se reproduire périodiquement aux mêmes endroits.

R. R.

ANNALES DE L'OBSERVATOIRE DE NICE, publiées sous les auspices du Bureau des Longitudes, par M. Perrotin (fondation R. Bischoffsheim). Tome III, avec un Atlas.

Ce Volume, édité par la maison Gauthier-Villars avec son luxe habituel, comprend trois Parties : un nouveau dessin du spectre solaire par Thollon, la suite de la théorie de Vesta par M. Perrotin, et des observations.

Thollon (L.). — Nouveau dessin du spectre solaire.

En 1879, Thollon présenta à l'Académie des Sciences un dessin du spectre solaire s'étendant de A à H et exécuté avec son grand spectroscopie, dont la construction n'était pas encore achevée. Ce premier dessin était déjà beaucoup plus complet que celui d'Angström; il le recommença cependant en entier à l'aide d'un instrument plus perfectionné, mais le travail était des plus pénibles, et il dut se limiter à la région comprise entre A et le groupe b : c'est ce dessin, présenté à l'Académie des Sciences le 7 septembre 1885, qui lui valut le prix Lalande.

Il le perfectionnait encore au commencement de 1887, lorsque la maladie qui l'enleva peu après le força de suspendre ses observations; et c'est ce dessin que publie aujourd'hui M. Perrotin.

Thollon n'avait pas préparé le texte qui devait accompagner les planches, mais il avait publié sur son dessin, ici même (*Bulletin*, III, p. 330), une Notice détaillée qui peut en tenir lieu : il avait d'abord formé une sorte de canevas de son dessin au moyen de 252 raies très nettes,

convenablement distribuées tout le long de la partie du spectre à représenter, et qu'il appelle *fondamentales*; puis il avait rapporté les autres raies à ces fondamentales à l'aide d'un micromètre. L'ensemble est constitué par 33 dessins partiels de 0^m,32 de long, renfermant 3200 raies environ, distribuées sur une longueur de 10^m,23 pour la partie comprise, comme nous l'avons dit, entre les régions A et b.

Thollon s'était attaché particulièrement à distinguer les raies telluriques des raies d'origine purement solaire; dans ce but, il observait le Soleil à diverses hauteurs et il notait en outre l'état hygrométrique de l'air. Sur ces 3200 raies, il y en a, dit-il, 2090 d'origine solaire, 866 d'origine tellurique et 246 mixtes, c'est-à-dire résultant pour lui de la superposition d'une raie tellurique et d'une raie solaire.

Pour indiquer ces diverses particularités, voici la disposition qu'il avait donnée à son dessin, fidèlement reproduit par les belles planches que nous avons sous les yeux :

Chacun des 33 dessins partiels porte, à la partie supérieure, une division en millimètres, de 0 à 320, et dépassant convenablement à chaque extrémité pour obtenir de bons raccordements; immédiatement au-dessous de cette division est une bande longitudinale, désignée par *a*, de 5^{mm} de large, où la position de toutes les raies est marquée par des traits fins d'égale intensité, aboutissant à la division en millimètres⁽¹⁾. Puis vient le spectre proprement dit, partagé en 4 bandes longitudinales numérotées de 1 à 4 et renfermant les indications suivantes :

1. Aspect du spectre quand le Soleil est à 80° du zénith, l'air étant sec;
2. Aspect du spectre quand le Soleil est à 60° du zénith, l'air étant très humide;
3. Aspect du spectre quand le Soleil est à 60° du zénith, l'air étant très sec;
4. Cette bande ne contient que les raies d'origine purement solaire et, par suite, figure le spectre tel qu'on l'observerait en dehors de l'atmosphère.

(1) Thollon aurait désiré pouvoir joindre à son spectre une division en longueurs d'onde et ramener son dessin aux proportions du spectre normal, ce qui aurait grandement facilité la comparaison avec les autres dessins; mais ses mesures relatives étant beaucoup plus précises que les longueurs d'onde absolues d'Angström, il aurait été obligé, ou de modifier un grand nombre de longueurs d'onde admises, ce qui n'eût pas été légitime, ou d'altérer ses intervalles mesurés, ce qui eût défiguré son spectre.

Enfin, une dernière bande de 5^{mm} de large donne les positions des raies appartenant au spectre du fer; mais cette partie est incomplète pour les derniers dessins, l'auteur n'ayant pu mettre la dernière main à son travail.

Thollon déterminait la largeur de chaque raie: il indiquait en outre son intensité suivant une échelle arbitraire, de 1 à 10, 1 représentant les raies les plus faibles et 10 les plus intenses: le texte donne, pour chaque raie, sa largeur et son intensité.

Pour la région étudiée, aucun travail n'est aujourd'hui comparable au dessin de Thollon que les magnifiques photographies du spectre solaire obtenues par le professeur Rowland; en comparant diverses parties communes et assez étendues, je n'ai rencontré chez M. Rowland aucune raie qui ne fût chez Thollon; par contre, on voit immédiatement que les raies les plus faibles de Thollon manquent la plupart du temps chez le savant physicien américain; par exemple, entre les longueurs d'onde 5262 et 5337, le nombre des raies chez M. Rowland n'est pas la moitié du nombre de celles qui sont indiquées dans le spectre de Nice; dans la région D, le nombre des raies chez M. Rowland atteint à peine les trois quarts de celles du dessin de Thollon. Sans doute dans le spectre photographique beaucoup de ces raies très fines ne sont pas venues dans le tirage sur papier, quoiqu'elles aient laissé leurs traces sur les clichés originaux; mais il n'en reste pas moins établi que le dessin de Thollon est aujourd'hui le travail publié le plus complet en son genre, quant au nombre de raies; et son importance est beaucoup augmentée encore par les indications qu'il fournit sur l'origine des raies.

Théorie de Vesta, par M. Perrotin.

Ce travail est la continuation de celui que M. Perrotin a publié en 1880 dans le tome I des nouvelles *Annales de l'observatoire de Toulouse* (p. B.3 et suiv.) et dans lequel on trouve les expressions algébriques des perturbations produites par les diverses planètes sur les éléments de Vesta. Actuellement, il développe ces expressions et prépare les formules numériques qui, mises en Tables, doivent servir à la comparaison de la théorie avec les observations et au calcul de la position de la planète pour une époque quelconque. Ces Tables, d'abord provisoires, deviendront définitives par l'adjonction d'une Table de corrections permettant d'avoir égard aux erreurs des éléments de Vesta qui ont servi de point de départ, erreurs qui seront fournies par la résolution des équations de condition.

Au point où en était le travail, deux voies se présentaient pour le continuer: ou bien on pouvait déduire les perturbations des coordon-

nées héliocentriques de celles des éléments et les mettre en Tables, ou bien réduire en Tables les perturbations elles-mêmes des éléments : c'est cette seconde méthode qui a été adoptée pour Jupiter, aux perturbations duquel se rapporte exclusivement le contenu de ce Mémoire.

Observations.

Ce sont d'abord les observations faites au cercle méridien de Brunner (de 0^m,20 d'ouverture et 3^m,20 de distance focale) du 31 mai 1887 au 31 mars 1888. Elles ont été faites par MM. L. Fabry et Jabely à la lunette, Simonin et Colomas au cercle, et sont relatives soit à des étoiles de comparaison d'observations équatoriales, soit à des étoiles doubles du Catalogue de Dorpat : comparées aux *positiones medix* de W. Struve ces dernières donneront avec beaucoup de précision les mouvements propres de ces étoiles, mouvements dont la considération est généralement très utile pour décider si les étoiles d'un couple sont liées physiquement ou si leur rapprochement est purement optique. Viennent ensuite de nombreuses observations équatoriales de comètes et de petites planètes, faites avec l'équatorial de 0^m,38 par M. Charlois. Le Volume se termine par l'indication des petites planètes découvertes par M. Charlois du 27 mai 1887 au 3 août 1889, (267), (272), (277), (282), (283), (284), (285), et par les divers systèmes d'éléments qu'il a calculés, tant pour ces planètes que pour quelques autres et pour la comète 1886, VIII.

Comme on voit, l'activité scientifique de M. Perrotin ne s'est pas ralentie, et elle continue de faire fructifier la large libéralité avec laquelle M. R. Bischoffsheim a créé et doté l'observatoire de Nice.

G. B.

Meridian circle observations of close polar stars (*Annals of Harvard College observatory*, t. XVIII, n° 9).

Miss Anna Winlock a extrait des Catalogues ou des Annales publiés par les observatoires 429 positions observées de polaires et les a réduites à l'époque 1900, en employant la méthode de Fabritius dont il a été fréquemment question dans le *Bulletin* (t. V). Le résultat du travail a été d'obtenir un Catalogue des positions précises de 52 polaires, et, pour 16 d'entre elles, les mouvements propres en ascension droite et déclinaison.

avenworth (F.-P.). — Micrometrical measurements of double stars and others observations made at the Haverford College observatory.

Les couples observés sont principalement ceux de Burnham et de Struve dans lesquels on a trouvé un mouvement.

L'observatoire d'Haverford possède un équatorial avec objectif de 10 pouces d'ouverture, construit par Alvan Clark et fils.

Deux Tableaux, déduits de la comparaison des mesures de l'auteur avec plusieurs Catalogues, font connaître les corrections systématiques tant des distances que des angles de position, et ces corrections sont appliquées dans la suite aux mesures.

Herbert Spencer. — The nebular hypothesis.

Le célèbre philosophe anglais a jugé utile de reproduire un article publié, en 1858, dans la *Westminster Review* et consacré à la défense de l'hypothèse nébulaire.

Une série de Notes nouvelles ayant des rapports avec le sujet n'occupe pas moins de 35 pages.

NOTE I. — Sur la non-simplicité des éléments chimiques ou corps prétendus simples.

NOTE II. — Supposant que les éléments que nous connaissons proviennent de la combinaison et de la dissociation de quelques principes simples, et que les éléments les plus stables se sont formés en premier lieu, que peut-on dire de l'évolution de la chaleur pendant la condensation de la nébuleuse?

NOTE III. — La nature interne des corps célestes peut-elle être déduite du mode de condensation de la nébuleuse?

NOTE IV. — Origine des petites planètes.

NOTE V. — A l'occasion des photographies de M. Roberts, dont il a été souvent parlé ici même.

Plus d'un savant pensera sans doute qu'il est difficile, pour ne pas dire impossible, de répondre à des questions semblables. Ce n'est pas à dire que les conceptions d'un puissant esprit soient à dédaigner; avec le temps, elles portent leurs fruits.

Photographies géodésiques.

Deux publications importantes viennent de paraître à quelques mois

d'intervalle : l'une des bibliographies a été publiée, sur le désir de la Commission permanente de l'Association géodésique, par M. O. Börsch (en allemand); l'autre, due à M. J. Howard Gore, forme l'Appendice n° 16 du *Report* pour 1887 du *Coast and geodetic Survey* des États-Unis. La bibliographie de M. Gore va jusqu'aux premiers mois de la présente année.

Bibliographie des travaux concernant le pendule.

M. G. Wolf a été chargé par la Société de Physique de réunir les travaux relatifs au pendule; la publication comprendra deux Volumes, les tomes IV et V de la collection des Mémoires publiés par la Société de Physique.

En présentant le tome IV à l'Académie des Sciences, dans la séance du 14 octobre, M. Wolf s'est exprimé ainsi : « Ma première idée, en commençant la publication de ces Mémoires, fut de les relier entre eux par un historique qui ferait connaître la suite des perfectionnements qu'ont reçus la théorie et l'application du pendule. Mais, dès que j'eus commencé à rassembler les matériaux de cette Introduction, je m'aperçus bien vite que j'avais dans les mains une telle multitude de documents qu'un résumé historique ne parviendrait jamais à en donner une idée même très incomplète. De là est né le double travail que j'ai mis en tête des deux Volumes que la Société de Physique ajoute à sa collection. Ce travail comprend une liste bibliographique et chronologique des Travaux et Mémoires relatifs à la théorie et aux applications du pendule, depuis Galilée jusqu'en 1885 inclusivement; et une Introduction historique, dans laquelle j'ai essayé de résumer les progrès successifs de la Science sur ces deux points. »

Winlock (W.-C.). — An account of the progress of Astronomy in the year 1886 (from the Smithsonian Report for 1886-1887).

Le résumé de M. Winlock est conçu comme celui de l'année 1885 et ceux des années précédentes 1879 à 1884, alors rédigés par M. E. Holden. Il est fort utile à consulter, d'autant plus qu'une bibliographie étendue complète le résumé. Nous indiquons ci-dessous quelques Ouvrages dont il n'a pas été parlé dans le *Bulletin*.

Schiaparelli (G.-V.). — Le stelle cadenti, con Appendice sulla grande pioggia di stelle cadenti del 27 novembre 1885. Nouvelle édition, viii-134 pages. Milano, 1886.

Hasselberg (B.). — Anwendung von Schwefelkohlenstoff-Prismen zu spectroscopischen Beobachtungen von hoher Precision. In-8°. Leipzig, 1886.

Baillaud (B.). — Notice sur le développement des études astronomiques à Toulouse (extrait de la *Revue des Pyrénées et de la France méridionale*).

M. Baillaud termine son intéressante conférence en donnant le détail des travaux récents à publier par l'observatoire de Toulouse : 1° un Volume renfermant plus de 6000 observations des taches du Soleil et leur discussion ; 2° un Volume renfermant les observations astronomiques faites depuis 1884.

Thirion (le P. J.). — Le R. P. Perry, directeur de l'observatoire de Stonyhurst. Notice biographique et bibliographique (extrait de la *Revue des questions scientifiques*. Bruxelles, 1890).

Nos lecteurs nous sauront gré de leur indiquer cette courte Notice qui donne des détails intéressants sur le collège des Pères Jésuites à Stonyhurst et fait bien connaître le P. Perry. L'astronome, dit le P. Thirion n'oubliait pas qu'il était religieux et prêtre, et en effet, M. Turner, citait ce fait caractéristique (*Observatory*, n° de février) que le P. Perry avait saisi l'occasion de sa dernière expédition à Cayenne pour faire un sermon aux forçats.

Il paraît que le P. Sidgreaves a été choisi comme successeur du P. Perry pour diriger l'observatoire de Stonyhurst.

Mort de M. Montigny.

M. Montigny est bien connu par ses recherches intéressantes sur la scintillation des étoiles qui forment le sujet d'une série de Notes communiquées à l'Académie royale de Belgique. Dans le n° de janvier d'*Himmel und Erde*, M. L. de Ball donnait tout au long la description du scintillomètre et parlait des résultats obtenus (voir *Bulletin*, II, p. 389, VI, p. 127, 180). Il est bien regrettable que M. Montigny n'ait pas eu le temps de réunir dans un travail d'ensemble tout ce qui se rapporte à la scintillation des étoiles.

M. Montigny était né le 8 janvier 1819; il est mort le 16 mars 1890.

O. C.

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, nos 2964-2970.

Schulhof. — Notes sur quelques comètes à courte période.

Voir *Bulletin*, VI, p. 465 et 513.

Becker. — Observations de comètes, faites au grand réfracteur de Strasbourg.

Seeliger. — Note sur le théorème de M. Tisserand, relatif à transformation des orbites cométaires.

M. Seeliger donne une nouvelle démonstration du beau théorème M. Tisserand, qui fournit une relation entre les éléments de l'orbite ancienne et de l'orbite nouvelle d'une comète qui a traversé la sphère d'action d'un astre troublant (*Bulletin*, VI, p. 292). Il part des équations différentielles du mouvement troublé

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{x}{r^3} + \mu \frac{x' - x}{\Delta^3} - \mu \frac{x'}{r'^3},$$

.....

En attribuant à la planète une orbite circulaire, on a simplement

$$\frac{dx'}{dt} = -n'y', \quad \frac{dy'}{dt} = n'x', \quad z' = 0,$$

puis

$$r' = \text{const.}, \quad r'^2 + r^2 - \Delta^2 = 2(xx' + yy'),$$

et les équations donnent, en désignant par v la vitesse de la comète,

$$dv^2 = d\left(\frac{2}{r}\right) + 2\mu \frac{r}{\Delta^3} + 2\mu(x'dx + y'dy)\left(\frac{1}{\Delta^3} - \frac{1}{r'^3}\right),$$

puis

$$+ 2n'\left(\frac{x}{r} \frac{d^2y}{dt^2} - \frac{y}{r} \frac{d^2x}{dt^2}\right) = 2\mu(x'dx + y'dy)\left(\frac{1}{\Delta^3} - \frac{1}{r'^3}\right);$$

d'où l'on tire, en intégrant, et en désignant par γ une constante,

$$v^2 = 2\gamma + \frac{2}{r} + \frac{2\mu}{\Delta} + \frac{\mu}{r'^3}(\Delta^2 - r^2) + 2n'\left(\frac{xy}{dt} - \frac{yx}{dt}\right).$$

En posant

$$\frac{xy}{dt} - \frac{yx}{dt} = \sqrt{p} \cos i, \quad v^2 = \frac{2}{r} + \frac{1}{a},$$

cette relation devient

$$0 = 2\gamma + \frac{1}{a} + \frac{2\mu}{\Delta} + 2n'\sqrt{p} \cos i - \frac{\mu}{r'^3}(r^2 - \Delta^2).$$

Si nous considérons deux époques où la comète se trouve à la même distance Δ de l'astre troublant, nous aurons

$$\frac{1}{a_0} - \frac{1}{a_1} = 2n'(\sqrt{p_1} \cos i_1 - \sqrt{p_0} \cos i_0) - \frac{\mu}{r^{1/3}}(r_1^2 - r_0^2),$$

où le dernier terme peut être négligé.

Schwarzschild (K.). — Sur la méthode de Bruns pour la détermination des orbites.

Il s'agit de calculer une orbite à l'aide de trois observations. M. Schwarzschild fait voir comment la méthode de M. Bruns peut être complétée de manière à fournir une solution aussi exacte qu'on le voudra.

Schwarzschild (K.). — Méthode pour la détermination des orbites d'étoiles doubles.

L'auteur a imaginé, pour le calcul des orbites d'étoiles doubles, un procédé qui consiste à chercher d'abord, à l'aide d'une équation de condition, la distance vraie des deux astres. Ce n'est qu'à l'application qu'on pourra juger ces méthodes.

Lewis Swift. — La comète de Brorsen.

Malgré tous ses efforts, M. Swift n'a pas retrouvé cet astre dans les régions du ciel indiquées par les éphémérides. MM. Bauschinger et Tebbutt n'ont pas été plus heureux.

Prix proposé par la Société Jablonowski.

Il s'agit d'utiliser les méthodes de M. Sophus Lie pour la recherche des invariants des équations différentielles ordinaires. Le prix est de 1250^{fr.}.
Dernier terme, 30 novembre 1893.

Schiaparelli. — Notes sur l'aspect physique de la grande comète 1882, II.

Ces Notes, très détaillées, sont accompagnées de nombreux dessins.

Matthiessen (B.). — Culminations lunaires observées à Carlsruhe.

M. Matthiessen a souvent pris pour point de mire le cratère Morsing A, suivant le conseil très judicieux de M. Franz.

Franz. — Éphémérides du cratère Mæsting A, pour le méridien de Greenwich.

Bidschof, Leuschner, Hill. — Éléments et éphémérides de la comète Brooks (19 mars 1890).

Voici les derniers éléments calculés par M. Bidschof :

T = 1890 juin 1, 5360 Berlin.

ω	68°.54'.39,9	Équin. moy. 1890,0
Ω	320.20.32,2	
i	120.33. 5,4	
$\log 2$	0,280524	

Palisa. — Découverte de deux nouvelles planètes (291) et (292).

Elles ont été vues par M. Palisa, l'une et l'autre, le 25 avril. M. Charlois les a trouvées indépendamment le 26. On croyait d'abord que la première pouvait être la planète (119) Méduse, qui est perdue depuis longtemps, et la seconde avait été identifiée un moment avec Scylla (155), puis avec Diké (99). Mais les éléments qui ont été calculés par M. Berberich montrent qu'il s'agit de planètes nouvelles.

Charlois. — Découverte d'une planète (293).

Elle a été découverte à Nice, le 20 mai.

Berberich. — Éléments et éphémérides des planètes (291) et (292).

Seydler. — Éléments de la planète 246 Asporine.

Oppenheim. — Éléments et éphéméride de la planète (20).

Matthiessen (B.). — Note concernant la comète Denning (1881, V).

Ricco. — Résultats des observations de protubérances solaires faites à Palerme en 1889.

Le parallélisme entre l'allure générale des taches et des protubérances a encore été très prononcé.

ort de M. Ch. Montigny.

Le 16 mars dernier est mort à Bruxelles M. Charles Montigny, dont les astronomes connaissent les persévérantes recherches sur la scintillation, exécutées à l'aide d'un instrument ingénieux auquel il avait donné le nom de *scintillomètre*. Il était né à Namur, le 8 janvier 1819, et il avait été professeur de Physique aux Athénées de Namur, d'Anvers et de Bruxelles.

ort de M. Hermann Schultz.

M. H. Schultz, directeur de l'observatoire d'Upsal, est décédé à Stockholm le 8 mai dernier. Il était né en 1823. Entré à l'observatoire dès 1859, il l'a dirigé de 1878 à 1888. Il s'est fait connaître surtout par des mesures micrométriques de nébuleuses. M. Schultz avait épousé, en 1860, une fille du célèbre opticien Steinheil; un de ses fils l'assistait dans ses observations. Le directeur actuel de l'observatoire d'Upsal est M. Dunér.

Seeliger. — Sur la probabilité de l'existence d'orbites hyperboliques.

Les *Additions à la Connaissance des Temps* pour 1816 renferment une Note de Laplace *Sur les comètes*, dans laquelle l'illustre géomètre s'efforce d'établir, par l'application du Calcul des probabilités, que l'existence d'orbites qui offrent une forme hyperbolique prononcée n'a pour elle qu'une probabilité infiniment petite. Il suppose que nous ne voyons que les comètes dont la distance périhélie est inférieure à 2, et que, pour ces comètes qui entrent dans la sphère d'attraction du Soleil, toutes les vitesses sont également possibles en grandeur et en direction. Ce résultat a été, comme on sait, contesté par M. Schiaparelli, qui, dans sa *Théorie astronomique des étoiles filantes*, a montré que Laplace avait oublié un terme essentiel, et qu'en corrigeant cette erreur, on trouve, au contraire, une probabilité extrêmement petite pour l'existence des orbites paraboliques.

Mais ce n'est pas la première fois que le Calcul des probabilités nous a réservé des surprises. M. Seeliger, ayant examiné la question à son tour, a confirmé l'existence de l'erreur signalée par M. Schiaparelli; seulement, il a reconnu qu'en abandonnant l'hypothèse, assez peu justifiée, d'après laquelle toutes les vitesses seraient également possibles jusqu'à $v = \infty$, on retombe sur la conclusion de Laplace, c'est-à-dire qu'en définitive ce sont les orbites hyperboliques qui sont improbables.

Soient v la vitesse de la comète à la distance r du Soleil, supposée très

grande, Δ sa distance périhélie, ω l'angle que forme la vitesse v avec r : on aura

$$v^2 = \frac{2}{r} - \frac{1}{a}, \quad \Delta = a(1 - e), \quad rv \sin \omega = \sqrt{a(1 - e^2)},$$

et

$$r^2 v^2 > a(1 - e^2),$$

d'où il suit qu'il faut prendre

$$r^2 v^2 > \frac{2\Delta}{1 + \frac{\Delta}{r}}.$$

Pour toutes les valeurs de Δ et v qui satisfont à cette condition, on aura une valeur de ω , et toutes les valeurs de ω sont également possibles par hypothèse. En introduisant certaines simplifications relatives à la probabilité des valeurs de Δ et de v , on trouve finalement que le nombre des orbites dont la distance périhélie ne dépasse pas D est proportionnel à l'expression

$$N(v) = v - \left(\sqrt{v^2 - v_1^2} - v_1 \arccos \frac{v_1}{v} \right) \sqrt{1 - \frac{D^2}{r^2}},$$

où

$$v_1^2 = \frac{2D}{r(r + D)}, \quad v > v_1.$$

Comme $\frac{D}{r}$ et $\frac{v_1}{v}$ sont très petits, on a approximativement

$$\begin{aligned} N(v) &= \frac{1}{2} v_1 \left(\pi - \frac{v_1}{v} + \frac{v}{v_1} \frac{D^2}{r^2} \right) \\ &= \frac{1}{2r} \sqrt{2D} \left(\pi - \frac{\sqrt{2D}}{rv} + \frac{vD}{2r} \sqrt{2D} \right). \end{aligned}$$

Il faut ici mettre pour v sa limite supérieure v_2 (d'après Laplace $v_2 = \infty$), s'il s'agit de toutes les orbites possibles, et la limite supérieure spéciale s'il s'agit des orbites d'une forme donnée; le rapport des deux résultats donne ensuite le nombre relatif possible des orbites de cette forme. L'unité de v est la vitesse de la Terre dans son orbite. M. Seeliger prend, avec Laplace, $D = 2$, $r = 100000$, puis successivement $v_2 = 1$; 10; 100, et il trouve, pour les orbites elliptiques ou paraboliques, les probabilités

$$1 - \frac{1}{703}, \quad 1 - \frac{1}{673}, \quad 1 - \frac{1}{489}.$$

Il s'ensuit que, sur 500 comètes observées, c'est tout au plus si l'on peut s'attendre à en rencontrer *une* dont l'orbite soit hyperbolique. La limite $v_2 = 100$, qui représente 3000^{km}, est d'ailleurs trop élevée, à en

er par les vitesses cosmiques qui nous sont connues. Ainsi, en dépit de l'erreur de calcul, c'est encore Laplace qui a raison.

ck (H.). — Sur un moyen simple de tenir compte de l'aberration diurne dans le calcul des positions absolues de planètes et de comètes.

Si l'aberration diurne peut être négligée dans les observations différentielles, il n'en est plus de même lorsqu'il s'agit de positions absolues. Si on pourra en tenir compte en calculant la parallaxe avec le temps et la, corrigé de l'aberration; on obtient alors la parallaxe augmentée de l'aberration diurne.

er (R.). — Éléments de la planète Glauké (38), calculés par M. Tietjen.

ér. — Sur la rotation du Soleil.

Pendant les étés des trois dernières années, M. Dunér a poursuivi ses recherches sur la rotation du Soleil à l'aide d'un spectroscopé à raies de Rowland, appliqué au réfracteur de l'observatoire de Lund, qui permet d'atteindre à une précision exceptionnelle. Il a mesuré, aux deux points opposés du bord solaire, les distances entre les raies spectrales suivantes :

(Dunér).	(Cornu).		
6301,72	6300,10	Fer.	raie solaire
6302,21	6300,66	Oxygène.....	tellurique
6302,72	6301,11	Fer.	solaire
6302,97	6301,43	Oxygène.....	tellurique

Les mesures ont été exécutées pour une série de latitudes héliocentriques, comprises entre 0° et 75°. Les vitesses conclues varient entre 0^m,3 et 0^m,3; les valeurs de l'angle de rotation ξ qui s'en déduisent varient progressivement depuis 14°,14 jusqu'à 9°,34. Ce résultat confirme ce que nous avons déjà appris de l'observation des taches; mais les mesures n'ont guère pu être suivies au delà des parallèles de 35°, tandis qu'ici les observations s'étendent jusqu'à 75°. M. Dunér a représenté les vitesses observées par diverses formules (voir *Bulletin*, IV, p. 64).

ering. — Variable nouvelle dans la constellation du Cygne (M. + 48°, 2942).

Les Cartes photographiques du ciel ont montré que cette étoile varie entre la 6^e et la 12^e grandeur.

Luther (W.). — Remarques sur quelques positions d'étoiles du Catalogue de M. Kam.

Scheiner (J.). — Sur la détermination des grandeurs stellaires par la Photographie.

Nous avons déjà rendu compte d'un premier travail de M. Scheiner sur le même sujet (voir *Bulletin*, VI, p. 281). Depuis cette époque, MM. Charlier et Schaeberle ont publié des recherches analogues. M. Scheiner, de son côté, a repris ses recherches avec le réfracteur photographique de 13 pouces, que possède maintenant l'observatoire de Potsdam. Ses nouvelles remarques concernent surtout l'influence très sensible de la couleur des étoiles. Les étoiles jaunes ou rouges paraissent toujours beaucoup plus faibles sur les plaques que pour l'œil; la différence est parfois de 2 grandeurs et même de 2 grandeurs et demie. Ainsi, des étoiles que M. Pickering fait de 2^e ou de 4^e grandeur, ne sont plus, sur les clichés, que de 4^e ou de 6^e grandeur. Il ne suffit pas d'ailleurs d'indiquer la couleur pour prévoir la réduction d'éclat; il faudrait, dans chaque cas, indiquer la nature du spectre. Pour les étoiles du type III, la perte doit dépasser 2 grandeurs et demie.

Même dans le cas des grandeurs estimées à l'œil, il y a lieu de remarquer que les étoiles appartenant aux types II et III émettent beaucoup moins de lumière, à masse égale, qu'une étoile du premier type; c'est une circonstance dont on oublie généralement de tenir compte dans les recherches concernant les relations qui existent entre les grandeurs stellaires et les parallaxes. Or on peut dire que les classes II et III comprennent environ le tiers des étoiles visibles; on leur a toujours attribué des parallaxes trop petites, en se fondant sur leur éclat relatif, et cette erreur d'appréciation deviendrait encore plus sensible par l'emploi des grandeurs photographiques.

Malgré tout, la Photométrie photographique constitue un progrès réel, à cause de la facilité des mesures et de la précision qu'elle permet d'atteindre. Il faudra seulement étudier avec soin toutes les causes d'erreur, parmi lesquelles l'une des plus importantes est l'extinction atmosphérique. Les astronomes de l'observatoire Lick ont entrepris des recherches sur cette matière. M. J. Scheiner a trouvé, par une série de comparaisons, que l'influence de l'extinction sur les grandeurs photographiques peut être calculée par la Table de M. G. Müller, en prenant pour la longueur d'onde celle de la lumière qui produit le maximum d'effet sur les plaques (434 dans le cas du bromure d'argent).

M. Scheiner emploie, comme formule d'interpolation pour les réductions, une relation linéaire entre les grandeurs et les diamètres de

images stellaires, et l'on pourra s'en contenter toutes les fois que les grandeurs ne varient qu'entre des limites assez rapprochées. Pour des variations plus fortes, il vaut mieux recourir à la relation logarithmique

$$m = a - b \log D$$

dont se sert M. Charlier dans son Mémoire sur les grandeurs photographiques des étoiles (voir le *Compte rendu de la réunion du Comité international de la Carte du Ciel*, p. 100). Mais il paraît difficile de fixer des mesures précises sur des clichés comprenant des étoiles depuis la 2^e jusqu'à la 12^e grandeur, comme a tenté de le faire M. Charlier. M. Scheiner cite enfin une expérience qui confirme l'explication qu'il avait donnée de l'extension progressive des disques stellaires : elle est due à l'irradiation qui résulte de l'illumination intérieure de la couche de gélatine, par suite des réflexions qui s'opèrent sur les molécules de bromure d'argent.

Scheiner (J.). — Appareil pour l'élargissement des images photographiques des spectres stellaires.

Pour l'observation directe des spectres stellaires, on emploie d'habitude une lentille cylindrique qui leur donne une certaine largeur; mais cette lentille devient inutile lorsqu'on a recours à la Photographie. Les spectres photographiques, d'une largeur de 0^{mm}, 1, se présentent comme des chapelets qu'il est facile d'étudier sans le microscope. Cependant il est désirable de les élargir pour la reproduction en gravure. M. Pickering a proposé d'insérer, à cet effet, une lentille cylindrique dans l'appareil d'agrandissement. M. Scheiner a obtenu des résultats encore bien meilleurs avec un appareil d'agrandissement où l'image du spectre se déplace lentement dans le sens de la largeur. Le cliché est fixé sur une fente qui ne laisse apercevoir que le spectre à reproduire; c'est la chambre noire qui est mobile sur deux rails; elle reçoit un mouvement de va-et-vient d'un moteur à régulateur. L'appareil que M. Scheiner a fait construire pour son usage fournit des spectres d'une largeur de 15^{mm}; le temps de pose est de dix minutes. L'apparence granulée disparaît complètement par ce procédé d'agrandissement transversal.

Bauschinger. — Mouvements propres de 90 étoiles télescopiques, contenues dans les Zones de Munich.

M. Bauschinger donne une liste de 90 mouvements propres, extraite d'un travail qui paraîtra prochainement dans les *Nouvelles Annales de l'Observatoire de Munich*; il pense que la moitié seulement de ces

mouvements propres avaient été déjà signalés. Les calculs ont été exécutés à l'aide de la machine à calculer de M. Selling, qui rend, paraît-il, d'excellents services.

Schaeberle. — Observation du passage de Vénus du 5 décembre 1882.

Sterneck. — Occultation de Jupiter par la Lune (7 août 1889).

Koerber (F.). — Le bolide du 15 octobre 1889.

Ce bolide ayant été observé sur un grand nombre de points de l'Allemagne et de l'Autriche, M. Koerber a pu réunir des matériaux suffisants pour une détermination exacte de l'orbite. La longueur de la trajectoire observée a été de 185^{km}; elle a été parcourue avec une vitesse (gécocentrique) de 50^{km} par seconde, qui répond à une vitesse héliocentrique de 54^{km}.

Voici les éléments de l'orbite hyperbolique :

$T = 1890$ janvier 20,35.

π	126,4
Q	202,3
i	14,3
e	0,1379
$\log a$	9,8655 n .

Point d'émanation cosmique : long. 350°, 7; lat. + 7°, 5.

Il est hors de doute que ce bolide appartient au même groupe que les quatre dont M. Niessl a trouvé les points d'émanation situés vers $\alpha = 20^\circ$ et $\delta = 20^\circ$ (M. Koerber trouve ici $\alpha = 25^\circ$, $\delta = 22^\circ$). La nature hyperbolique de l'orbite paraît d'ailleurs confirmée par des considérations relatives au déplacement progressif des points d'émanation.

Prix proposé par l'Université de Göttingue (fondation Beneke).

On demande un travail d'ensemble sur les apparitions de la comète de Biela qui ont pu être observées : calcul détaillé des perturbations, etc. Prix de 2100^{fr}, accessit de 850^{fr}. Dernier délai, 31 août 1892.

Observations de planètes et de comètes, etc.

R. R.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

SUR UN THÉORÈME DE M. HARZER;

PAR M. F. TISSERAND.

Si l'on considère les équations différentielles du mouvement troublé de la Lune en ayant égard seulement à l'action du Soleil, on voit que les composantes de la force perturbatrice dépendent des coordonnées géocentriques du Soleil, quantités qui doivent être exprimées au moyen des coordonnées rapportées au centre de gravité de la Terre et de la Lune, car ces dernières résultent immédiatement des formules connues du mouvement elliptique. En opérant ainsi, on est conduit à introduire dans les équations différentielles la masse m_1 de la Lune, ou plutôt le rapport $\sigma = \frac{m_1}{m_0 + m_1}$, où m_0 désigne la masse de la Terre. M. Harzer a trouvé récemment (1), au sujet de cette introduction de σ , un théorème général dont Plana et Hansen avaient donné seulement le premier terme. Je suis arrivé, dans les lignes suivantes, à simplifier la démonstration de M. Harzer.

Soient

$$x, y, z, r; \quad x_1, y_1, z_1, r_1$$

les coordonnées géocentriques de la Lune L et du Soleil S, $\Delta = SL$, μ et m' les produits par la constante f , de la somme $m_0 + m_1$ et de la masse du Soleil. On a, comme on sait,

$$(\alpha) \quad \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{\mu x}{r^3} = m' \left(\frac{x_1 - x}{\Delta^3} - \frac{x_1}{r_1^3} \right).$$

Désignons maintenant par x', y', z', r' les coordonnées du Soleil, rapportées au centre de gravité G de la Terre et de la Lune; les relations

$$\begin{aligned} x_1 &= x' + \sigma x, & y_1 &= y' + \sigma y, & z_1 &= z' + \sigma z, \\ \Delta^2 &= (x' - x + \sigma x)^2 + (y' - y + \sigma y)^2 + (z' - z + \sigma z)^2, \\ r_1^2 &= (x' + \sigma x)^2 + (y' + \sigma y)^2 + (z' + \sigma z)^2 \end{aligned}$$

(1) *Astronomische Nachrichten*, n° 2941, décembre 1889.

donneront

$$m' \left(\frac{x'_1 - x}{\Delta^3} - \frac{x'_1}{r'^3} \right) = m' \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{1}{(1-\sigma)\Delta} + \frac{1}{\sigma r'_1} \right] = \frac{\partial R}{\partial x}.$$

Représentant enfin par s le cosinus de l'angle SGL, on aura

$$xx' + yy' + zz' = rr' s,$$

$$R = \frac{m'}{r'} \left[\frac{1}{(1-\sigma) \sqrt{1 - \frac{2r}{r'}(1-\sigma)s + \frac{r^2}{r'^2}(1-\sigma)^2}} + \frac{1}{\sigma \sqrt{1 + \frac{2r}{r'}\sigma s + \frac{r^2}{r'^2}\sigma^2}} \right].$$

Les équations (a) deviendront

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{\mu x}{r^3} = \frac{\partial R}{\partial x}, \quad \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{\mu y}{r^3} = \frac{\partial R}{\partial y}, \quad \frac{d^2 z}{dt^2} + \frac{\mu z}{r^3} = \frac{\partial R}{\partial z}.$$

Si l'on introduit les polynômes $S_1, S_2, \dots, S_n, \dots$ de Legendre, dans lesquels la variable est s , l'expression précédente de R pourra s'écrire

$$R = \frac{m'}{r'(1-\sigma)} \left[1 + S_1(1-\sigma) \frac{r}{r'} + \dots + S_n(1-\sigma)^n \frac{r^n}{r'^n} + \dots \right] \\ + \frac{m'}{r'\sigma} \left[1 + S_1(-\sigma) \frac{r}{r'} + \dots + S_n(-\sigma)^n \frac{r^n}{r'^n} + \dots \right],$$

ou bien, en négligeant le terme en $\frac{1}{r'}$, qui ne dépend pas des éléments de l'orbite de la Lune,

$$R = \frac{m' r^2}{r'^3} S_2 + \frac{m' r^3}{r'^4} S_3(1-2\sigma) + \dots + \frac{m' r^n}{r'^{n+1}} S_n[(1-\sigma)^{n-1} - (-\sigma)^{n-1}] + \dots$$

On voit donc que, pour introduire σ , il suffit de multiplier les polynômes $S_3, S_4, \dots$ par des coefficients peu différents de 1. Plana, et Hansen après lui, s'étaient bornés à donner le multiplicateur $1 - 2\sigma$ qui doit entrer dans toutes les inégalités lunaires parallactiques renfermant le facteur $\frac{a}{\alpha}$. M. Harzer a fait connaître d'un coup les facteurs de $S_4, S_5, \dots$, ce qui présente un intérêt théorique, surtout en raison de la simplicité du résultat.

**SUR UNE REPRÉSENTATION GÉOMÉTRIQUE, DUE A MOEBIUS,
DES VARIATIONS DES ÉLÉMENTS DES ORBITES;**

PAR M. O. CALLANDREAU.

Il peut être utile d'assigner ou de contrôler, par des constructions géométriques simples, le sens dans lequel varie un des éléments du mouvement elliptique.

Moebius a donné à ce sujet une représentation élégante dans le cas des orbites presque circulaires (*voir* le t. IV de ses *Œuvres complètes*, p. 315 et 342). Le résultat de Moebius peut être généralisé.

Considérons les variations des éléments d'une orbite (autres que le nœud et l'inclinaison) produites par des forces perturbatrices. Il suffirait, pour avoir ces variations, de construire l'orbite infiniment voisine ou simplement le centre ou le second foyer de la nouvelle orbite, puisque la position de l'astre est commune aux deux orbites répondant aux deux époques t et $t + dt$.

Prenons le centre de l'hodographe d'Hamilton, situé sur la perpendiculaire menée par le centre du Soleil au grand axe de l'orbite, à une distance $\frac{ke}{\sqrt{p}}$ du Soleil et dans le sens de la vitesse au périhélie; le déplacement du centre de l'hodographe sera défini par les deux formules suivantes, faciles à vérifier :

$$u \cos(u, r) = \frac{m'}{1+m} na^{\frac{3}{2}} S, \quad u \sin(u, r) = \frac{m'}{1+m} na^{\frac{3}{2}} T \left(1 + \frac{r}{p}\right);$$

u désigne la vitesse dans le déplacement du centre de l'hodographe; $k^2 m' S$ et $k^2 m' T$ sont les composantes de la force perturbatrice dans le plan de l'orbite, suivant le rayon vecteur et la perpendiculaire (TISSERAND, *Méc. céleste*, t. I, p. 466);

$$S = x' \left(\frac{1}{\Delta^3} - \frac{1}{r^3} \right) - \frac{r}{\Delta^3}, \quad T = y' \left(\frac{1}{\Delta^3} - \frac{1}{r^3} \right).$$

On voit que la vitesse u fait un angle aigu avec la force perturbatrice projetée sur le plan de l'orbite; il y aura coïncidence si S ou T sont nulles, et dans ce seul cas. On peut remarquer que

pour une comète, près du périhélie, l'angle aigu est inférieur à 12° .

Les résultats contenus dans la Section III de l'Ouvrage *Gravitation* de M. Airy, l'illustre astronome anglais, se lisent immédiatement sur la représentation géométrique.

ORBITE DE LA PLANÈTE 288 GLAUKE

(Découverte le 24 février 1890 par M. R. LUTHER);

PAR M. ESMIOL.

M.....	333.59.47,72	1890 fév. 24, 5, T. m. de Paris.
π	188.21.43,02	} Équinoxe moy. de 1890,0.
Ω	122.52.18,58	
i	4.33.51,60	
φ	8.40.41,56	
μ	803",0015	
$\log \alpha$	0,4301933	

Avec ces éléments on a calculé une éphéméride qui, comparée avec les observations, a donné les résultats suivants :

Observation — Calcul.		
Δ .	(δ).	
—0,35	+3,5	Hambourg 24 février 1890.
0,00	+0,1	Id. 24 Id.
—0,39	—4,0	Id. 25 Id.
—0,10	+1,6	Id. 26 Id.
+0,11	—3,3	Padoue 26 Id.
+0,53	»	Id. 27 Id.
—0,05	—4,6	Hambourg 28 Id.
—0,16	—5,9	Id. 2 mars 1890.
—0,47	—0,8	Id. 3 Id.
+0,82	+1,9	Id. 9 Id.
+0,09	+3,1	Id. 14 Id.
—0,16	—0,3	Padoue 14 Id.
+0,07	—3,9	Hambourg 16 Id.
—0,77	+5,7	Id. 20 Id.
+0,01	+0,3	Marseille 26 Id.

Les éléments de l'orbite ont été calculés par M. Esmiol, en

partant des observations des 24 février, 2 mars, 14 mars faites à Hambourg, et de l'observation du 26 mars faite à Marseille. Le calcul de l'éphéméride a été fait par MM. Lubrano et Maitre, élèves-astronomes, qui ont en outre calculé, d'une manière indépendante, les éléments et sont arrivés à des résultats peu différents de ceux qu'a obtenus M. Esmiol.

OBSERVATIONS DE LA COMÈTE BROOKS (6 juillet 1889),

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE TOULOUSE (équatorial Brunner);

PAR M. SAINT-BLANCAT.

— ★ —						
Dates.	Étoiles de comparaison.		Gr.	R.	(D).	N. de c.
1889.						
Nov. 19.....	<i>a</i>	46918 Lalande	9.10	^m —0.13,70	+ 1.39,6	12 : 12
20.....	<i>b</i>	4595 BonnZ—0°	9.10	—0.23,78	— 1.59,9	12 : 12
21.....	<i>b</i>	Id.	9.10	+0.24,79	+ 7. 8,7	8 : 8
22.....	<i>c</i>	5080 BonnZ+0°	8.9	—1.57,84	— 6. 5,8	18 : 20
23.....	<i>d</i>	5077 BonnZ+0°	9	—0.32,23	+ 1.53,3	8 : 8

Positions des étoiles.

Dates.	★	R moy. 1889.0.	Réd. au j.	D moy. 1889.0.	Réd. au j.	Autorités
1889.						
19.....	<i>a</i>	$23.50.45,39$	$+2,21$	$-0.8.10,6$	$+14,7$	Observat. de Paris.
20.....	<i>b</i>	$23.51.40,29$	$+2,21$	$+0.4.14,1$	$+14,7$	Comparée à <i>a</i> .
21.....	<i>b</i>	$23.51.40,29$	$+2,21$	$+0.4.14,1$	$+14,7$	Id.
22.....	<i>c</i>	$23.54.53,23$	$+2,21$	$+0.26.52,2$	$+14,7$	Weisse XXIII, 1090.
23.....	<i>d</i>	$23.54.19,04$	$+2,20$	$+0.28.16,2$	$+14,7$	Id. 1075.

Comparaison de b à a.

$\overbrace{\text{R.} \quad \text{D.}}^{b - a}$		Nombre de comparaisons.
$+54^s,90$	$+12'24'',7$	8 : 8

Positions apparentes de la comète.

Dates.	T. moyen. de Toulouse.	R app.	Log. fact. parall.	(Q) app.	Log. fact. parall.
1889.	h m s	h m s			
Nov. 19	9.20.53	23.50.33,90	1,195	—0. 6.16,3	0,783 n
20	8.27.51	23.51.18,72	2,839	+0. 2.28,9	0,783 n
21	8.46. 3	23.52. 7,29	1,257	+0.11.37,5	0,783 n
22	9.21.55	23.52.57,60	1,236	+0.21. 1,1	0,779 n
23	9.43.56	23.53.49,01	1,333	+0.30.24,2	0,779 n

Ces observations ont été faites avec le micromètre à comètes, dont les fils ont 15" de diamètre.

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

NOBILE (A.). — IL CERCHIO MERIDIANO REICHENBACH-HEURTAUX DEL R. OSSERVATORIO DI CAPODIMONTE. Napoli, 1888. In-4°, 35 pages et 6 planches.

Parmi les instruments dont fut doté l'observatoire de Naples lors de sa fondation, le plus important était un cercle méridien de Reichenbach-que Brioschi fit installer en 1819. La lunette, formée de deux troncs de cône, avait un objectif de 0^m,11 d'ouverture; le cercle avait 1^m de diamètre. L'observatoire possédait, en outre, une lunette méridienne du même artiste. Après de longs services, ces instruments, de date ancienne, devaient finir par ne plus répondre aux besoins de l'Astronomie moderne. En 1873, un cercle méridien de Repsold est venu compléter l'outillage des astronomes de Capodimonte. Vers la même époque, M. A. Nobile proposa de faire subir au cercle de Reichenbach une transformation complète, pour laquelle il trouva dans un artiste français, Octave Heurtaux, un collaborateur aussi intelligent que dévoué. M. Heurtaux se mit à l'œuvre en 1877 et y consacra quatre années. Les parties conservées sont le cercle divisé, les coussinets et l'axe de rotation, les cônes du tube et l'oculaire; tout le reste a été renouvelé, y compris l'objectif, qui avait été remplacé par un objectif de Merz. Les observations projetées par M. Nobile purent commencer en 1882, et elles lui suggérèrent quelques modifications nouvelles de l'instrument. Mais M. Heurtaux, qui était tombé gravement malade, avait quitté l'Italie; il est mort à Paris, en 1885, âgé de 46 ans. Le cercle de Reichenbach-Heurtaux a

reçu ses derniers perfectionnements de M. P. Moreno, mécanicien de l'observatoire.

Le ~~Mémoire que nous avons~~ sous les yeux contient la description complète de l'instrument en question, qui a déjà fait ses preuves; il a été employé par M. Nobile pour ses belles recherches sur la variabilité de la latitude de Naples, dont nous avons exposé ici même les résultats (voir *Bulletin*, V, p. 541). Le cercle est divisé de 3' en 3'. Il a été rendu mobile, pour permettre l'emploi de la méthode de la réitération, dont M. Nobile a fait un grand usage. La lecture se fait au moyen de quatre microscopes. Un second cercle, qui n'était d'abord destiné qu'à servir de contrepoids au premier, a reçu une graduation qui va de 10' en 10'; il est fixé à demeure sur l'axe de rotation. L'instrument peut être retourné à l'aide d'un chariot que M. Nobile a fait construire à cet effet. Nous n'entrerons pas dans d'autres détails sur les modifications importantes qui ont été successivement introduites dans la construction et le mode d'emploi du cercle méridien Reichenbach-Heurtaux; elles prouvent que M. Nobile est un observateur aussi consciencieux qu'ingénieux.

R.

FOERSTER (W.). — SAMMLUNG VON VORTRAEGEN UND ABHANDLUNGEN. 3^{te} Folge. Berlin, 1890. Dümmler. In-8°, 228 pages.

Dans ce Volume, l'éminent directeur de l'observatoire de Berlin a réuni une nouvelle série de discours prononcés en diverses circonstances, et d'essais plus ou moins étendus, consacrés à des questions scientifiques d'un intérêt actuel. Bien qu'il s'adresse au grand public, ce nouveau recueil sera lu avec autant de profit que d'agrément par les savants de profession, qui y trouveront beaucoup de remarques judicieuses et plus d'un renseignement inédit. Après un discours *Sur les limites de l'humanité*, dont le titre est emprunté à une poésie de Goethe, nous y rencontrons des articles fort intéressants sur la question du temps normal et du méridien universel, sur la conférence de Washington, sur les prédictions météorologiques, sur les nuages noctiluques, la lumière zodiacale, les crépuscules rouges et l'éruption du Krakatoa, sur la cosmogonie du P. Braun, sur les progrès réalisés dans la détermination des vitesses de translation des étoiles, etc. Cette énumération suffit pour donner une idée de la variété des sujets traités dans ce Volume.

R.

BROSINSKY (ADOLF). — UEBER DIE VERGRÖßERUNG DES ERDSCHATTENS BEI MONDFINSTERNISSEN. Thèse de doctorat soutenue devant la Faculté de Philosophie de Göttingue. Berlin, 1889; in-4°, 36 pages.

Depuis Lahire, on a souvent tenté de déterminer le coefficient de l'abaissement du cône d'ombre dans les éclipses de Lune, coefficient empirique qui dépend surtout de l'état de l'atmosphère terrestre. Tobie Mayer l'égalait à $\frac{1}{6}$; Oppolzer, dans ses Tables, adopte $\frac{1}{10}$. M. Brosinsky a réuni et discuté une quantité de matériaux d'observation, et il croit que le coefficient en question doit être, en moyenne, de $\frac{1}{12}$; mais il est loin d'être constant.

ZWINK (MAX). — DIE PENDEL-ÜHREN IM LUFTDICHT VERSCHLOSSENEN RAUM. Thèse de doctorat présentée à la Faculté de Philosophie de Kiel. Halle, 1888; in-4°, 32 pages.

Recherches sur la marche des pendules placées dans un compartiment hermétiquement clos.

SOCOLOFF (A.). — FORMULES EXACTES DE LA THÉORIE DES QUEUES COMÉTAIRES. Moscou, 1890; in-4°.

Dans ce travail, M. Socoloff établit d'abord les formules données par M. Bredichin pour le calcul de la position d'une particule libre qui a quitté la sphère d'action de la comète dans le plan de l'orbite du noyau avec une vitesse donnée par rapport au noyau, et se meut désormais sous l'influence d'une force centrale donnée, tandis que le noyau obéit à l'attraction ordinaire (qui est prise pour unité).

M. Socoloff établit ensuite quelques formules qui peuvent être utiles dans les recherches concernant les queues cométaires. Il explique enfin comment peut se calculer l'éphéméride de la queue, et se déterminer la correction de la force supposée par la comparaison des coordonnées calculées et observées. Les notations employées sont, à peu près, celles de M. Bredichin.

COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
t. CX, n° 9-21.

Cornu (A.). — Sur les phénomènes optiques qui ont été visibles autour du Soleil le 3 mars 1890.

On voyait simultanément autour du Soleil, ce qui est très rare dans nos climats, le halo de 22° avec ses deux parhélies, ses deux arcs parhéliques horizontaux et son arc tangent supérieur, le tout enveloppé du halo de 46° , offrant aussi son arc tangent supérieur. M. Cornu avait déjà attiré l'attention sur l'importance de ces apparitions pour la prévision du temps (*Comptes rendus*, t. CII, p. 1210; 1886); « j'ajouterai, dit-il, que l'observation du spectre solaire le même jour, aux environs de midi, au moment où le halo de 22° commençait à apparaître, était d'accord avec ces phénomènes pour signaler dans les régions supérieures de l'atmosphère des courants humides et chauds, malgré le froid exceptionnel de la matinée (minimum à Paris, le 3 mars, -11°). Lorsque les conditions météorologiques sont stationnaires, j'ai reconnu que l'effacement des raies aqueuses au voisinage de D coïncide avec des froids aussi exceptionnels pour la saison. Or ces raies aqueuses étaient, le 3 mars, beaucoup moins effacées que le 28 février : ce jour-là elles avaient à peu près complètement disparu, quoique le minimum de la matinée n'eût pas dépassé -4° .

» La violente bourrasque apparue le lendemain au nord de l'Europe était donc signalée par les deux espèces de phénomènes optiques de nature si différente, décrits ci-dessus. »

« L'apparition des arcs tangents, qui correspondent à une orientation dans le plan horizontal des aiguilles glacées, me paraît susceptible de donner des indications précises sur la direction de ces courants supérieurs et de fixer certaines conditions qui déterminent la marche des bourrasques. Mais il faudra, pour arriver à des règles précises, multiplier les observations et les comparer aux autres données caractérisant les mouvements de l'atmosphère aux mêmes instants. »

Nierckx (G.). — Tache solaire de très haute latitude.

Spærer. — Sur la position de la tache solaire du 4 mars.

Sa latitude était non de $+65^\circ$, mais seulement de $+33^\circ$, ainsi que l'ont fait remarquer MM. Spærer, Tacchini, Marchand, Ricco et d'autres observateurs.

Lévy (Maurice). — Sur l'application des lois électrodynamiques au mouvement des planètes.

A l'occasion de la Note de M. Tisserand sur les lois d'attraction de Gauss et de Weber appliquées aux mouvements des planètes (*voir* p. 117 de ce Volume), M. M. Lévy montre que la loi de Gauss ne peut être considérée comme une loi d'attraction universelle, car elle est contraire au principe d'énergie et aussi aux faits. Les lois de Weber, de Riemann, sont en accord à la fois avec le principe de l'énergie et avec les faits bien constatés en Électricité. De ces deux lois, il est possible d'en déduire une infinité d'autres qui possèdent les mêmes qualités, et, parmi elles, il y en a une qui, appliquée aux corps célestes, fournit le mouvement du périhélie de Mercure avec telle approximation qu'on veut. « C'est cette loi, ajoute l'auteur, que je me propose d'indiquer, sans prétendre qu'elle soit plus vraisemblable que les autres, sans prétendre non plus que ce soit dans des lois de cette nature qu'il convient de chercher l'avenir de l'Électricité. »

Cornu (A.). — Sur le halo des lames épaisses, ou halo photographique, et les moyens de le faire disparaître.

M. Cornu étudie d'abord en détail la production du phénomène, indépendamment de toute manipulation photographique, et, après l'avoir observé, il l'explique avec la plus grande simplicité; il montre qu'il est dû aux rayons qui, partant du point directement illuminé de la première surface, sont réfléchis par la seconde, les uns par la réflexion vitreuse, les autres par réflexion totale. Après avoir indiqué de nombreuses expériences directes de vérification de sa théorie, il énonce la condition essentielle que doivent remplir les vernis appliqués sur la seconde surface pour empêcher la formation des halos : cette condition est l'égalité des indices de réfraction du verre et du vernis. Il indique enfin un procédé très pratique pour obtenir un vernis ayant exactement le même indice qu'un verre donné. Ultérieurement M. Cornu fera connaître un vernis ayant, après dessiccation, le même indice que le verre à vis ordinairement employé; on pourra ainsi préparer à l'avance l'end noir sec des plaques photographiques destinées à servir loin du laboratoire obscur.

Henry (Paul et Prosper). — Sur la suppression des halos dans les clichés photographiques.

Ils rappellent, à propos de la Communication précédente, qu'ils fon

sage depuis longtemps d'un procédé analogue à celui de M. Cornu, et qui consiste à recouvrir le revers de la plaque d'une couche de collodion normal contenant en dissolution une petite quantité de chrysoïdine : ce vernis supprime complètement les halos, sèche très rapidement et, en raison de sa parfaite transparence, permet de surveiller commodément la venue de l'image. En outre, il n'a aucun effet nuisible sur le développement.

ascart. — Sur l'observatoire de Tananarive.

Cet observatoire, dirigé par le P. Colin, qui en communique des vues photographiques, est construit à 1400^m d'altitude, au sommet d'une colline située à quelques kilomètres de Tananarive. C'est un véritable monument en pierre de taille, muni de quatre coupoles, bâti sur l'initiative de M. Le Myre de Villers, à l'aide de ressources fournies par des associations ou par des particuliers.

Outre les observations astronomiques, le P. Colin a organisé un service régulier d'observations météorologiques avec postes secondaires en différents points de l'île, à Tananarive, Fianarantsoa, le fort Dauphin, Majunga, Diego Suarez, Mananjary et Arivonimano; un magnétographe est en voie d'installation.

Callandreau (O.). — Étude sur la théorie de la capture des comètes périodiques.

M. Tisserand a publié, l'année dernière, dans les *Comptes rendus*, et avec plus de détails dans le *Bulletin astronomique*, un beau travail sur la théorie de la capture des comètes, théorie qui a été aussi l'objet de Notes intéressantes du prof. H.-A. Newton, de New-Haven. Sur la proposition de M. Tisserand, M. Callandreau a continué cette étude; il fait connaître quelques-uns des résultats auxquels il est parvenu et qui feront partie d'un Mémoire presque entièrement terminé.

Chevalier. — Sur un tremblement de terre à Chang-Haï et les mouvements de boussoles à Zi-Ka-Wei durant ce tremblement de terre.

On s'est préoccupé, dans ces derniers temps, de l'origine des perturbations observées dans les courbes des magnétographes durant certains tremblements de terre. Les faits observés dans le tremblement qui a eu lieu en Chine, le 28 décembre 1889, paraissent prouver que ces pertur-

bations sont dues à une toute autre cause qu'à des chocs mécaniques transmis par les piliers aux instruments enregistreurs.

Deslandres (H.). — Propriétés fondamentales communes aux deux classes de spectres. Caractères distinctifs de chacune des classes. Variations périodiques à trois paramètres.

M. Rydberg a publié récemment une étude sur la succession des périodes vibratoires dans les spectres de lignes; M. Deslandres, qui a étudié au même point de vue les spectres de bandes, et posé deux lois simples de répartition des raies et des bandes, présente aujourd'hui ces mêmes lois sous une forme analogue à celle adoptée par M. Rydberg pour les spectres de lignes.

Lewy et Puiseux. — Sur la théorie du système optique formé par une lunette et un miroir plan mobile autour d'un axe. (Deux Notes.)

Dans une série de Notes dont le *Bulletin* a rendu compte, M. Lewy a fait connaître et a développé une méthode nouvelle pour déterminer les constantes de la réfraction et de l'aberration, basée sur l'emploi d'un double miroir plan taillé dans un bloc de verre unique, et disposé de manière à faire voir simultanément dans une lunette l'image de deux astres éloignés. Pour conduire à une évaluation rigoureuse des distances, ce double miroir, ce prisme, doit être mobile autour d'un axe normal à l'intersection des deux faces, également incliné sur elles et parallèle à l'axe optique de la lunette. De plus, au moment de l'observation, la lunette doit viser le point milieu de l'arc de grand cercle qui joint les deux astres, et la droite d'intersection des deux faces du prisme doit être normale au plan de ce grand cercle. M. Lewy a montré que, pour l'exactitude des mesures, il suffit que toutes ces conditions soient réalisées à peu près; et c'est ce que prouvent d'ailleurs un certain nombre de mesures qui viennent d'être faites pour la détermination des constantes de la réfraction et de l'aberration : ces premiers résultats confirment complètement les espérances fondées sur les nouveaux procédés pour la détermination de ces deux constantes. On pourrait donc se contenter d'une installation grossièrement approchée de l'appareil, sans que l'exactitude des mesures en fût affectée. Mais si, dans la pratique, on veut tirer de la méthode tout le parti possible, l'établissement du prisme doit être assez parfait pour éviter les tâtonnements dans la recherche des couples d'étoiles. En étudiant la question à ce point

de vue, MM. Læwy et Puiseux ont été amenés à résoudre ce problème préliminaire : *Déterminer les coordonnées exactes d'un astre vu à l'aide d'une lunette et d'un miroir plan installé devant l'objectif.* Leur première Note a principalement pour but de donner la solution de ce problème; et, dans la seconde, ils appliquent les formules obtenues au cas de deux miroirs. Ces démonstrations ne comportent pas d'analyse; disons seulement que ces questions se trouveront développées, avec d'autres, dans un Mémoire actuellement en impression et destiné à paraître dans les *Annales de l'Observatoire*.

Tacchini (P.). — Résumé des observations solaires faites à l'observatoire royal du Collège romain pendant le premier trimestre de l'année 1890.

La période de calme de la fin de 1889 s'est prolongée dans les premiers mois de 1890. La fréquence des protubérances est restée assez petite, avec un minimum en février, ce qui s'accorde avec le phénomène des taches, pour démontrer que la période du minimum d'activité solaire embrasse déjà les derniers mois de 1889 et les premiers mois de 1890.

Marchand (Ém.). — Observations des taches solaires, faites en 1889 à l'observatoire de Lyon.

Les taches, rassemblées près de l'équateur au début de 1889, commencent en juin à se montrer dans les hautes latitudes, ainsi que l'avait déjà remarqué M. Spærer. Depuis octobre, et surtout depuis décembre 1889, les taches ne se montrent plus qu'au delà de $\pm 20^\circ$ de latitude.

icco (A.). — Sur le minimum actuel de l'activité solaire et la tache de très haute latitude de mars 1890.

La statistique du nombre de jours sans taches solaires en 1889, comparée à celle de 1878, conduit à une période de 11 ans exactement; il est donc probable que le minimum solaire actuel a eu lieu vers la fin de 1889. Cette probabilité s'accroît par le fait de l'apparition, le 1 mars 1890, de la tache importante de $+ 34^\circ$ de latitude héliographique, et qui pendant sa demi-rotation visible est passée à une bien petite distance du point nord du disque solaire, à moins du $\frac{1}{6}$ de diamètre.

Tacchini (P.). — Phénomènes solaires observés pendant l'année 1889.

En 1889 tous les phénomènes solaires ont été bien plus fréquents dans l'hémisphère sud; les protubérances figurent, dans les deux hémisphères, à des latitudes très élevées, qui ne présentaient ni taches, ni facules; en outre, on a des zones avec des facules sans taches, tandis que dans les zones des taches, il y a aussi des facules.

Renou (E.). — Halos et parhélies observés au Parc de Saint-Maur.

C'est la statistique de toutes les apparitions d'optique atmosphérique notées à Saint-Maur pendant les 17 années météorologiques de 1873-1889. « Il y a, dit l'auteur, chaque année plus de 100 journées offrant le halo de $21^{\circ}50'$. Ensuite les autres halos et parhélies ont donné les résultats suivants :

	Jours.
Parhélies de 22°	107
Arc circumzénithal.....	78
Halo circonscrit.....	31
Halo de 46°	25
Cercle parhélique.....	4 »

M. Renou donne pour chaque mois le nombre de jours pendant lequel on a observé au moins l'un de ces phénomènes, puis les dates assez rares où l'on a vu à la fois le halo de 22° , les parhélies de 22° , le halo circonscrit tangent à ce halo, le grand halo de 46° et l'arc circumzénithal qui lui est tangent au-dessus du Soleil.

Poincaré (H.). — Rapport sur un Mémoire de M. Cellérier, intitulé : « Sur les variations des excentricités et des inclinaisons ».

M. Cellérier était un savant genevois distingué et très modeste, qui avait composé de nombreux Mémoires d'Astronomie et de Mathématiques pures, et ne s'était pas décidé à les publier. L'un d'eux, après la mort de l'auteur, a été envoyé à l'Académie, qui a désigné, pour l'examiner, une Commission composée de MM. Bertrand, Poincaré et Tisserand. La Commission a conclu à l'insertion dans le Recueil des *Savants étrangers*. Le but principal poursuivi par M. Cellérier était la démonstration de la stabilité du système solaire, en ayant égard aux cinquièmes puissances des excentricités et des inclinaisons.

Mouchez. — Nouvelles photographies lunaires de MM. *Henry*, de l'observatoire de Paris.

Ces photographies ont été obtenues à l'aide de l'équatorial de 0^m,32 destiné à la Carte du ciel; elles constituent un progrès réel sur tout ce qui avait été fait jusqu'ici; la supériorité de ces résultats est due en particulier au procédé d'agrandissement direct employé par MM. *Henry* et qui donne à l'image de la Lune un diamètre d'environ 1^m. Ces photographies vont être continuées à l'aide du grand équatorial coudé, qui sera installé prochainement et qui est muni d'un objectif photographique dont on attend les meilleurs résultats.

Faye. — Sur le Volume III des « Annales de l'observatoire de Nice ». Voir p. 209 de ce Volume.

Callandreau (O.). — Écart entre la surface de la Terre supposée fluide et celle d'un ellipsoïde de révolution ayant mêmes axes.

L'écart en question est de l'ordre du carré de l'aplatissement; la théorie de Clairaut, étendue aux termes de l'ordre du carré de l'aplatissement, montre que la surface fluide est *déprimée* relativement à l'ellipsoïde; et M. Callandreau trouve que le maximum de cette dépression, pour la latitude de 45°, atteint au plus 9^m,1 : ce chiffre est précisément conforme aux évaluations de M. Helmert, dans sa *Géodésie supérieure* (t. II, § 36).

Dechevrens (Marc). — Nouvelle méthode de calcul pour l'interpolation et la correction des observations météorologiques.

Hatt. — Sur la détermination d'un point en Géodésie.

Janssen. — Note sur des travaux récents exécutés en Algérie.

L'objet principal du voyage de M. Janssen en Algérie était d'obtenir des photographies du spectre solaire à l'horizon, particulièrement des régions les moins réfrangibles du spectre, pour arriver à distinguer les raies telluriques de celles dont l'origine est purement solaire. L'instrument employé, qui fut installé à Biskra, à l'entrée du désert, est un spectrophotomètre à réseau de Rowland, muni de lunettes de 1^m,10

environ de foyer et d'un objectif de concentration de 2^m, 20 de distance focale.

M. Janssen a également obtenu des images photographiques des phénomènes si variés et si curieux du mirage dans les régions des grands chotts qui se trouvent entre le Souf et Biskra.

Faye (H.). — Sur les observations faites aux stations de montagne en Europe et aux États-Unis.

D'après les théories régnantes, l'air est ascendant dans les tempêtes, et la condition pour que cet air monte, en opérant en bas un appel énergétique sur les couches les plus basses, est uniquement que sa température soit partout plus élevée que celle des couches d'air qu'il traverse successivement. Il est impossible de vérifier directement cette hypothèse, mais la création de nombreux observatoires de montagne permet d'aborder indirectement cette vérification. Toutefois le résultat d'études faites à ce point de vue par M. Hazen et par M. Hann ne paraît pas avoir été favorable à la théorie ordinaire, et M. Faye fait remarquer que les résultats qu'ils ont obtenus ne contredisent en aucune façon la théorie qu'il a proposée bien avant l'intervention des observatoires de montagne. « Dans cet écroulement final, dit-il, des hypothèses sur lesquelles on a basé toute la Météorologie dynamique, une seule chose reste debout, c'est cette théorie. »

Folie. — Sur la nutation de l'axe du monde (1).

Comète α 1890 (Brooks mars 19). — Observations par Bigourdan, Cosserat, Courty, Klumpke, Le Cadet, Picart, Rayet.

Éphéméride par Viennet.

(28) *Observations*, par M^{de} Klumpke.

(26) *découverte* par Charlois le 10 mars 1890.

Observations, éléments et éphémérides, par Charlois.

— Sur les pages 191 et 193 de ce Volume, où M. Badau a répondu à la Note de M. Folie

MONTHLY NOTICES.

T. L, n^{os} 4, 5 et 6. Février, mars et avril 1890.

Travaux des observatoires.

Greenwich. — Le nombre des observations méridiennes monte à plus de 10000, portant sur 1650 étoiles empruntées au Catalogue de Groombridge, ou servant de comparaison aux petites planètes Victoria et Sapho.

A partir du 1^{er} janvier 1889, on emploie pour les observations de circumpolaires le fil mobile en ascension droite pour bissecter l'étoile et le chronographe; des mesures comparatives montrent que le nouveau système d'observation n'entraîne pas de changement systématique dans les ascensions droites. L'emploi d'un bain de mercure amalgamé, depuis le 16 septembre, facilite beaucoup les observations par réflexion et les rend plus précises.

Les observations sur la distribution des températures dans la salle méridienne, au moyen de quatre thermomètres établis en différents points, se continuent.

Deux objectifs photographiques de 4 et 6 pouces respectivement, construits par Sir H. Grubb, ont été essayés; ils sont destinés, l'un à accompagner la lunette de la Carte du ciel, l'autre le grand réfracteur de 18 pouces. Les images ont été trouvées bonnes à 80' du centre. Plusieurs essais ont eu pour objet de contrôler la méthode de Sir G. Stokes, consistant à retourner la lentille de crown pour corriger l'aberration de sphéricité introduite par l'écartement des verres, quand on convertit une lunette ordinaire en lunette photographique; les résultats obtenus ont été satisfaisants.

Parmi les nombreux travaux notés dans le Rapport de M. Christie, il faut signaler les déterminations de longitude Dunkerque-Greenwich et Paris-Greenwich exécutées par le Service géographique français et les astronomes de Greenwich. Le Bureau central météorologique va étudier, de concert avec Greenwich, la question du magnétisme terrestre; tous les observatoires sont invités à coopérer.

Des expériences intéressantes ont eu pour but l'étude des avantages relatifs du sextant et du cercle méridien portatif dans les levés hydrographiques.

Le *Ten Year Catalogue* de 4059 étoiles, pour 1880, vient d'être distribué.

Edimbourg. — L'emplacement du nouvel observatoire a été choisi et les travaux de construction vont commencer.

En attendant, le Dr Becker a poursuivi à Dun-Echt ses mesures méridiennes de nébuleuses (114 positions) et ses recherches spectroscopiques sur les raies telluriques commencées depuis deux ans (*Bulletin*, t. I, p. 323); 2610 mesures de raies à l'extrémité rouge du spectre ont été faites du 8 mai au 9 septembre pendant 21 couchers ou levers de Sol. L'ensemble des observations sera bientôt prêt à être publié.

Le Dr Becker a aussi fait une étude attentive de 17 Cygne et de β Lyre avec le petit spectroscopie de Grubb attaché à l'équatorial de 15 pouces. Pour 17 Cygne, 70 raies brillantes ont été comparées avec les spectres du sodium, du lithium et du magnésium; pour β Lyre, où l'on n'a pas trouvé moins de 237 raies brillantes, les spectres de comparaison furent ceux du plomb et du zinc. D_3 n'est pas une des raies brillantes.

Autres remarques concernant les raies brillantes de R Andromède, R Cygne et γ Cassiopée.

Cap de Bonne-Espérance. — Le Rapport du Dr Gill témoigne, comme les années précédentes, d'une singulière activité.

Les principaux objets d'observation méridienne ont été le Soleil, Mercure et Vénus (98, 49 et 74 observ.); des étoiles comprises dans la liste du Catalogue du Cap pour 1890; des étoiles de comparaison pour les comètes; des étoiles occultées par la Lune; des étoiles employées pour la détermination des latitudes et pour l'étude des échelles de l'héliomètre, sans compter toutes les observations nécessitées par la recherche des parallaxes de Victoria et de Sapho.

Avec l'héliomètre de 7 pouces, le Dr Gill et M. Finlay ont poursuivi sans interruption les triangulations nécessaires. Grâce à la présence du Dr Auwers au Cap pendant les mois de juin, juillet et août, aucune soirée n'a été perdue, et 3438 mesures ont été obtenues; un nombre à peu près égal de mesures existe pour l'hémisphère boréal et l'on peut espérer de leur combinaison un bon résultat.

Pour ménager ses yeux, le Dr Gill a dû suspendre pendant l'été l'étude des échelles de l'héliomètre. En vue de rechercher si la distance mesurée est bien proportionnelle à l'arc de grand cercle, le Dr Gill a fait choix de deux zones d'étoiles de comparaison (zones de distorsion) distribuées le long d'arcs de grand cercle.

M. Sawerthal a pris beaucoup de photographies de Victoria et de Sapho. La meilleure méthode a paru être de maintenir la lunette sur la planète, les images des étoiles de comparaison étant un peu allongées dans la direction du mouvement de la planète. Il serait désirable que de semblables photographies eussent été prises dans l'hémisphère nord.

Une bonne partie du Rapport est occupée par les travaux géodésiques de l'Afrique australe; il y a des déviations de la verticale s'élevant à $\pm 10''$.

Armagh. — Continuation des observations de nébuleuses avec le réfracteur de 10 pouces. Observations physiques de Saturne au printemps de 1889. Mesures micrométriques des positions de Mars et de Saturne, lors de la conjonction du 19 septembre.

Cambridge. — Le travail des zones touche à sa fin. A signaler de nombreuses observations de Victoria et de Sapho (13 et 19 observ.) et des étoiles de comparaison (180 et 183 observ.).

Le tome XXII des *Annales de l'observatoire de Cambridge*, contenant les observations de 1866 à 1870, a été distribué.

Dunsink. — L'installation du télescope de 15 pouces, donné par M. Isaac Roberts (*Bulletin*, VI, p. 321), a gêné le travail méridien. Observations de Victoria et de Sapho (4 et 8 observ.) et des étoiles de comparaison (52 et 229 observ.).

La détermination de la latitude de l'observatoire, par M. Rambaut, en 1887 et 1888, forme la quatrième Partie du tome IV des *Scientific Transactions of the Royal Dublin Society*.

Glasgow. — Réobservation des étoiles du Catalogue de Glasgow présentant des discordances avec les positions de Weisse; le travail touche à sa fin.

Observatoires de Kew et de Liverpool. — Aucun fait particulier à noter.

Observatoire Radcliffe, à Oxford. — Pendant l'année, on s'est occupé de réunir les positions méridiennes de toutes les étoiles australes comprises entre 0° et -25° de déclinaison, de la grandeur 7-8 et au-dessus. Dans certaines régions du ciel, on a dû choisir des étoiles plus faibles pour combler les lacunes. Avec le Catalogue du Cap, pour 1880, on aura ainsi un système homogène de points repères, du pôle sud jusqu'à l'équateur.

Le cercle méridien a été aussi régulièrement employé pour les observations du Soleil et de la Lune (64 et 62 observ.), des planètes Victoria et Sapho (14 et 8 observ.) et des étoiles de comparaison.

Notons que le cratère de la Lune *Mæsting A* a été observé 8 fois au méridien à la demande de M. Franz, de l'observatoire de Königsberg (*Bulletin*, VI, p. 399 et suiv.).

La lumière électrique vient d'être installée avec succès pour le service méridien et celui des équatoriaux.

Observatoire de l'Université, à Oxford. — Les parallaxes de toutes les étoiles de 2° grandeur convenablement situées à Oxford, s'élevant à une trentaine, sont aujourd'hui obtenues par la Photographie avec une erreur probable qui ne dépasse guère $0'',03$.

Observatoire Temple, Rugby. — Les travaux continuent sur le même plan que précédemment (*Bulletin*, VI, p. 322).

Observatoire du Collège des PP. Jésuites, à Stonyhurst. — Dessins du Soleil montrant les taches et les facules, comme d'habitude (216 jours). Mesures de la chromosphère et des protubérances (67 jours) et de l'inclinaison des flammes chromosphériques (3 jours). Observations des spectres des taches du Soleil (12 jours).

Un travail va être imprimé dans le Recueil de la Société sur les photographies et les dessins du Soleil.

La mort du P. Perry a été une grande perte pour l'Observatoire.

Observatoire de M. Common, à Ealing. — M. Common a été amené à retoucher la surface du miroir de son grand télescope. M. Common va s'occuper bientôt de la construction des grands miroirs plans qui peuvent être si utiles comme sidérostats dans certaines observations.

Observatoire de M. Crossley, Bermerside, Halifax. — Quelques observations des phénomènes des satellites de Jupiter et de Saturne. Photographies de la Lune et de la nébuleuse d'Orion.

Observatoire Wolsingham (Rev. T.-E. Espin). — La recherche des étoiles à spectres remarquables a été continuée, et 93 étoiles du type III ont été découvertes (*Astr. Nachr.*, n° 2919).

R Lion, R Hydre, γ Cygne, D.M. + 8°, 3780 et R Cassiopée possèdent des spectres analogues à celui de *Mira* de la Baleine, tandis que dans les spectres de R Andromède et de S Cassiopée, la raie F a un éclat remarquable (ce qui paraît avoir lieu après le maximum et non avant).

M. Espin prépare une nouvelle édition du Catalogue d'étoiles rouges de Birmingham : elle contiendra les positions et les observations de 766 étoiles rouges, les caractères des spectres; et en outre un Catalogue d'étoiles possédant des raies brillantes dans leurs spectres.

Observatoire du Dr Huggins. — Les photographies de la nébuleuse d'Orion prises en 1888 et 1889, et dont les résultats ont été présentés à la Société Royale (*Proceedings*, t. XLVI, p. 40) complètent grandement notre connaissance de la région ultra-violette du spectre de cette nébuleuse, puisqu'elles montrent 29 raies nouvelles. En 1882, le Dr Huggins a découvert une forte raie brillante vers $\lambda 3724$; cette raie a été vue dans quelques-unes des photographies et avec quatre nouvelles raies dans le voisinage. En outre, plusieurs nouveaux groupes de raies ont été trouvés entre $\lambda 3825$ et $\lambda 4116$.

Dans une des photographies prises en 1888, les spectres continus dus à deux des quatre étoiles brillantes du *Trapèze* sont vus sur la plaque. Sur ces spectres continus, au moins quatre groupes de raies brillantes peuvent être discernés, dont le plus grand nombre peuvent être suivies dans la nébuleuse à quelque distance des spectres continus, les raies du

groupe $\lambda 4116$ à $\lambda 4167$ ne se prolongeant qu'à une très petite distance. Ces groupes de raies brillantes semblent montrer que ces étoiles du Trapèze sont liées physiquement à la nébuleuse. Dans une des photographies, la forte raie vers $\lambda 3724$ est absente, mais quelques faibles raies peuvent être discernées, et il semble bien probable que les spectres des différentes parties de la nébuleuse ne sont pas les mêmes dans la région ultra-violette. D'autres éclaircissements sur ce point sont attendus des photographies récentes (*Bulletin*, VI, p. 368 et 501).

Le Dr Huggins mentionne ses recherches sur la position de la raie principale dans le spectre de l'aurore boréale, par $\lambda 5571 \pm 0,5$, ce qui est d'accord avec les observations de Vogel en 1872 ($\lambda 5571,3$) et concorde avec la moyenne de nombreuses déterminations de 1867 à 1884; ses recherches sur la non-coïncidence de la raie principale dans la partie oculaire du spectre de la nébuleuse d'Orion avec le bord de la bande du magnésium par $\lambda 5006,5$ (celle-ci est moins réfrangible); ses observations sur les spectres de Saturne et du système de Saturne, qui n'ont pas montré d'autres raies que celles provenant de la réflexion de la lumière solaire. Ces différentes recherches se lient à une suite de discussions sur l'hypothèse météorique de M. Lockyer (*Bulletin*, VI, *passim*).

Des photographies de Véga avec de longues poses ont montré aussi que la limite de lumière dans la région ultra-violette qui peut nous parvenir en traversant l'atmosphère terrestre est la même sur les photographies, pour l'étoile et pour le spectre solaire.

Le Dr Huggins annonce que des photographies de la nébuleuse d'Andromède et d'autres nébuleuses lui ont donné des résultats nouveaux qu'il fera connaître plus tard.

Observatoire Rousdon, Devon (M. Peck). — Observations assidues de 23 étoiles variables.

Observatoire de M. Isaac Roberts, Maghull. — M. Roberts annonce la résolution qu'il a prise d'établir son observatoire photographique dans une station plus favorisée par le temps que Maghull (Crowborough Hill, dans le comté de Sussex). Dans toute l'année il n'a trouvé que 9 intervalles, de deux heures ou plus, de beau temps.

Liste des photographies présentées à la *Société royale astronomique*.

Observatoire du comte de Rosse, Birr Castle. — Continuation des travaux indiqués dans le précédent Rapport.

Observatoire du colonel Tomline. — 100 observations de comètes (dont 31 de la comète Brooks et 13 du Compagnon).

La mort récente du colonel Tomline met en péril l'existence de cet observatoire, où tant d'observations de comètes ont été réalisées.

Observatoire de Hong-Kong. — Continuation des études météorologiques et marégraphiques.

Observatoire de Melbourne. — En dehors du service méridien ordinaire, il faut signaler cette année les observations de Victoria et de Sapho avec les étoiles de comparaison, suivant le programme du Dr Gill. L'inspection spectroscopique du ciel austral est poursuivie (*Bulletin*, VII, p. 119). On attend d'un moment à l'autre la lunette photographique pour la Carte du ciel.

Observatoire de Sydney. — On attend aussi à Sydney la lunette photographique. Comme travaux astronomiques, des mesures de couples serrés; 14 observations de la comète Davidson, 4 de la comète Barnard 1888, septembre 2; une collection de dessins en couleur de Jupiter avec les mesures micrométriques des différentes taches (travail qui se poursuit régulièrement depuis 1876); des observations fréquentes de la grandeur de γ Argus; des déterminations de longitude... L'éclairage électrique introduit à Sydney donne de très bons résultats.

Observatoire de M. Tebbutt, Windsor (Nouvelle-Galles du Sud). — M. Tebbutt a observé cette année : des occultations d'étoiles par la Lune (32), les phénomènes des quatre satellites de Jupiter, des petites planètes, des comètes [$\blacktriangleleft$ 1889 (Barnard), $\blacktriangleleft$ Davidson, $\blacktriangleleft$ Brooks (1889)], les étoiles doubles p Eridan et γ Couronne australe (sur la demande de M. Gore); les étoiles variables η Argus et R Carinæ.

M. Tebbutt a cherché en vain la comète de Brorsen à son retour; elle était peut-être, pense-t-il, plus faible que ne l'indiquait l'éphéméride.

Le temps local est obtenu avec toute la précision nécessaire au moyen d'une petite lunette des passages, portable, de 3 pouces d'ouverture. Le tableau des corrections instrumentales communiqué par M. Tebbutt en prouve la bonne installation.

M. Tebbutt termine son Rapport en annonçant qu'il se limitera, en 1890, à l'observation des occultations d'étoiles par la Lune et des comètes australes; il éprouve le besoin de se reposer un peu.

Extrait des Notes relatives aux progrès de l'Astronomie pendant l'année.

Recherches du Dr Auwers sur le diamètre du Soleil. — Les nouvelles recherches du Dr Auwers forment la troisième Partie du travail communiqué à l'Académie des Sciences de Berlin (voir pour les deux premières le *Bulletin*, IV, p. 475); elles se rapportent aux observations du Soleil faites à Greenwich, de 1765 à 1810, par Maskelyne et ses assistants, et discutées en partie seulement par Lindenau.

Le Dr Auwers a dû tout d'abord déterminer les distances des fils afin

de réduire les observations incomplètes; ce qui occupe le tiers du Mémoire.

De la discussion des observations faites par Maskelyne et ses assistants de 1765 à 1772, époque où l'objectif fut changé pour un autre achromatique, le D^r Auwers trouve qu'il y a dans les valeurs du diamètre pour Maskelyne une légère variation apparente annuelle, le diamètre étant plus grand en hiver qu'en été. Les observations des assistants donnent toutes un diamètre plus fort que celui de Maskelyne : c'est un fait connu que les observateurs non exercés trouvent des diamètres trop grands. Après les deux premières années la correction des *Tabulae Regiomontanae* tombe pour Maskelyne de $+ 0^s,32$ à $0^s,08$.

La suite de la discussion offre des particularités curieuses. Avec le nouvel objectif, la variation apparente annuelle du diamètre continue d'être la même pour Maskelyne, mais elle se produit en sens contraire pour les assistants, de sorte que le diamètre du Soleil est pour eux plus grand en été qu'en hiver (p. 147). Le diamètre de Maskelyne (constant avec l'ancien objectif de 1767 à 1772) varie ensuite régulièrement d'année en année de 1772 à 1790 (corrections des Tables $+ 0^s,026$ et $- 0^s,255$) pour reprendre vers 1810 la valeur primitive; la Table M (p. 145) met le fait en évidence et donne en même temps les corrections pour les assistants. Malheureusement il n'y a pas assez d'observations pour qu'on puisse contrôler la variation trouvée par Maskelyne au moyen des assistants.

La Table P contient les équations personnelles entre Maskelyne et ses assistants; il est à noter que ses diamètres sont plus petits que ceux de tous les assistants sans exception.

Les dernières pages du travail du D^r Auwers sont consacrées à une discussion du nombre annuel des observations du Soleil à Greenwich depuis Bradley jusqu'à ce jour, rapproché de la température et des conditions atmosphériques. Vers 1830, le nombre des observations a diminué brusquement.

Comme dans ses précédentes Communications, le D^r Auwers conduit la discussion jusqu'au bout et la rend définitive.

Le Ten Year Catalogue de Greenwich pour 1880.

Ce Catalogue a été publié à la fin de l'année 1889 et présente le résumé complet du travail méridien de l'observatoire de Greenwich de 1877 à 1886. Il contient toutes les étoiles jusqu'à la 6^e grandeur inclusive-ment qui n'ont pas été observées à Greenwich depuis 1860; en outre, beaucoup d'autres, telles que des étoiles fondamentales, des étoiles près du zénith et de l'horizon pour l'étude de la réfraction, des étoiles à

mouvement propre sensible, des étoiles circompolaires, etc. Les observations ont été réduites à 1880,0 avec les mouvements propres du Dr Auwers. Les positions des étoiles horaires ont fait l'objet d'une recherche distincte, en ne considérant que les seuls cas où le même observateur a poursuivi les observations pendant plus de douze heures, de sorte que la correction moyenne de la pendule peut être regardée comme affranchie des erreurs systématiques des positions admises pour les étoiles horaires. Les corrections du Catalogue ont été trouvées très petites et l'on n'en a pas tenu compte. La correction de l'époque par le Catalogue a été déterminée par une discussion approfondie des observations solaires dans le même intervalle 1877-1886 et trouvée insensible. Dans cette discussion, les distances polaires observées du Soleil dans les différentes années ont été réduites en employant le même système de corrections pour les observations directes et réfléchies, la flexion, la colatitude et la réfraction; et les réfractions ont été finalement corrigées pour correspondre aux lectures d'un thermomètre mieux exposé que celui dont on s'était servi.

Des corrections systématiques semblables ont été appliquées, quand il le fallait, aux observations des étoiles, de sorte que le Catalogue est essentiellement homogène.

Les observations de 691 étoiles circompolaires au-dessus et au-dessous du pôle sont comparées et discutées dans l'Introduction au Catalogue. La colatitude trouvée d'après la comparaison des circompolaires est $38^{\circ}31'21''.935$, différant seulement de $0''.035$ de la valeur adoptée.

Les cas de discordances individuelles ont été examinés avec le plus grand soin, et l'on a fait le possible pour éviter les erreurs dans la réduction.

Le nombre total des étoiles dans le Catalogue est de 4059.

Rapport du Secrétaire du Comité des éclipses à la Société Royale astronomique.

Le rapport de M. H.-H. Turner concerne l'éclipse du 22 décembre. Les résultats des observations ne seront pas connus avant quelque temps.

Stone (E.-J.). — Observations de la Lune, en 1889, à Oxford, comparaison avec les Tables de Hansen.

Pickering (E.-C.). — Une nouvelle classe d'étoiles doubles.

L'étude des spectres photographiques des étoiles a conduit à la découverte de certaines étoiles doubles dont les composantes sont trop ra-

prochées pour être séparées par les moyens ordinaires. Si deux composantes ayant des dimensions semblables et des spectres identiques tournent l'une autour de l'autre dans une orbite circulaire dont le plan rencontre le Soleil, d'après le principe de M. Fizeau, les deux spectres paraîtront tantôt confondus, tantôt séparés : confondus lorsque les deux composantes, se trouvant en conjonction, ne se déplacent pas sensiblement dans la direction du rayon visuel; séparés après un temps égal au quart de la durée de révolution, puisque l'une des composantes s'éloigne de nous, tandis que l'autre s'en approche avec le maximum de vitesse.

Une étude approfondie de la raie K dans le spectre de ζ Grande Ourse a montré que cette raie, dont le doublement périodique avait déjà été signalé, devient double à des intervalles de 52 jours correspondant à une période de révolution de 104 jours. Il paraît même probable, d'après les photographies récentes, que la période doit être réduite de moitié. La séparation maximum de la raie K correspondrait à une différence de vitesse entre les deux étoiles d'environ 150^{km} par seconde.

Un autre cas semblable a été découvert par Miss A.-C. Maury, qui fait une étude approfondie des spectres des étoiles brillantes. β Cocher montre nettement un doublement des raies à des intervalles de 2 jours, indiquant une période de révolution de 4 jours. Les raies sont par suite simples et doubles dans les nuits successives. La première indication du doublement des raies est qu'elles deviennent diffuses, et le changement est tellement rapide qu'il peut quelquefois être noté dans les photographies successives d'une même soirée. Pour le spectre de β Cocher, dans lequel on peut voir doubles une douzaine de raies, la séparation maximum de K correspond à environ 200^{km} par seconde.

M. Pickering termine l'annonce de cette découverte d'une nouvelle classe d'étoiles doubles par quelques réflexions sur la nature des orbites décrites (celle de β Cocher serait circulaire et celle de ζ Grande Ourse elliptique) et sur le rôle du spectroscopie dans l'évaluation des distances des composantes : des estimations plausibles montrent que la séparation angulaire des composantes est au plus de $0^{\circ},004$ dans le cas de β Cocher, tandis que la séparation des raies dans le spectre correspond à $20''$. On pourrait donc dire que le spectroscopie grossit 5000 fois l'angle à mesurer. A la séance du 14 mars, M. Maunder a fait la remarque intéressante que les résultats du Dr Vogel concernant Algol donnaient lieu de penser qu'il y avait une dizaine de couples très serrés dont les plans des orbites rencontraient le Soleil, par conséquent un nombre beaucoup plus grand d'autres couples.

Powell (G.-B.). — γ Couronne australe.

Bulletin astronomique. T. VII. (Juin 1890.)

Éléments de l'orbite de cette étoile double et comparaison avec les observations.

Rambaut (A.-A.). — Solution simple et approchée du problème de Kepler.

La solution de M. Rambaut (qui peut servir utilement pour les étoiles doubles) se rattache à cette remarque, que l'instrument appelé *rappor-teur* pourrait être employé pour résoudre l'équation de Kepler et fournir le rayon vecteur; il suffit d'observer que les coordonnées d'un point du diamètre du rapporteur roulant sans glisser sur une règle sont (rayon = 1)

$$\begin{aligned}x &= u - e \sin u, \\y &= 1 - e \cos u.\end{aligned}$$

(Cf. le *Vierteljahrsschrift der Astr. Gesell.*, 1879, p. 406.)

Rambaut (A.-A.). — Sur la parallaxe des étoiles doubles.

La précision inespérée que M. Vogel a obtenue dans la mesure des vitesses des étoiles suivant le rayon visuel donne lieu de croire qu'on pourra mesurer la vitesse orbitale des étoiles doubles; c'est ce que semble confirmer aussi la découverte d'une nouvelle classe d'étoiles doubles par M. Pickering (*voir plus haut*). M. Rambaut juge donc utile de revenir sur un Mémoire publié dans les *Proceedings of the Royal Irish Academy* (2^e série, t. IV, n^o 6), dans lequel il a établi, en particulier, la relation entre la parallaxe π d'une étoile double et la composante V de la vitesse orbitale suivant le rayon visuel; le produit πV , qui s'exprime en fonction linéaire des coordonnées de la composante, peut s'écrire

$$\pi V = A + B \cos(\theta - \lambda),$$

θ étant l'anomalie vraie, A , B et λ des quantités dépendant des éléments de l'orbite. M. Rambaut a calculé ces quantités pour une cinquantaine d'étoiles doubles. Grâce aux mesures spectroscopiques, on pourra, quand la valeur de πV ne sera pas trop petite, déterminer la parallaxe π par le moyen de V ; on pourra aussi faire disparaître l'ambiguïté du signe de l'inclinaison de l'orbite.

Barnard (E.-E.). — Sur quelques photographies célestes faites à l'observatoire Lick.

Obtenues avec un objectif à portraits de 6 pouces d'ouverture. Photographies de la nébuleuse d'Andromède et d'une région sombre de

Voie lactée qui se présente à l'œil comme un trou noir. C'est un premier essai de photographie de la Voie lactée.

Roberts (Isaac). — Photographie de deux amas de Persée.

Avec le télescope de 20 pouces et une durée de pose de trois heures.

Roberts (Isaac). — Variabilité probable de certaines étoiles près de θ Orion.

Deux photographies, prises le 29 janvier et le 3 février 1889, montrent des écarts sensibles entre les grandeurs des diamètres photographiques de 10 étoiles. L'auteur s'est assuré que cela ne provenait pas des plaques. A la séance de la Société, le capitaine Noble rappelle qu'il a constaté naguère la variabilité de la cinquième et de la sixième étoile du Trapèze. Le capitaine Abney, qui a vu les épreuves de M. Roberts, n'a pas de doutes sur la variabilité des étoiles.

Gore (J.-E.). — Observation de l'étoile variable S (10) Sagittaire.

Spitta (E.-J.). — Expériences relatives à la détermination du coefficient d'absorption du photomètre à prisme (8 pages).

La Note du Dr Spitta est intéressante en ce qu'elle touche aux fondements des méthodes photométriques; il s'agit surtout des erreurs que pourrait occasionner l'emploi de la polarisation, c'est-à-dire d'un prisme de Nicol, sans les précautions nécessaires. M. Spitta signale l'utilité de mettre un diaphragme entre l'œil et le nicol, de combiner les mesures pour les affranchir de l'excentricité du nicol; nous pouvons ajouter, d'après M. Cornu (*Journal de Physique*, t. X, 1881), qu'il convient d'attacher une grande importance à l'observation de l'anneau oculaire.

M. Spitta préfère la méthode des ouvertures variables et le photomètre du capitaine Abney.

A la séance, le capitaine Abney estime que la méthode photographique est la meilleure et que celle du nicol est la moins bonne.

On peut aussi consulter sur les recherches de M. Spitta le numéro de mai de l'*Observatory* et les *Proceedings* de la Société Royale (juin 1889).

Wostyn Field (A.). — Détermination de l'heure par des hauteurs égales de deux étoiles de part et d'autre du méridien.

Cette méthode, signalée comme avantageuse, a fait l'objet d'une étude complète de M. le lieutenant de vaisseau Perrin (*Bulletin*, VI, p. 124; *Annales du Bureau des Longitudes*, t. IV).

Cortie (Rév. S.-J.). — Note supplémentaire sur le spectre de la tache solaire de juin 1889.

Certaines modifications à la Note primitive (*Bulletin*, VII, p. 123) ont été rendues nécessaires par la publication d'une liste corrigée de raies vues, à Potsdam, dans une protubérance sur la tache mentionnée (*Nature*, numéro du 9 janvier 1890).

M. Cortie se propose, suivant l'indication de M. Maunder à la séance, de réunir dans une même publication ses résultats sur les spectres des taches solaires.

Lynn (W.-T.). — Sur le mouvement propre de 1830 Groombridge.

Il est déduit d'une centaine d'observations faites à Greenwich; les époques extrêmes sont 1845 et 1880.

Marth (A.). — Éphémérides pour les observations physiques de Jupiter.

Elles sont accompagnées de recommandations utiles pour les observateurs.

Tennant (Général J.-F.). — Sur le *Nautical Almanac*.

Turner (H.-H.). — Sur les positions apparentes des étoiles dans le *Nautical Almanac*.

Déjà (*Bulletin*, V, p. 171) le général Tennant avait attiré l'attention sur les réformes utiles à introduire dans la rédaction du *Nautical Almanac* pour le mettre à la hauteur des éphémérides publiées par quelques-unes des autres nations. Une nouvelle campagne a paru nécessaire, dans laquelle le général Tennant, devenu Président de la Société Royale astronomique, et les membres les plus compétents de la Société réclament la réorganisation du *Nautical Almanac*.

Le général Tennant dit que le contenu du *Nautical Almanac* peut être divisé en quatre sections : une section générale utilisable partout, une autre utile dans le voisinage de Greenwich, premier méridien, une troisième partie spécialement utile pour la navigation et les voyageurs, enfin la dernière réservée aux calculateurs. Il conviendrait de séparer les quatre sections, en rangeant dans chaque section les matières par ordre, commençant par tout ce qui se rapporte au Soleil, continuant

avec la Lune et les principales planètes. Il importe, en vue de la comparaison avec les Tables, que les éphémérides ne soient pas modifiées par des corrections empiriques; au contraire, pour les éléments de prédiction des éclipses et des occultations, il y a avantage à tenir compte de ces corrections.

Les éphémérides lunaires de la *Connaissance des Temps* répondent à tous les *desiderata*. Sauf près de Greenwich, la Table des *Moon culminating Stars* du *Nautical Almanac* est sans utilité.

En ce qui concerne le nombre des étoiles fondamentales, le général Tennant signale la nécessité d'augmenter leur nombre, porté à 450 dans le *Berliner Jahrbuch* et à 360 dans la *Connaissance des Temps*. Les éléments des éclipses et des occultations doivent être donnés de manière à faciliter le plus possible le calcul des phénomènes locaux. L'arrangement des éléments des occultations dans la *Connaissance des Temps* est le plus complet; celui de l'éphéméride américaine pourrait suffire dans la pratique. On trouve aussi une disposition convenable dans l'éphéméride du Dr Anton, publiée à Trieste, dans laquelle les éléments sont empruntés au *Nautical Almanac*. La manière de donner les éléments pour les éclipses récemment introduites dans la *Connaissance des Temps* et dans l'éphéméride américaine offre beaucoup d'avantages pour la pratique.

Pour les satellites, il n'est pas rationnel de se borner uniquement à ceux de Jupiter.

Le général Tennant déplore que l'Angleterre soit seule à ne pas posséder d'éphéméride spéciale pour les voyageurs et les marins, alors que les gouvernements allemand, austro-hongrois et français ont pourvu à ce besoin. En Amérique, on a fait mieux : outre le *Nautical Almanac* pour les marins, deux petits volumes ont été publiés en vue du cabotage sur les côtes est et ouest respectivement.

Il serait désirable d'avoir une éphéméride nautique rappelant celle de Berlin, avec quelques modifications sous le rapport des éléments des occultations et des éclipses. Une Table des azimuts de la Polaire pourrait rendre des services dans les basses latitudes. Il faudrait aussi une Table des marées dans les principaux ports, qui ne soit pas bornée, comme aujourd'hui, à la seule ville de Londres.

Pour la partie de l'éphéméride spéciale aux calculateurs, le général Tennant voudrait que, à l'exemple du *Berliner Jahrbuch* et de la *Connaissance des Temps*, on adoptât une seule origine de l'année, celle de l'année fictive de Bessel, quand la longitude moyenne du Soleil est 280° . Les longitudes et latitudes héliocentriques devraient être rapportées à l'équinoxe moyen de l'année au lieu de l'équinoxe vrai du jour, comme dans le *Nautical Almanac*.

Dans la Table des nombres auxiliaires pour la réduction au jour des positions des étoiles, le *Nautical Almanac* omet de petits termes dont la *Connaissance des Temps* tient compte et qu'il n'est pas absolument permis de négliger.

Ajoutons que le général Tennant a complété ses indications par un résumé de la Table des matières du *Nautical Almanac* avec les modifications qu'il juge utiles.

L'Astronome royal, M. Christie, appuie les remarques du général Tennant et croit aussi à l'utilité de faire des extraits du *Nautical Almanac* à l'usage des marins.

M. Turner signale, d'après le Dr Auwers (Appendice du *Berliner Jahrbuch* pour 1884, p. 92), l'effet de l'omission de petits termes dans les formules de réduction de la position moyenne à la position apparente (une erreur de $0^{\circ},25$ peut en résulter) qu'on a négligés jusqu'ici dans les réductions de Greenwich et dans les éphémérides anglaise et française, sans qu'il y ait de raison sérieuse d'agir ainsi.

Une autre remarque curieuse concerne le désaccord d'environ $0^{\circ},5$ existant à partir de 1888, entre le *Nautical Almanac* et la *Connaissance des Temps* pour les éphémérides des quatre polaires principales. Les nombres de la *Connaissance des Temps* concordent avec ceux du *Berliner Jahrbuch*, et l'origine du désaccord paraît provenir de ce que, à partir de 1888, les formules de Fabritius ont été employées pour la rédaction de la *Connaissance des Temps*; les nombres fondamentaux étant du reste les mêmes, la méthode de Fabritius est donc bien avantageuse.

Roberts (Isaac). — Photographie d'étoiles dans la région de la Nova de Tycho.

La comparaison de la photographie avec la Carte faite par d'Arrest, en 1864, semble indiquer plusieurs changements tant dans les grandeurs que dans les positions des étoiles.

Maunder (S.-W.). — Note sur les taches solaires de 1880⁸⁹ (11 pages).

Les taches ont été plus abondantes dans la seconde moitié de 1889 que dans la première.

Dans la seconde moitié de l'année, quelques groupes de taches furent observés dans les hautes latitudes, de sorte que les taches se sont trouvées appartenir à trois zones distinctes. D'après la loi des zones de M. Spoerer, le minimum serait dépassé.

La durée moyenne d'un groupe était double de ce qu'elle était en 1888.

Il y avait moins de tendance à une action intermittente et davantage à une action continue.

Quelques-uns des principaux groupes ont montré des circonstances singulières dans leur mouvement, lesquelles font comprendre la difficulté qui s'attache à une détermination précise de la vitesse de rotation du Soleil.

A la séance de la Société, M. Christie remarque que la loi des zones de M. Spoerer a été énoncée par Carrington en 1858 (*Monthly Notices*, t. XIX, p. 1, et *Observations of spots of the Sun*. Introduction, p. 17); M. Spoerer a confirmé la découverte de Carrington par la discussion des observations s'étendant sur plusieurs cycles de taches.

Schaeberle (J.-M.). — Théorie magnétique de la Couronne solaire.

L'auteur arrive à la conclusion que la Couronne est due à la lumière émise et réfléchiée par les filets de matière expulsée du Soleil, les forces correspondantes étant variables dans la période d'un cycle de taches. Les filets ou rayons à double courbure s'expliquent par la rotation du Soleil. L'auteur pense que les changements apparents dans la forme générale de la Couronne sont dus à la position de l'observateur relativement au plan de l'équateur solaire.

Cette nouvelle théorie, accompagnée d'une comparaison avec les phénomènes observés, doit être publiée avec le Rapport de l'éclipse du 22 décembre 1889.

A la séance de la Société, M. Wesley a objecté que, d'après cette théorie, on devrait avoir une Couronne allongée quand l'inclinaison de l'équateur est faible : c'est ce qui est contredit par les éclipses de 1870 et 1871, toutes deux dans le mois de décembre.

Backhouse (T.-W.). — La structure de l'Univers sidéral.

Annonce d'un Mémoire traitant des groupements rectilignes et parallèles des étoiles et des amas, de la distribution de la matière nébuleuse, de divers groupements, concentriques ou autres.

Brooks (W.-R.). — Découverte de la comète Brooks (19 mars 1890).

O. C.

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, n° 2971-2975.

Lehmann-Filhès. — Remarques sur la nutation diurne.

« Lorsque Bradley, au milieu du siècle dernier, découvrit la nutation annuelle, dit M. Folie ⁽¹⁾, les astronomes eurent tout d'abord tant de peine à l'admettre, malgré les preuves nombreuses qu'il en avait données, qu'un de ses amis, astronome lui-même, la contesta pendant dix ans : tant une vérité nouvelle, lorsqu'elle n'est pas l'expression d'un simple fait matériel que chacun est à même de vérifier, s'impose difficilement à l'intelligence humaine. » Mais « l'époque actuelle est moins ingrate pour les chercheurs », et, lorsqu'il eut établi en 1884 la théorie de la nutation diurne, M. Folie « ne tarda pas à acquérir la conviction qu'il n'attendrait pas, comme Bradley, pendant dix ans, que sa découverte fût universellement reconnue par les astronomes. » Il a d'ailleurs fait tout ce qui dépendait de lui pour la propager, multipliant les Mémoires, les Notes, les Articles dans tous les Recueils à sa portée.

Or, l'étude critique que vient de publier M. Lehmann-Filhès, et que nous allons résumer brièvement, établit d'une manière péremptoire ce que plusieurs astronomes soupçonnaient déjà, à savoir que les preuves de la nutation diurne, accumulées par M. Folie depuis sept ans, se réduisent à de simples erreurs matérielles que chacun est à même de vérifier. Quelques-unes de ces erreurs ont dû être reconnues par l'auteur lui-même, puisqu'il les a corrigées dans des publications postérieures; mais il s'abstient toujours d'en avertir le lecteur, qui ne peut s'en apercevoir que par les contradictions qui existent entre les publications successives.

M. Lehmann-Filhès, qui ne veut rien laisser dans l'ombre, entre dans tous les détails des calculs, que nous avons d'ailleurs eu nous-même l'occasion, peu cherchée, de vérifier. Nous devons nous borner ici à indiquer les points principaux de son argumentation, qui nous a paru, quant au fond, parfaitement exacte.

La nutation diurne, ou plutôt semi-diurne, puisque sa période est de 12 heures, provient des termes qui ont en facteur la différence $B - C$ des moments d'inertie équatoriaux, et que l'on néglige habituellement cause de la petitesse du rapport $\frac{B - A}{C}$, qui paraît être inférieur à 0,00003. Pour que ces termes fussent sensibles, il faudrait attribuer au rapport

(1) *Annuaire de l'observatoire de Bruxelles*, 1890, p. 292.

en question une valeur numérique voisine de 0,2 ou 0,3, incompatible avec les données de la Géodésie, quand même on prendrait pour A, B, C les moments d'inertie d'une mince écorce. C'est ce que nous avons dit ici même, et c'est ce qui ôte toute importance, voire tout intérêt, à la détermination minutieuse des coefficients des différents termes de la nutation diurne (1).

Quoi qu'il en soit, M. Folie a entrepris cette détermination dans les Mémoires intitulés *Théorie des mouvements diurne, annuel et séculaire de l'axe du monde*, insérés aux *Mémoires de l'Académie royale de Belgique*, t. XLV, et dont la première Partie a été publiée vers 1883, en français, en anglais et en allemand. Il y développe tout bonnement les termes de la nutation qui dépendent de $B - A$ et dont l'argument contient l'angle 2φ (φ étant le temps sidéral); termes connus, mais d'ordinaire négligés comme insignifiants. Pour en justifier l'introduction, il se contente d'affirmer que les équations d'Euler peuvent s'appliquer au mouvement d'une mince écorce, considérée comme indépendante du noyau liquide, ce qui expliquerait la possibilité d'une valeur sensible du rapport $\frac{B-A}{C}$. Quant aux résistances qui doivent naître du frottement de la croûte rigide, il ne s'en préoccupe pas autrement. Il se borne donc à compléter les formules de la nutation ordinaire par les termes qui proviennent de $B - A$. Seulement, au lieu de suivre la voie toute tracée, il exprime les forces perturbatrices en fonction des ascensions droites et des déclinaisons du Soleil et de la Lune, dont il suppose les variations proportionnelles au temps, ce qui n'est permis que pour de très courts intervalles. Il donne alors successivement l'expression des vitesses de rotation, celles des nutations de l'obliquité et de la longitude ($\Delta\omega$, $\Delta\psi$), et enfin les termes correspondants de l'ascension droite et de la déclinaison d'une étoile ($\Delta\alpha$, $\Delta\delta$). Ici M. Folie oublie qu'il a changé le sens de l'angle ψ et fait usage des relations

$$\begin{aligned}\Delta\delta &= \sin\alpha\Delta\omega + \cos\alpha\sin\omega\Delta\psi, \\ \Delta\alpha &= \cos\alpha\Delta\psi + \tan\delta(\sin\alpha\sin\omega\Delta\psi - \cos\alpha\Delta\omega),\end{aligned}$$

où il faudrait $-\Delta\psi$ au lieu de $+\Delta\psi$, sans parler du terme erroné $\cos\alpha\Delta\psi$, mis à la place de $\cos\omega\Delta\psi$. Il en résulte que les expressions définitives

(1) Les coefficients des termes successifs de la nutation diurne $\Delta\psi$ sont, à très peu près, ceux de l'expression $\frac{1}{4} \frac{B-A}{C-A} \frac{d\psi}{n dt}$, en désignant par ψ la précession et nutation ordinaires ($n = 2300$). Cette remarque permet de les calculer en dix minutes.

de Δz , $\Delta \delta$ sont tout à fait erronées; les arguments renferment $+\alpha$ au lieu de $-\alpha$. Ce sont ces formules erronées qui paraissent avoir été communiquées à M. de Ball et à M. Niesten pour les premières applications pratiques. Elles sont d'ailleurs construites de manière qu'elles donnent la différence des nutations pour un intervalle donné $t = \varphi - \varphi_0$.

M. Folie cherche ensuite les conditions du maximum de ces nutations pour un intervalle de 6 heures, et il croit que le maximum de $\Delta \delta$ a lieu pour $\alpha = 6$ heures ou 18 heures, celui de Δz pour $\alpha = 0$ ou 12 heures. Il ne voit pas que le maximum dépend de l'angle φ_0 , ou plutôt de la différence $\alpha - 2\varphi_0$.

En désignant par L la longitude du premier méridien (celui de l'axe principal A) à l'ouest de Greenwich, et par T_0 le temps sidéral à Greenwich, on a $T_0 = L + \varphi_0$. Le coefficient K et la longitude L sont les deux constantes de la nutation diurne, que M. Folie se propose de déterminer; les équations de condition qu'il établit à cet effet renferment encore, dit M. Lehmann, des coefficients erronés.

On trouve ensuite, dans la *Théorie des Mouvements*, les expressions de Δz , $\Delta \delta$ en fonction des longitudes et des latitudes de la Lune et du Soleil, substituées aux ascensions droites et aux déclinaisons; mais l'emploi des relations inexactes, citées plus haut, fait que les formules finales sont encore erronées. Les conditions de maximum sont également inexactes.

M. Lehmann signale ensuite les erreurs contenues dans un écrit antérieur [*Existence et grandeur de la précession et de la nutation diurnes* (*Bulletins de l'Académie de Belgique*, 1882)].

Un astronome des plus distingués, M. L. de Ball, avait fait, sur la demande de M. Folie, une première tentative pour déterminer les constantes K , L à l'aide d'une série d'observations faites à Poulkova de 1842 à 1862. Il s'agit de déclinaisons déduites de passages au premier vertical. M. de Ball n'ayant reçu communication que des formules erronées, les calculs auxquels il s'est livré ont été faits en pure perte. Il avait obtenu des valeurs de K comprises entre $0^{\circ},03$ et $0^{\circ},11$. En appliquant les mêmes formules, un peu plus tard, à des observations de M. Nyrén, M. de Ball se vit conduit à un résultat complètement négatif⁽¹⁾, qu'il s'empressa de publier en même temps que des objections, très fondées, contre la théorie et la méthode de calcul employée (*Astron. Nachr.*, 2393). M. Folie s'est toujours dispensé de mentionner ce résultat négatif et ce désaveu formulé par M. de Ball.

En 1886, M. Folie apporte, en faveur de la nutation diurne, une preuve

(¹) M. Böhlin, lui aussi, a obtenu un résultat négatif.

qui aurait été frappante et faite pour dérouter les sceptiques, si elle n'avait pas été fausse. Nous voulons parler des prétendues réductions de circompolaires, effectuées par M. Niesten à l'aide des formules erronées de la *Théorie des mouvements*. Nous en avons déjà dit un mot dans le dernier numéro du *Bulletin*. L'application de réductions matériellement fausses fait disparaître, comme par enchantement, les écarts qui existaient entre les positions moyennes trouvées par Argelander ⁽¹⁾, écarts qui vont jusqu'à 3". Comment ce résultat a-t-il été obtenu? Nous ne nous chargerons pas de l'expliquer.

En 1887, M. Folie fait connaître la découverte de la nutation horaire, due à la libration de l'écorce terrestre. Il s'agit de l'inégalité de la vitesse de rotation qui dépend de la différence $B - A$. On la retrouve dans son *Traité des réductions stellaires* (1888), qui contient un exposé nouveau de la théorie de la précession et de la nutation, y compris la nutation diurne et la *nutation initiale* (c'est-à-dire les termes qui dépendent de $B - A$ et ceux qui dépendent des constantes arbitraires, introduites par l'intégration).

M. Folie revient ici à la méthode usuelle, qui consiste à remplacer les coordonnées du Soleil et de la Lune par leurs expressions théoriques. Il emploie aussi, pour passer de $\Delta\omega$, $\Delta\psi$ à $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$, les formules exactes, mais sans avertir le lecteur de l'erreur commise auparavant ni des contradictions qu'elle entraîne. Inutile de nous arrêter à des erreurs de détail.

Les *Annuaire*s de l'observatoire de Bruxelles pour 1889 et 1890 renferment une série d'articles où l'existence de la nutation diurne est affirmée avec une assurance qui n'admet pas de réplique. On y trouve d'abord les preuves tirées de la comparaison des Catalogues. M. Lehmann les discute avec compétence. Il fait voir comment l'existence d'une inégalité diurne de la vitesse de rotation rendrait le problème inextricable pour les ascensions droites, comme d'autre part les erreurs des latitudes et leurs variations possibles doivent masquer en partie les écarts systématiques des déclinaisons, empruntées à des Catalogues différents. Les valeurs de K et de L , tirées de ces comparaisons, sont d'ailleurs absolument discordantes.

Parmi les preuves alléguées dans les publications les plus récentes de M. Folie, nos lecteurs connaissent déjà les plus remarquables : celle tirée de la comparaison des azimuts d'une circompolaire, et celle qui était fondée sur les variations des mires méridiennes de Strasbourg. La première repose sur un procédé de calcul qui revient à déterminer trois

(*) *Démonstration pratique de l'existence de la nutation diurne* (*Comptes rendus*, 13 décembre 1886; *Astron. Nachr.*, n° 2768).

(ou même quatre) inconnues par deux équations de condition; inutile de parler des objections qu'elle soulève au point de vue pratique, à cause de l'influence inévitable des erreurs instrumentales. La seconde reposait sur une confusion inexplicable du temps moyen et du temps sidéral.

La conclusion du travail de M. Lehmann-Filhès, conclusion suffisamment motivée, c'est que les preuves, jusqu'ici données en faveur de l'existence de la nutation diurne, ne reposent sur rien.

Wand (Théodore). — Sur l'intégration des équations différentielles du mouvement d'un système de points.

Ce Mémoire contient une réponse à la question de savoir si l'application répétée de la méthode de la variation des constantes permet de démontrer l'invariabilité séculaire des grands axes et la stabilité du mouvement. Nous nous réservons d'y revenir.

Knorre. — Observations de comètes et de planètes, faites à Berlin de 1887 à 1889.

Franz. — Éphémérides du cratère Moesting A.

Observations de comètes, de planètes, etc.

R. R.



MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

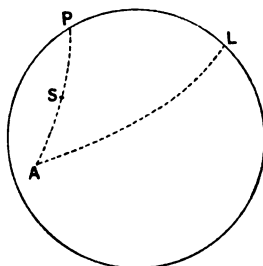
SUR LE BORD OBSERVABLE DE LA LUNE EN DÉCLINAISON;

PAR M. MAURICE HAMY.

L'observation méridienne de la Lune en déclinaison consiste à pointer le bord le mieux éclairé avec le fil mobile. On peut décider à l'avance quel est le bord observable en examinant la position du Soleil relativement au plan passant par la ligne Est-Ouest et le centre de la Lune au moment de sa culmination.

Soient P (fig. 1) la position du pôle boréal sur la sphère céleste,

Fig. 1.



S celle du Soleil, L celle de la Lune au moment de son passage au méridien, A le point où le cercle horaire du Soleil rencontre le plan qui vient d'être défini. Selon que le point S tombe entre le point P et le point A, ou se trouve sur le prolongement de l'arc PA, le bord qui reçoit la lumière du Soleil est le bord boréal ou le bord austral.

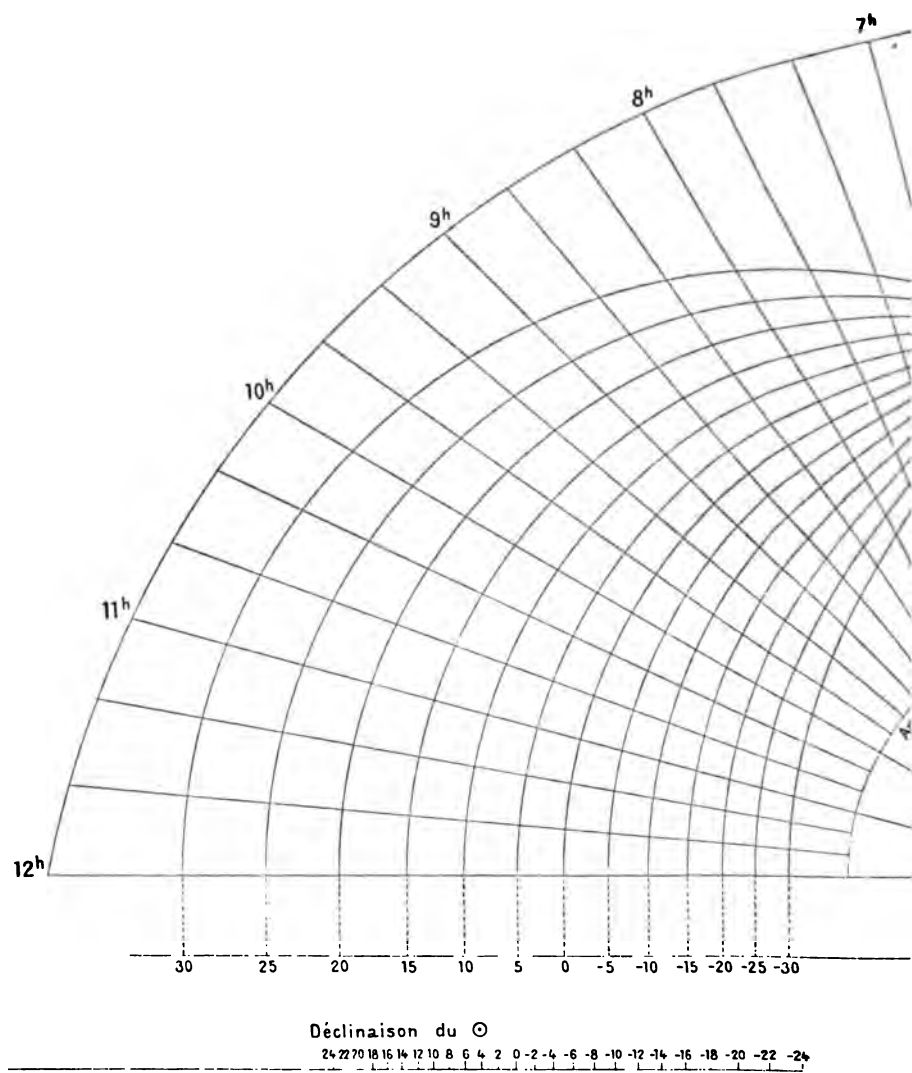
En appelant $\varpi_{\odot}$ la déclinaison du Soleil, ϖ_{L} celle de la Lune, $\hat{A} = \hat{A}PL$ l'angle horaire du Soleil et posant $x = 90 - PA$, le triangle sphérique rectangle PLA donne

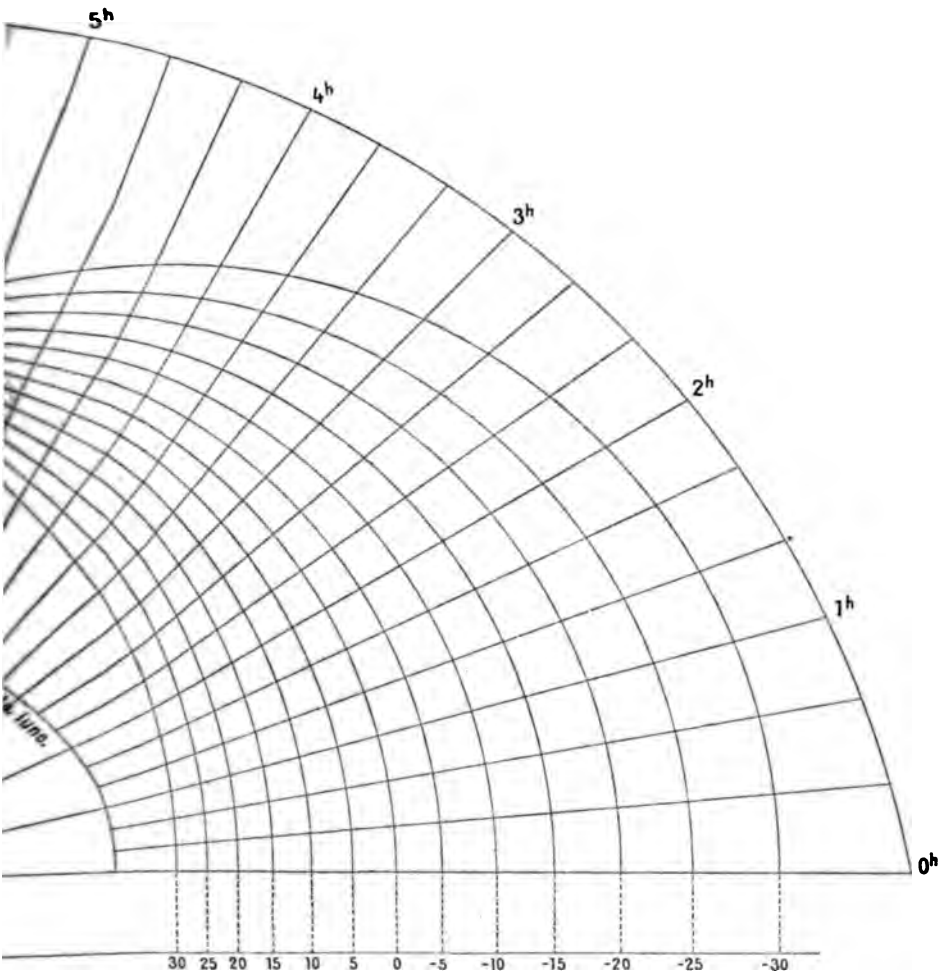
$$\text{tang } x = \text{tang } \varpi_{\text{L}} \cos \hat{A}.$$

Il en résulte

$$\begin{array}{lll} x < \varpi_{\odot} & \text{si le bord observable est le bord boréal,} \\ x > \varpi_{\odot} & \text{» } & \text{» } & \text{austral.} \end{array}$$

Telles sont les inégalités qui servent d'ordinaire à lever le doute qui existe sur la question.





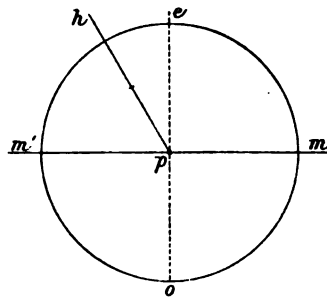
Au lieu de résoudre l'inégalité $x \geq \odot$ par le calcul, on peut la résoudre géométriquement en construisant la projection stéréographique du triangle APS sur le plan de l'équateur, vue du pôle austral par exemple.

Soit R le rayon de la sphère choisie pour figurer la sphère céleste.

La circonférence de l'équateur est à elle-même sa projection (*fig. 2*).

Le pôle boréal se projette au centre p de l'équateur, et le méridien PL suivant un diamètre mm' de ce cercle.

Fig. 2.



Le cercle horaire PA du Soleil se projette suivant un rayon ph faisant avec pm un angle égal à Al . On reconnaît d'autre part, en rabattant le cercle horaire autour de ph , que la projection de S tombe à une distance de p égale à $R \tan\left(45 - \frac{\odot}{2}\right)$.

La projection du grand cercle AL est une circonférence. Ce cercle passe par les points de rencontre de la ligne Est-Ouest et de l'équateur; sa projection passe donc par les points o , e à 90° des points m , m' . Le centre de la projection étant à la rencontre de mm' et de la parallèle menée par le point de vue aux génératrices du cylindre circonscrit à la sphère le long du cercle AL, sa distance au point p est égale à $R \tan \frac{\odot}{2}$.

Les points P, S, A sont placés dans le même ordre sur la sphère et en projection. Il en résulte que le bord observable de la Lune est le bord boréal ou le bord austral, suivant que la projection du Soleil est intérieure ou extérieure au cercle qui vient d'être défini.

On a tracé sur le diagramme qui accompagne la présente Note (p. 262-263) les circonférences correspondant aux déclinaisons de la Lune de 5° en 5° (on comble les lacunes à l'œil), et les rayons horaires du Soleil de 20^m en 20^m de temps. On a joint à la figure une échelle donnant la distance de la projection du Soleil au centre en fonction de sa déclinaison.

La règle à suivre pour faire usage du diagramme est la suivante : on prend, à un demi-degré près, les déclinaisons apparentes de la Lune et du Soleil pour le lieu de l'observation et l'Al du Soleil au moment du passage de la Lune (le plus souvent on peut le remplacer par le temps moyen du passage). Au moyen d'une bande de papier, on porte une longueur donnée par l'échelle sur le rayon qui correspond à l'angle horaire du Soleil. Si l'extrémité de la longueur tombe à l'intérieur du cercle qui correspond à la déclinaison de la Lune, le bord observable est le bord boréal; sinon, c'est le bord austral.

On est arrivé aux résultats suivants pour Paris :

Dates.	Bord réel observable.	Dates.	Bord réel observable.
1890. OCT. 15.....	B.S.	1890. OCT. 24.....	B.I.
16.....	B.S.	25.....	B.I.
17.....	B.S.	26.....	B.I.
18.....	B.S.	27.....	B.I.
19.....	B.I.	28.....	B.S.
20.....	B.I.	29.....	B.S.
21.....	B.I.	30.....	B.S.
22.....	B.I.	31.....	B.S.
23.....	B.I.	Nov. 1.....	B.I.

SUR UN POINT DE LA « THÉORIE DE LA LUNE » DE DELAUNAY;

PAR M. F. TISSERAND.

On sait que Delaunay, dans sa *Théorie de la Lune*, a appliqué un assez grand nombre d'opérations élémentaires ayant chacune pour but de faire disparaître un terme de la fonction perturbatrice R . Dans la pratique de ces opérations, il a ramené les calculs

à l'intégration de deux types d'équations différentielles simultanées du premier ordre à deux inconnues :

Premier type. — Les équations dont il s'agit ont la forme

$$(a) \quad \begin{cases} \frac{d\theta}{dt} = QM \sin \theta, \\ \frac{de}{dt} = Q \frac{dM}{de} \cos \theta + \frac{dP}{de}, \end{cases}$$

où l'on désigne par e une petite quantité suivant les puissances entières et positives de laquelle sont développées les fonctions M et P ; Q est une autre quantité très petite, au moins de l'ordre de e^2 .

Dans chaque cas particulier, on a recours à des approximations successives, en négligeant d'abord Q , puis Q^2 , Q^3 , On trouve ainsi les développements de e et de θ sous la forme

$$(b) \quad \begin{cases} e = e_1 + E_1 \cos \theta_0(t+c) + E_2 \cos 2\theta_0(t+c) + \dots, \\ \theta = \theta_0(t+c) + \theta_1 \sin \theta_0(t+c) + \theta_2 \sin 2\theta_0(t+c) + \dots; \end{cases}$$

e_1 et c sont les deux constantes arbitraires, E_i et θ_i des polynômes de degré i en Q dont les coefficients dépendent de e_1 ; quant à la quantité θ_0 , elle se présente sous la forme d'une série ordonnée suivant les puissances de Q^2 , les coefficients contenant e_1 . Delaunay n'a pas jugé utile de donner les expressions analytiques de E_i et de θ_i . Il a rencontré ce premier type dans celles de ses opérations qui portent les nos 26 à 43 et 49 à 57. Ce qui le caractérise, c'est que la quantité e ne figure nulle part en dénominateur; $\frac{\partial R}{\partial e}$ contient le facteur e , et $\frac{1}{na^2e} \frac{\partial R}{\partial e}$ est entier en e .

Deuxième type. — On le rencontre dans les opérations 1 à 25 et 46 à 48; e figure en dénominateur dans les équations différentielles qui sont de la forme

$$(A) \quad \begin{cases} \frac{de}{dt} = M(1 + M_1 e^2 + M_2 e^4) \sin \theta, \\ \frac{d\theta}{dt} = N(1 + N_1 e^2 + N_2 e^4 + N_3 e^6) + M \frac{1 + P_1 e^2 + P_2 e^4}{e} \cos \theta; \end{cases}$$

θ désigne l'argument du terme de la fonction perturbatrice que l'on veut faire disparaître; e étant considéré comme une petite

quantité du premier ordre, M est du second ordre au moins; M_1 , M_2 , N_1 , N_2 , N_3 , P_1 , P_2 sont des quantités de l'ordre zéro. Delaunay a donné les intégrales approchées des équations (A), sans faire connaître la marche employée. J'ai pensé qu'il pouvait être utile de combler cette lacune, et c'est le but du présent travail.

Soit posé

$$\frac{M}{N} = Q, \quad f(e) = 1 + M_1 e^2 + M_2 e^4 + \dots,$$

$$\varphi(e) = 1 + N_1 e^2 + N_2 e^4 + N_3 e^6 + \dots, \quad \psi(e) = \frac{1 + P_1 e^2 + P_2 e^4 + \dots}{e};$$

les équations (A) pourront s'écrire

$$(1) \quad \begin{cases} \frac{de}{N dt} = Q f(e) \sin \theta, \\ \frac{d\theta}{N dt} = \varphi(e) + Q \psi(e) \cos \theta. \end{cases}$$

On pourrait intégrer ces équations par des approximations successives, en négligeant d'abord Q , puis Q^2 , ...; mais il vaut mieux se rappeler que, d'après les développements théoriques de Delaunay, θ peut être mis sous la forme

$$(2) \quad \theta = \theta_0(t+c) + Q \alpha_1 \sin \theta_0(t+c) + Q^2 \alpha_2 \sin 2\theta_0(t+c) + \dots$$

En substituant dans la première des équations (1), et employant les approximations successives, on trouve

$$(3) \quad e = e_1 + Q \beta_1 \cos \theta_0(t+c) + Q^2 \beta_2 \cos 2\theta_0(t+c) + \dots$$

Il s'agit de déterminer les coefficients α_i , β_i et θ_0 ; les deux constantes arbitraires seront e_1 et c . On pourra développer $f(e)$, $\varphi(e)$ et $\psi(e)$ par la formule de Taylor, en partant de l'expression (3) de e , et introduire dans le développement les cosinus des multiples de $\theta_0(t+c)$. On aura, par exemple,

$$\begin{aligned} \varphi(e) = & \varphi_1 + \varphi'_1 [Q \beta_1 \cos \theta_0(t+c) + Q^2 \beta_2 \cos 2\theta_0(t+c) + \dots] \\ & + \varphi''_1 [\tfrac{1}{2} Q^2 \beta_1^2 + \tfrac{1}{2} Q^2 \beta_2^2 \cos 2\theta_0(t+c) + \dots] + \dots, \end{aligned}$$

où l'on a écrit, pour abréger, φ_1 , φ'_1 , ... au lieu de $\varphi(e_1)$, $\varphi'(e_1)$, ... On développe de même les expressions de $\sin \theta$ et $\cos \theta$, en partant de la formule (2); on les substituera en même temps que celles de $f(e)$, $\varphi(e)$ et $\psi(e)$ dans les équations (1), et en égalant à zéro

les coefficients de $\sin \theta_0(t+c)$, $\sin 2\theta_0(t+c)$, ..., $\cos \theta_0(t+c)$, $\cos 2\theta_0(t+c)$, ..., et le terme non périodique de la seconde, on trouvera, en négligeant Q^3 ,

$$-\frac{\theta_0}{N} \beta_1 = f_1, \quad -i \frac{\theta_0}{N} \beta_2 = \alpha_1 f_1 + \beta_1 f'_1,$$

$$\frac{\theta_0}{N} \alpha_1 = \psi_1 + \beta_1 \varphi'_1,$$

$$\frac{2\theta_0}{N} \alpha_2 = \frac{1}{2} (\alpha_1 \psi_1 + \beta_1 \psi'_1) + \beta_2 \varphi'_1 + \frac{1}{4} \beta_1^2 \varphi''_1,$$

$$(4) \quad \frac{\theta_0}{N} = \varphi_1 + \frac{1}{2} Q^2 \left(-\alpha_1 \psi_1 + \beta_1 \psi'_1 + \frac{1}{2} \beta_1^2 \varphi''_1 \right);$$

d'où, avec la précision indiquée,

$$(5) \quad \left\{ \begin{array}{l} \beta_1 = -\frac{f_1}{\varphi_1}, \quad \alpha_1 = \frac{\psi_1 + \beta_1 \varphi'_1}{\varphi_1}, \\ \beta_2 = -\frac{\alpha_1 f_1 + \beta_1 f'_1}{4\varphi_1}, \\ \alpha_2 = \frac{1}{4\varphi_1} \left(\alpha_1 \psi_1 + \beta_1 \psi'_1 + 2\beta_2 \varphi'_1 + \frac{1}{2} \beta_1^2 \varphi''_1 \right). \end{array} \right.$$

Les formules (2) et (3) donnent d'ailleurs

$$e \sin \theta = [e_1 + \frac{1}{2} Q^2 (e_1 \alpha_2 - \beta_2 - \frac{3}{4} e_1 \alpha_1^2 + \frac{1}{2} \alpha_1 \beta_1)] \sin \theta_0(t+c) \\ + \frac{1}{2} Q (e_1 \alpha_1 + \beta_1) \sin 2\theta_0(t+c) \\ + \frac{1}{2} Q^2 (e_1 \alpha_2 + \beta_2 + \frac{1}{4} e_1 \alpha_1^2 + \frac{1}{2} \alpha_1 \beta_1) \sin 3\theta_0(t+c) + \dots,$$

$$e \cos \theta = \frac{1}{2} Q (-e_1 \alpha_1 + \beta_1) + [e_1 + \frac{1}{2} Q^2 (-e_1 \alpha_2 + \beta_2 - \frac{1}{4} e_1 \alpha_1^2 - \frac{1}{2} \alpha_1 \beta_1)] \cos \theta_0(t+c) \\ + \frac{1}{2} Q (e_1 \alpha_1 + \beta_1) \cos 2\theta_0(t+c) \\ + \frac{1}{2} Q^2 (e_1 \alpha_2 + \beta_2 + \frac{1}{4} e_1 \alpha_1^2 + \frac{1}{2} \alpha_1 \beta_1) \cos 3\theta_0(t+c) + \dots$$

Delaunay a représenté constamment par e_0 le coefficient de $\sin \theta_0(t+c)$ dans $e \sin \theta$; pour retrouver ses formules, il y a donc lieu de poser

$$e_1 + \frac{1}{2} Q^2 (e_1 \alpha_2 - \beta_2 - \frac{3}{4} e_1 \alpha_1^2 + \frac{1}{2} \alpha_1 \beta_1) = e_0,$$

d'où

$$(6) \quad e_1 = e_0 (1 - \frac{1}{2} Q^2 \alpha_2 + \frac{3}{8} Q^2 \alpha_1^2) + \frac{1}{2} Q^2 (\beta_2 - \frac{1}{2} \alpha_1 \beta_1);$$

on devra remplacer partout e , par cette valeur. Les formules précédentes donnent

www.libtool.com.cn

$$(B) \quad \begin{cases} e \cos \theta = E_0 + (e_0 + E_1) \cos \theta_0(t + c) \\ \quad + E_2 \cos 2\theta_0(t + c) + E_3 \cos 3\theta_0(t + c) + \dots, \\ e \sin \theta = e_0 \sin \theta_0(t + c) \\ \quad + E_2 \sin 2\theta_0(t + c) + E_3 \sin 3\theta_0(t + c) + \dots, \end{cases}$$

où l'on a fait

$$(7) \quad \begin{cases} E_0 = \frac{1}{2} Q (\beta_1 - \alpha_1 e_0), \\ E_1 = Q^2 (\beta_2 - \alpha_2 e_0 + \frac{1}{4} e_0 \alpha_1^2 - \frac{1}{2} \alpha_1 \beta_1), \\ E_2 = \frac{1}{2} Q (\beta_1 + \alpha_1 e_0), \\ E_3 = \frac{1}{2} Q^2 (\beta_2 + \alpha_2 e_0 + \frac{1}{4} e_0 \alpha_1^2 + \frac{1}{2} \alpha_1 \beta_1). \end{cases}$$

On s'assurera aisément que, au degré de précision demandé, on peut remplacer dans les relations (5) $\varphi_1, \varphi'_1, \dots$ par $\varphi_0, \varphi'_0, \dots$; mais, dans (4), on doit prendre

$$\varphi_1 = \varphi_0 + (e_1 - e_0) \varphi'_0$$

ou bien, en vertu de la formule (6),

$$(8) \quad \varphi_1 = \varphi_0 + \frac{1}{2} Q^2 \varphi'_0 (\beta_2 - \alpha_2 e_0 + \frac{3}{4} e_0 \alpha_1^2 - \frac{1}{2} \alpha_1 \beta_1);$$

il y a lieu maintenant d'introduire pour f_0, φ_0, ψ_0 les valeurs

$$f_0 = 1 + M_1 e_0^2 + M_2 e_0^4, \quad \psi_0 = \frac{1 + P_1 e_0^2 + P_2 e_0^4}{e_0},$$

$$\varphi_0 = 1 + N_1 e_0^2 + N_2 e_0^4 + N_3 e_0^6.$$

Les formules (6) donneront successivement $\beta_1, \alpha_1, \beta_2, \alpha_2$, après quoi on tirera E_0, E_1, E_2 et E_3 des relations (7). On trouvera ainsi, en remettant $\frac{M}{N}$ au lieu de Q ,

$$\left. \begin{aligned} \beta_1 &= -1 + (N_1 - M_1) e_0^2 + (N_2 - M_2 - N_1^2 + M_1 N_1) e_0^4, \\ \alpha_1 &= \frac{1}{e_0} [1 + (P_1 - 3N_1) e_0^2 + (P_2 - 5N_2 + 5N_1^2 - 2M_1 N_1 - N_1 P_1) e_0^4], \\ \beta_2 &= \frac{1}{4e_0} [-1 + (M_1 + 4N_1 - P_1) e_0^2 \\ &\quad + (3M_2 + 6N_2 - P_2 + 2M_1^2 - 9N_1^2 + 2M_1 N_1 - M_1 P_1 + 2N_1 P_1) e_0^4] \\ \alpha_2 &= \frac{1}{4e_0^2} [2 + (M_1 - 6N_1 + P_1) e_0^2 \\ &\quad + (M_2 - 4N_2 - P_2 + 14N_1^2 + P_1^2 - M_1 N_1 - M_1 P_1 - 5N_1 P_1) e_0^4]; \end{aligned} \right\}$$

$$(D) \left\{ \begin{aligned} E_0 &= \frac{1}{2} \frac{M}{N} [-2 + (4N_1 - M_1 - P_1)e_0^2 \\ &\quad + (6N_2 - M_2 - P_2 - 6N_1^2 + 3M_1N_1 + N_1P_1)e_0^4] + \left(\frac{M}{N}\right)^2 (N_1 - P_1)e_0^6, \\ E_2 &= \frac{1}{2} \frac{M}{N} [(P_1 - M_1 - 2N_1)e_0^2 + (P_2 - M_2 - 4N_2 + 4N_1^2 - M_1N_1 - N_1P_1)e_0^4], \\ E_4 &= \frac{1}{4} \left(\frac{M}{N}\right)^2 [(2M_1 + 2P_1 - 4N_1)e_0 \\ &\quad + (4M_2 + 4P_2 - 12N_2 + 2M_1^2 + 14N_1^2 - 13M_1N_1 + 2M_1P_1 - 5N_1P_1) \\ E_6 &= \frac{1}{8} \left(\frac{M}{N}\right)^2 (2M_2 + 4N_2 - 2P_2 + 2M_1^2 + 6N_1^2 + 2P_1^2 + 9M_1N_1 - 4M_1P_1 - 7N_1P_1) \end{aligned} \right.$$

On a ensuite

$$\frac{\theta_0}{N} = \varphi_1 + \frac{1}{2} Q^2 [M_1 + 3N_1 - 3P_1 \\ + (M_2 + 10N_2 - 5P_2 - 6N_1^2 - P_1^2 + 3M_1N_1 - M_1P_1 + 5N_1P_1)e_0^2],$$

$$\varphi_1 = \varphi_0 + \frac{1}{2} Q^2 [N_1 + (2N_2 - 8N_1^2 + M_1N_1 + 3N_1P_1)e_0^2],$$

d'où

$$(E) \left\{ \begin{aligned} \theta_0 &= N(1 + N_1e_0^2 + N_2e_0^4 + N_3e_0^6) \\ &+ \frac{1}{2} \frac{M^2}{N} [M_1 + 4N_1 - 3P_1 \\ &\quad + (M_2 + 12N_2 - 5P_2 - 14N_1^2 - P_1^2 + 4M_1N_1 - M_1P_1 + 8N_1P_1)e_0^2] \end{aligned} \right.$$

Si l'on fait

$$(F) \quad \theta = \theta_0(t + c) + \theta_1 \sin \theta_0(t + c) + \theta_2 \sin 2\theta_0(t + c) + \dots,$$

on aura

$$(G) \quad \left\{ \begin{aligned} \theta_1 &= \frac{M}{N} \alpha_1 + \frac{1}{4e_0} \left(\frac{M}{N}\right)^2 (M_1 + 2N_1 + P_1)^{(*)}, \\ \theta_2 &= \frac{1}{2e_0^2} \left(\frac{M}{N}\right)^2. \end{aligned} \right.$$

Les formules (B), (C), ..., (G) résolvent la question; elles sont identiques à celles de Delaunay (t. I de sa *Théorie de la Lune*, p. 107 et 108), sauf deux petits termes en $\left(\frac{M}{N}\right)^3$ qui figurent avec un (*) dans les expressions ci-dessus de E_0 et de θ_1 ; pour les donner, notre calcul aurait dû être poussé plus loin. Les valeurs précédentes de c et de θ seraient incommodes, à cause des petits diviseurs $e_0, e_0^2, \dots$ qu'elles contiennent dans leurs coefficients;

fort heureusement, les développements (B) de $e \sin \theta$ et de $e \cos \theta$ ne renferment pas ces diviseurs, et ces développements sont les seuls dont on ait besoin (voir sur ce point les pages 878 à 882 du t. I de Delaunay).

Remarque. — Si l'on pose $e \cos \theta = x$, on déduit sans peine des équations (1), en éliminant dt , que x est donné en fonction de e^2 par une équation linéaire du premier ordre. On a ensuite t en fonction de e^2 par une quadrature; il serait facile de tirer de là la forme générale des développements (2) et (3).

SUR LES DEUX NUTATIONS A PÉRIODE DIURNE;

PAR M. F. FOLIE.

Dans la Note de M. Radau sur la première de ces deux nutations, la nutation initiale, il y a, relativement à la question des variations de latitude, une erreur qu'on est d'autant plus surpris de rencontrer dans le *Bulletin astronomique* qu'elle conduit l'auteur à une fausse interprétation du passage de Laplace que j'ai maintes fois cité : « Si la nutation initiale était sensible, on le reconnaîtrait par les variations journalières de la hauteur du pôle », passage qu'on ne doit pas prendre au pied de la lettre, dit M. Radau.

Une exposition complète du sujet dépasserait les bornes d'une réponse. Je me contenterai donc d'en esquisser les traits principaux.

Les astronomes pourront trouver la démonstration des formules dont je ferai ici usage dans une Note que j'ai rédigée pour l'*Annuaire de l'observatoire royal de Bruxelles*, et que je me ferai un plaisir d'adresser dès à présent à ceux qui n'en auraient pas reçu, par oubli, un tiré à part, et qui voudraient bien m'en aviser.

Afin de bien préciser, j'appellerai :

Pôle ou équateur *géographique* ceux qui sont déterminés par le petit axe de la Terre;

Pôle ou équateur *astronomique* ceux qui sont déterminés par son axe instantané de rotation.

J'emploierai, dans le même sens, les termes de latitude *géogra-*

phique et astronomique; et j'admettrai que la première est constante, ce qui est vrai à moins de bouleversements géologiques considérables.

Cela posé, j'ai démontré, dans la Note précitée, que la différence entre la latitude astronomique Φ et la latitude géographique Φ_0 est donnée par la formule

$$\sin \Phi - \sin \Phi_0 = \gamma \cos \Phi_0 \cos(\lambda t + \beta).$$

Je l'écrirai, avec les astronomes, en posant $\Phi - \Phi_0 = \Delta\Phi_0$, et en faisant observer toutefois, circonstance qu'on ne semble pas avoir remarquée, que la formule suivante serait incorrecte pour des latitudes très élevées :

$$\Delta\Phi_0 = \gamma \cos(\lambda t + \beta).$$

La signification de cette formule est la suivante :

La latitude géographique se tire de la latitude astronomique, en retranchant de cette dernière la quantité $\Delta\Phi_0$.

Et comme c'est la latitude astronomique qu'on détermine par les observations astronomiques, et que cette latitude subit des variations d'une période $\frac{1}{\lambda}$, les astronomes ont cherché à déduire d'assez longues séries de déterminations de la latitude les constantes qui entrent dans l'expression de $\Delta\Phi$. De mon côté, j'ai déterminé les constantes de la nutation initiale (qui sont, à très peu près quant à γ , les mêmes que celles de $\Delta\Phi_0$) au moyen de séries d'ascension droite de la Polaire observées à Dorpat par W. Struve, en 1823-24-25, et par Preuss, en 1838; et j'en ai conclu qu'à la période de 305 jours admise par les astronomes il faut substituer une période de 336 $\frac{1}{2}$, 7; l'accord étonnant qui existe entre les valeurs que Peters, Nyrén, Downing et moi-même nous avons trouvées pour la constante β , si l'on admet ma période de 336 $\frac{1}{2}$, 7, prouve que cette constante au moins est bien déterminée.

Je reviendrai ci-après sur la valeur qu'il convient d'attribuer à la constante numérique γ de ces variations $\Delta\Phi_0$.

Afin de préciser davantage le sens des développements qui vont suivre, j'appellerai ces variations *variations réelles de la latitude*, parce qu'elles sont l'expression de la différence réelle qui

existe entre la latitude *astronomique* et la latitude *géographique*, ou de la distance entre le pôle instantané et le pôle géographique.

L'expression de ces variations se tire de celles de la nutation initiale, que j'écrirai, afin de mettre mes formules d'accord avec celle que ces astronomes ont employée,

$$\Delta\theta = -\frac{\gamma}{1+\lambda} \sin[(1+\lambda)t + \beta], \quad \sin\theta \Delta\lambda = -\frac{\gamma}{1+\lambda} \cos[(1+\lambda)t + \beta].$$

Ces formules se tireront, du reste, de celles dont M. Radau a fait usage, en changeant dans ces dernières la constante arbitraire β en $90^\circ + \beta$ et γ en $\frac{\gamma}{1+\lambda}$.

On sait qu'on tire de là

$$\Delta\delta = -\frac{\gamma}{1+\lambda} \cos[(1+\lambda)t - \alpha + \beta],$$

$$\Delta z = -\frac{\gamma}{1+\lambda} \{ \cot z \cos[(1+\lambda)t + \beta] - \tan\delta \sin[(1+\lambda)t - \alpha + \beta] \} \quad (1).$$

Or, lorsque la latitude se déduit de l'observation d'une étoile, ne faut-il pas connaître la position apparente de cette étoile, et, pour cela, ajouter à la position apparente, telle que les astronomes la calculent en négligeant la nutation initiale, les quantités précédentes $\Delta\delta$ et Δz ?

Ces expressions entreront donc dans celle de la latitude astronomique, et, comme elles ont une période presque exactement diurne, la latitude astronomique, déduite de la position apparente d'une étoile, dans le calcul de laquelle on n'a pas fait intervenir la nutation initiale, sera sujette à des *variations journalières* suivant l'expression de Laplace, prise au pied de la lettre.

Je désignerai ces nouvelles variations sous le nom de *variations apparentes*, parce que, en effet, elles n'existent pas et proviennent seulement d'une erreur commise dans la réduction au lieu apparent.

Cette période diurne est masquée dans les observations méridiennes, comme le remarque avec raison M. Radau. Mais il en

(1) M. Radau a omis, par inadvertance, dans l'expression de Δz , le terme en $\cot z$.

conclut à tort à la négation de la période diurne, et il se trompe absolument en confondant ces *variations apparentes* avec les *variations réelles* dont je viens de parler.

Les *variations apparentes* sont, en effet, des variations que l'observateur constate dans la *latitude astronomique*, faute d'avoir calculé correctement la position de l'étoile.

Les *variations réelles* sont les différences réelles entre la *latitude astronomique*, exactement calculée, et la *latitude géographique*.

Une similitude assez grande dans l'expression de ces deux variations, lorsqu'il s'agit de la latitude tirée de l'observation d'une distance zénithale méridienne, a conduit M. Radau à cette confusion.

Je dis assez grande : en pratique, je pourrais dire très grande, en théorie, non ; car les coefficients de ces deux variations ne sont pas les mêmes ; celui des variations réelles étant γ , celui des variations apparentes, ou de $\Delta\delta$, est $\frac{\gamma}{1+\lambda}$.

Et c'est cette même confusion qui sert de base à cet argument auquel j'avoue ne rien comprendre :

« Les deux phénomènes étant corrélatifs, il est évident *a priori* qu'il n'en peut résulter une variation de la latitude à période diurne ; si Laplace parle de *variations journalières*, c'est une expression qu'il ne faut pas prendre au pied de la lettre. » Si M. Radau disait simplement que les variations *réelles* de la latitude ne sont pas diurnes, il aurait raison ; mais c'est bien des variations *apparentes* qu'il parle, puisque l'expression $\Delta\delta$ dont il fait usage n'entre que dans ces dernières, et encore seulement dans le cas où la latitude se détermine par l'observation d'une hauteur ; et ces variations ont bien une période diurne, qui est simplement masquée dans l'observation des hauteurs méridiennes.

Si le lecteur n'est pas convaincu encore de l'exactitude irréprochable de l'expression de Laplace prise au pied de la lettre, qu'il veuille bien examiner avec moi les corrections qu'on doit apporter aux latitudes déterminées au moyen de l'observation d'une hauteur de la Polaire, suivant le procédé exposé dans la *Connaissance des Temps*.

J'ai démontré, dans la Note précitée, que, si l'on désigne par η l'angle horaire de l'étoile, par s et c le sinus et le cosinus de la moitié de cet angle, les variations Δz , $\Delta \delta$ qu'il faut ajouter à la position apparente, calculée par les astronomes, pour tenir compte de la nutation initiale, produisent dans la latitude *astronomique*, telle qu'ils la déterminent, une variation $\Delta \Phi$ donnée par l'équation

$$\Delta \Phi [c^2 \sin(\Phi - \delta) - s^2 \sin(\Phi + \delta)] \\ = \sin \eta \cos \Phi \cos \delta \Delta z + [c^2 \sin(\Phi - \delta) + s^2 \sin(\Phi + \delta)] \Delta \delta.$$

Tous les termes de cette expression renferment explicitement l'angle horaire; la latitude déterminée par les astronomes, qui négligent la nutation initiale, doit être corrigée de cette quantité $\Delta \Phi$; et, comme on ne l'en a jamais corrigée, il doit en résulter des variations diurnes *apparentes* dans la latitude *astronomique*.

Il va de soi qu'il en sera de même de toutes les autres déterminations de la latitude que l'on pourra faire.

Je ne discuterai la formule précédente que dans le cas particulier dont s'est occupé M. Radau.

Qu'on fasse $\eta = 0$ ou $\eta = \pi$, c'est-à-dire qu'on envisage le passage supérieur ou l'inférieur, on aura $\Delta \Phi = -\frac{\gamma}{1+\lambda} \cos(\lambda t + \beta)$.

C'est-à-dire que, dans les deux cas :

Pour obtenir la *latitude astronomique correcte*, déduite d'une hauteur méridienne d'une circompolaire, il faut *ajouter à la latitude, telle que les astronomes la calculent*, la quantité

$$-\frac{\gamma}{1+\lambda} \cos(\lambda t + \beta).$$

Si donc nous appelons Φ_a la latitude astronomique telle qu'on la calcule habituellement, la latitude astronomique correcte sera

$$\Phi = \Phi_a - \frac{\gamma}{1+\lambda} \cos(\lambda t + \beta).$$

Mais nous avons vu ci-dessus que la latitude géographique Φ_0 est donnée par

$$\Phi_0 = \Phi - \gamma \cos(\lambda t + \beta).$$

Si l'on fait ici abstraction de la différence minimale qui existe, en pratique, entre les deux constantes, $\frac{\gamma}{1+\lambda}$ et γ , des seconds

membres et qu'on ajoute ces deux équations, on trouve

$$\Phi_0 = \Phi_a - 2\gamma \cos(\lambda t - \beta).$$

et non pas $\Phi_0 = \Phi_a$, ni $\Phi_0 = \Phi_a - \gamma \cos(\lambda t + \beta)$, comme semble le croire M. Radau.

Autrement dit, si nous appelons $\Delta\Phi_a$ la *variation totale, tant réelle qu'apparente*, de la latitude déterminée suivant les formules usuelles au moyen d'une hauteur méridienne, nous aurons

$$\Delta\Phi_a = 2\gamma \cos(\lambda t + \beta).$$

C'est cette formule qu'auraient dû employer Peters et Downing, au lieu de la simple formule des *variations réelles*

$$\Delta\Phi_0 = \gamma \cos(\lambda t + \beta).$$

Le coefficient qu'ils ont trouvé, 0",08, n'est donc pas γ mais 2γ ; c'est-à-dire que, étant admis leur chiffre, le coefficient de la nutation initiale serait égal à 0",04 seulement.

Quant à la nutation diurne, je ne m'en occuperai guère ici.

Je compte en apporter une preuve nouvelle, tirée des observations mêmes de W. Struve qui m'ont permis de trouver la vraie période des variations de la latitude.

Je ferai remarquer, à ce sujet, que cette période, dépendant du rapport $\frac{C-A}{A}$, serait bien exactement de 305 à 306 jours, pour une *Terre solide*. Si donc l'observation prouve qu'elle est de 336 $\frac{1}{2}$, la Terre n'est pas solide, et nous ne pouvons plus affirmer que le rapport $\frac{B-A}{C}$ est insensible; argument indirect, sans doute, mais puissant en faveur de l'existence de la nutation diurne, dont le coefficient renferme ce facteur $\frac{B-A}{C}$.

N'ayant pas eu le loisir encore de publier les formules dont on fait usage à Bruxelles pour la détermination des constantes de cette nutation, je conçois que M. Radau n'ait pas pu vérifier les résultats de M. Niesten qui l'avaient frappé; et j'espère que ce dernier édifiera complètement M. Radau sur ce point.

Il en est un dernier auquel je me bornerai à répondre assez brièvement.

M. Radau nie que je puisse conclure les ascensions droites d'une étoile très voisine du pôle de deux azimuts observés à deux instants séparés par un intervalle de cinq à six heures.

Pour répondre, il me suffirait, peut-être, de faire remarquer que ce même procédé d'observation de deux azimuts d'une étoile est très fréquemment employé par les astronomes pour trouver sa déclinaison, et que l'observation des passages dans le premier vertical n'est pas autre chose. Que les azimuts observés ici soient $\pm 90^\circ$, qu'importe? La méthode, au fond, est identiquement la même; toutefois, comme la variation des coordonnées produites par la nutation diurne (je ferai abstraction ici de la nutation initiale, dont on tiendrait compte de la même façon) pourrait laisser subsister quelque doute dans l'esprit des astronomes, j'ajouterai une brève explication à ce sujet.

Pour simplifier la discussion, je supposerai la première observation faite dans le méridien; ce qui donne α .

En comptant les azimuts du Nord vers l'Ouest, la seconde observation donne, t étant le temps écoulé depuis la première,

$$\tan \delta \cos \Phi = \sin \Phi \cos t + \sin t \cot A,$$

si l'on néglige la nutation diurne. De cette équation on tirera pour δ une valeur qui ne peut être incorrecte que de la très petite quantité dont elle peut être affectée par la nutation diurne.

M. Radau a donc tort de poser, quant à Δz , des hypothèses qui le conduisent à des distances polaires variant entre $3'12'',37$ et $2'58'',71$.

Posons maintenant l'équation correcte

$$\tan(\delta + \Delta\delta) \cos \Phi = \sin \Phi \cos(t - \Delta z) + \sin(t - \Delta z) \cot A,$$

où je donne à δ la valeur déterminée ci-dessus.

Les quantités $\Delta\delta$ et Δz s'exprimant en fonction de quantités connues et des constantes de la nutation diurne, cette dernière équation me fournit entre ces constantes la relation cherchée.

NOTE A L'OCCASION DE L'ARTICLE PRÉCÉDENT;

PAR M. F. TISSERAND.

1. L'article de M. Folie m'oblige à intervenir. Je ne peux pas lui laisser dire que la Note de M. Radau (p. 194 de ce Volume) contient une erreur qu'on est surpris de trouver dans le *Bulletin astronomique*; c'est renverser trop facilement les rôles. La Note en question est exacte de tous points; je l'avais examinée avec soin, ainsi que toutes les critiques publiées dans le *Bulletin* sur la nutation diurne, auxquelles j'ai donné mon approbation sans réserve (1). C'est M. Folie qui a commis l'erreur; sa Note des *Comptes rendus* (27 mai 1890) et l'article ci-dessus montrent qu'il se fait une idée inexacte du mécanisme du phénomène de la nutation initiale. Disons d'abord comment les choses se passent :

Soient, à l'époque t , O le centre de gravité de la Terre; OI l'axe instantané; OG l'axe du couple résultant; OC l'axe principal d'inertie voisin du pôle; p, q, r les composantes de la vitesse de rotation suivant les axes principaux OA, OB, OC; A, B = A et C les moments d'inertie principaux. Les cosinus directeurs des droites OI et OG ont respectivement pour valeurs

$$\frac{p}{\sqrt{p^2 + q^2 + r^2}}, \quad \frac{q}{\sqrt{p^2 + q^2 + r^2}}, \quad \frac{r}{\sqrt{p^2 + q^2 + r^2}},$$

$$\frac{Ap}{\sqrt{A^2(p^2 + q^2) + C^2r^2}}, \quad \frac{Aq}{\sqrt{A^2(p^2 + q^2) + C^2r^2}}, \quad \frac{Cr}{\sqrt{A^2(p^2 + q^2) + C^2r^2}}.$$

On en conclut que les trois droites OC, OG, OI sont dans un même plan, OG étant dans l'angle COI, et l'on trouve aisément

$$\sin GOI = \frac{\frac{C-A}{C} \frac{\sqrt{p^2 + q^2}}{r}}{\sqrt{1 + \frac{p^2 + q^2}{r^2}} \sqrt{1 + \frac{A^2}{C^2} \frac{p^2 + q^2}{r^2}}}$$

ou, à fort peu près,

$$\cos GOI = \frac{C-A}{C} \frac{\sqrt{p^2 + q^2}}{r} = \frac{COI}{305};$$

(1) J'ajoute que j'écris cette réponse au nom de M. Radau, aussi bien qu'au mi en.

angle COI ne dépassant pas $0^{\circ},08$, on voit que GOI est entièrement négligeable. Ce résultat a été donné par Poinso (Précès-ri des équinoxes, *Connaissance des Temps pour 1858*).

Dans cette question de la nutation initiale, on peut faire abstraction des forces extérieures provenant des attractions du Soleil et de la Lune; alors, l'axe OG du couple résultant conserve dans l'espace une direction invariable et, d'après ce qu'on vient de dire, en est de même de OI; c'est là le point important : *la position de l'axe instantané dans l'espace n'éprouve aucun changement appréciable en vertu du phénomène de la nutation initiale*. Mais cet axe OI se déplace dans l'intérieur de la Terre; il décrit d'un mouvement uniforme, en 305 jours, un cône de révolution autour de OC, l'ouverture de ce cône étant d'environ $0^{\circ},08$. Pendant quelques jours, on pourra considérer OI comme fixe, même à l'intérieur de la Terre. Les choses se passent donc ainsi : les diverses génératrices du petit cône précédent viennent successivement coïncider avec une droite OI fixe dans l'espace, et à chaque instant, le mouvement de la Terre consiste en une rotation ensemble, de vitesse constante, autour de la génératrice correspondante. Soient, dans ce mouvement géométrique très simple, z une parallèle à la verticale d'un lieu déterminé M de la surface terrestre; P l'angle que fait avec OI le rayon visuel OE d'une étoile compolaire; Φ la latitude astronomique $= 90^{\circ} - zOI$; z_s et z_l les distances zénithales de l'étoile à ses deux passages consécutifs, supérieur et inférieur, par le méridien IO z , on aura

$$\left\{ \begin{array}{l} z_s + P = 90^{\circ} - \Phi, \quad z_l - P = 90^{\circ} - \Phi; \\ \text{d'où} \\ 90^{\circ} - \Phi = \frac{z_s + z_l}{2}. \end{array} \right.$$

On peut ainsi déterminer chaque jour la latitude astronomique; elle variera avec le temps, puisque la droite OI viendra coïncider successivement avec toutes les génératrices du petit cône dont on a parlé, et dont l'axe OC reste fixe à l'intérieur de la Terre; la période des variations de Φ sera donc de 305 jours. Soit Φ_0 la latitude géographique $= 90^{\circ} - zOC$; elle sera rigoureusement constante si la Terre peut être assimilée complètement à un corps

solide, et l'inspection de la figure donne immédiatement entre Φ et Φ_0 la relation

$$(2) \quad \Phi - \Phi_0 = \gamma \cos(\lambda t + \beta),$$

employée par Peters et Nyrén.

II. Il nous faut montrer maintenant quelques-uns des points où M. Folie s'est trompé. Je vais citer d'abord un passage de sa Note des *Comptes rendus* (27 mai 1890), et je suis obligé de le prendre assez long :

« ... Oppolzer même s'y est mépris, quoiqu'il ait traité *professo* du mouvement de rotation de la Terre, et qu'il ait donné la forme exacte des termes de cette nutation, qui indique bien une période de un jour environ, comme il le dit du reste. Mais, au lieu de calculer cette période même, il a calculé celle du cône décrit dans l'intérieur de la Terre, par l'axe instantané de rotation autour de l'axe polaire, et l'a trouvée égale à trois cent cinq jours environ. Confondant alors ce cône, décrit dans la Terre en trois cent cinq jours, avec le cône décrit par l'axe instantané dans le ciel en $1 \frac{1}{305}$ jour, il ajoute que, *si même l'ouverture de ce cône était considérable, il n'en résulterait encore pour les latitudes que des variations périodiques d'environ dix mois.* Et c'est en cela que consiste sa méprise. Car l'axe de rotation décrivant ce cône dans le ciel en un jour environ, les latitudes varieront pendant chacune de ces périodes consécutives presque diurnes, tout autant qu'elles varient, en vertu de la même nutation, pendant la période entière de trois cent cinq jours.... »

Il résulte de ce passage que M. Folie a méconnu complètement la fixité, dans l'espace, de l'axe instantané, sur laquelle nous avons appelé plus haut l'attention. Pour lui, cet axe décrit dans le ciel, en un jour, un cône dont l'ouverture est égale à celle du cône décrit en 305 jours dans l'intérieur de la Terre. La citation d'Oppolzer, que M. Folie a soulignée, est absolument exacte; la méprise doit rester au compte de M. Folie. Quelle peut en être l'origine? C'est que M. Folie a considéré les quantités θ et ψ comme se rapportant à la position de l'axe instantané, tandis qu'elles font connaître la direction de l'axe OC; c'est ce que l'on voit en se reportant à la théorie du mouvement de rotation de la Terre, où ψ et θ déterminent

position des axes principaux d'inertie par rapport à trois axes . Les nutations calculées par Laplace, Poisson, etc., sont donc s de l'axe principal OC; c'est ce dernier qui décrit dans le ciel, n jour, le petit cône dont l'ouverture est $0''{,}08$. Lorsqu'on veut iquer les formules directement au problème de la variation attitudes, il faut tout rapporter au système d'axes qui tournent la Terre, et considérer la nutation de l'axe OC par rapport à ile qui est fixe dans le ciel. C'est ce qu'a fait M. Radau, pour er par le plus court chemin à la formule (2) de Peters et de in.

orsqu'on veut, au contraire, tout rapporter à l'axe instantané, ut commencer par en calculer la nutation, que les formules naires ne donnent pas, et alors, on trouve qu'elle est nulle; ce que montre un calcul facile (1).

ans la Note ci-dessus (p. 273), M. Folie s'occupe de la déter- ation de la latitude au moyen d'une distance zénithale méri- ne z , d'une étoile de distance polaire connue P , ou même e distance zénithale prise en dehors du méridien.

n ne peut s'empêcher de trouver ce procédé illusoire au point

$\Delta\psi = \psi - \psi_0$ et $\Delta\theta = \theta - \theta_0$ font connaître le changement de position de l'axe ans l'espace, à partir d'une position initiale OC_0 . La position du pôle de rota- , rapportée aux axes principaux d'inertie, dépend de $\frac{d\psi}{dt}$ et de $\frac{d\theta}{dt}$. M. Radau uvé

$$\sin\theta \Delta\psi - \frac{d\theta}{n dt} \quad \text{et} \quad \Delta\theta + \frac{\sin\theta d\psi}{n dt}$$

les expressions des coordonnées du point I par rapport à deux axes rectan- res situés dans le plan tangent à la sphère céleste au point C_0 . Or on a

$$-\frac{d\theta}{n dt} = \gamma \cos\left(\frac{C}{A} nt + \beta\right), \quad \sin\theta \frac{d\psi}{dt} = \gamma \sin\left(\frac{C}{A} nt + \beta\right),$$

$$\Delta\theta = -\frac{A}{C} \gamma \sin\left(\frac{C}{A} nt + \beta\right), \quad \sin\theta \Delta\psi = -\frac{A}{C} \gamma \cos\left(\frac{C}{A} nt + \beta\right);$$

pressions (3) donnent ainsi, pour les composantes du déplacement du point I, ortées à deux axes fixes,

$$\frac{C-A}{C} \gamma \cos\left(\frac{C}{A} nt + \beta\right), \quad \frac{C-A}{C} \gamma \sin\left(\frac{C}{A} nt + \beta\right),$$

tités insensibles à cause du petit facteur $\frac{C-A}{C}$ qui est venu multiplier γ .

de vue du but poursuivi, la très petite correction dont le maximum est environ $0'',08$. Les distances polaires des étoiles fondamentales ne sont pas connues avec assez de précision pour qu'on en puisse déduire une quantité aussi faible.

Mais il y a plus : même en admettant que P soit connu exactement, les conclusions de M. Folie sont inadmissibles. On a en effet, d'après les formules (1), en supposant qu'il s'agisse d'un passage supérieur au méridien,

$$(4) \quad 90^\circ - \Phi = P + z;$$

on mesure z ; on tire P des Catalogues, et l'on en déduit la latitude astronomique Φ . Lors donc que M. Folie dit :

« Or, lorsque la latitude se déduit de l'observation d'une étoile, ne faut-il pas connaître la position apparente de cette étoile, et, pour cela, ajouter à la position apparente, telle que les astronomes la calculent en négligeant la nutation initiale, les quantités précédentes $\Delta\delta$ et $\Delta\alpha$? »

on peut répondre : non. Dans la formule (4), P se rapporte à la position de l'axe OI dans l'espace, laquelle n'est pas affectée (sensiblement) par la nutation initiale. Il n'y a donc pas de correction à apporter à la quantité P calculée par les astronomes à l'aide de formules de réduction où la nutation initiale a été supposée nulle. On voit que c'est toujours l'idée du déplacement dans l'espace, en vertu de la nutation initiale, de l'axe OI qui conduit l'auteur à une conséquence inexacte.

On n'aura donc pas, comme le trouve M. Folie,

$$\Phi - \Phi_0 = 2\gamma \cos(\lambda t + \beta),$$

mais

$$\Phi - \Phi_0 = \gamma \cos(\lambda t + \beta).$$

C'est cette dernière formule qu'ont employée, avec raison, Peters, Nyrén et Downing. Il n'y a donc pas lieu, comme le voudrait M. Folie, de réduire à $0'',04$ le coefficient $0'',08$ de la nutation initiale.

III. M. Radau a montré (p. 171 de ce Volume) que, pour avoir un coefficient de la nutation diurne égal seulement à $0'',05$, il faudrait supposer la valeur inadmissible $\frac{B-\gamma}{C} = 0,087$ (M. Fo

rait trouvé une valeur *dix* fois plus petite, 0,0088), et qu'en acceptant le coefficient 0",15, définitivement adopté par M. Folie, faudrait supposer $\frac{B-A}{C} = 0,26$; il n'a rien répondu à cette objection capitale qui montre que le coefficient de la nutation diurne doit être insensible.

Quant à l'objection présentée par M. Radau contre les calculs de M. Niesten, M. Folie se borne à dire qu'il n'a pas encore eu le loisir de publier les formules communiquées par lui à M. Niesten. Nous devons en conclure pour le moins que la preuve correspondante, apportée par M. Folie à sa théorie, fait défaut jusqu'à nouvel ordre. Il convient cependant de rappeler à M. Folie qu'en publiant (*J. N.*, n° 2768) les résultats de M. Niesten, il a donné aussi les formules employées, puisqu'il dit expressément que M. Niesten fait usage de ces formules. Au surplus, M. Radau s'est assuré que, même en acceptant un coefficient de 0",15, il était impossible d'obtenir des corrections de l'ordre de grandeur des écarts constatés par Argelander.

Quant à la méthode fondée sur l'observation des azimuts de récompolaires, elle consiste à déterminer, par deux azimuts, quatre données : deux distances polaires et deux ascensions droites; M. Folie les réduit à trois, en disant (*Annuaire*, p. 305) : « Des deux observations en azimut, on conclut l'ascension droite moyenne

l'étoile en supposant que sa déclinaison n'a pas varié.... Connaissant cette ascension droite moyenne, chacune des observations permet de calculer la déclinaison ». M. Radau, dans l'exemple qu'il a traité, a donné les résultats pour $\Delta z = 1^h$ pour faciliter l'interpolation; mais il suffit de constater qu'en prenant, tour à tour, $\Delta z = 0$ et $\Delta z = \pm 40^\circ$, on obtient des valeurs de p qui ne diffèrent que de 0",19, et des valeurs de α_0 qui ne diffèrent que

de 6",7, pour comprendre que les inconnues p et α_0 restent indéterminées, si la nutation diurne peut faire varier α de 40° . M. Folie cite d'ailleurs (*Annuaire* pour 1890, p. 305) que M. Niesten n'a observé que les observations d'azimuts qui remplissaient certaines conditions, en écartant toutes les autres.

M. Folie paraît d'ailleurs avoir compris, bien qu'il ne l'ait pas connu, la force de l'objection qui lui avait été faite; car, dans sa note actuelle (voir p. 277), il ne prétend plus déterminer à la fois

$\Delta\alpha$ et $\Delta\delta$, mais seulement trouver une relation entre ces deux quantités; cette relation est encore illusoire, comme nous allons le montrer.

En supposant que la première observation ait été faite dans le méridien, l'auteur arrive à l'équation

$$(5) \quad \text{tang}(\delta + \Delta\delta) \cos \Phi = \sin \Phi \cos(t - \Delta\alpha) + \sin(t - \Delta\alpha) \cot A,$$

où δ désigne la déclinaison lors de la première observation, $\Delta\alpha$ et $\Delta\delta$ les accroissements des coordonnées dans le temps t , Φ , t et A des quantités connues. Cette équation contient les deux inconnues $\Delta\alpha$ et $\delta + \Delta\delta$. Il est impossible de déterminer séparément δ et $\Delta\delta$; on peut faire

$$\delta = \delta_0 + \Delta_1 \delta, \quad \text{d'où} \quad \delta + \Delta\delta = \delta_0 + (\Delta\delta + \Delta_1 \delta),$$

et se donner arbitrairement δ_0 , pourvu que $\Delta_1 \delta$ soit de l'ordre de $\Delta\delta$; on aura ainsi remplacé la correction $\Delta\delta$, provenant de réductions connues et de la nutation diurne, par une autre $\Delta\delta + \Delta_1 \delta$ qui est arbitraire.

Veut-on plus de clarté encore? En négligeant le second ordre, et désignant par α , c et k des quantités connues, l'équation (5) peut s'écrire

$$\text{tang} \delta - k + \alpha \Delta\delta + c \Delta\alpha = 0.$$

M. Folie prend, pour déterminer δ , la relation

$$\text{tang} \delta - k = 0,$$

et il dit, ce qui est vrai, que cette valeur de δ ne diffère de la véritable que d'une quantité de l'ordre de $\Delta\alpha$ et $\Delta\delta$. Mais il pourrait prendre avec autant, ou plutôt avec aussi peu de raison,

$$\text{tang} \delta - k' = 0,$$

pourvu que $k' - k$ soit de l'ordre de $\Delta\alpha$ et $\Delta\delta$. Alors, au lieu d'obtenir la condition

$$\alpha \Delta\delta + c \Delta\alpha = 0,$$

il trouverait la suivante

$$k' - k + \alpha \Delta\delta + c \Delta\alpha = 0,$$

qui est arbitraire.

Nous ne pouvons donc que considérer comme acquises les conclusions de M. Radau et de M. Lehmann-Filhès, c'est que les preuves données par M. Folie en faveur de l'existence de la nutation diurne ne reposent sur rien, et il en est de même des objections

présentées par lui à la façon dont tous les astronomes ont compris jusqu'ici la nutation *initiale*. Dans quelques semaines paraîtra le tome II de notre *Traité de Mécanique céleste*, où nous avons fait tous nos efforts pour élucider ce qui se rapporte à la rotation de la Terre. Nous espérons que le lecteur désireux de connaître les résultats acquis sur ce point pourra consulter notre Ouvrage avec fruit.

SUR LA PROBABILITÉ DES ORBITES HYPERBOLIQUES.

EXTRAIT D'UNE LETTRE DE M. J.-V. SCHIAPARELLI A M. RADAU.

«... Le résumé de la Note de M. Seeliger sur *la probabilité des orbites hyperboliques pour les comètes*, dans le numéro de mai du *Bulletin astronomique*, m'a fait penser qu'il pourrait vous être agréable d'avoir sous les yeux toutes les pièces du petit procès auquel cette question a donné lieu. Je me permets donc de vous envoyer une Note que j'ai publiée en 1874 sur le même problème⁽¹⁾. Vous verrez, par cette Note, que dès cette époque j'avais connu ce qu'il pouvait y avoir d'excessif ou d'inexact dans la pratique du calcul de Laplace, publiée en 1871, et qu'à la même époque (1874) j'étais arrivé à la conclusion que les deux inadvertances commises par Laplace dans ce calcul ne portent que sur la perfection mathématique de la solution, sans changer réellement beaucoup à la valeur pratique de la conclusion finale, tirée par le grand géomètre.

» Cette manière de voir la question, qui est au fond identique à celle de M. Seeliger, n'est pas nouvelle, ainsi que je l'apprends en consultant le tome VI des *Œuvres* de Gauss, publié quelques mois après l'impression de ma Note. On y trouve (p. 581-582) la reproduction d'un article imprimé dans les *Göttingische Gelehrte Anzeigen* de 1815, où le grand mathématicien arrive aux conclusions tirées indépendamment par moi et M. Seeliger.

» Il est donc indubitable que Laplace a déduit des conclusions peu près justes des suppositions qu'il avait adoptées. De ces suppositions, l'une (que toutes les directions soient également

⁽¹⁾ *Sul calcolo di Laplace, intorno alla probabilità delle orbite cometarie iperboliche* (*Rendiconti del R. Istituto lombardo*, série II, vol. VII; 1874).

probables et toutes les vitesses également probables depuis zéro jusqu'à une certaine limite) est arbitraire, et pourrait être contestée pour ce qui regarde les vitesses; l'autre (que le système solaire n'ait aucun mouvement sensible par rapport au système général des étoiles) a été démentie par les recherches postérieures.

» J'ai eu la curiosité de faire l'analyse du problème en conservant seulement la première supposition de Laplace. Mais j'ai supposé de plus que le Soleil soit animé d'une vitesse propre u , suivant une direction quelconque. Alors, pour toutes les comètes qui approchent du Soleil à une distance moindre qu'une certaine limite fixe

» 1° Les hyperboles seront la forme plus fréquente des orbites elles seront d'autant plus prédominantes, que la valeur de u sera plus grande.

» 2° Les hyperboles dont l'axe (en adoptant pour unité de distance le demi grand axe de l'orbite terrestre, et pour unité de vitesse la vitesse du mouvement circulaire de rayon 1 autour du Soleil) est numériquement exprimé par $-\frac{1}{u^2}$, seront plus probables que toutes les autres formes; elles donnent, pour ainsi dire, la forme typique ou la forme moyenne des orbites.

» 3° Les asymptotes de la branche descendante de ces hyperboles ne seront pas uniformément distribuées autour du Soleil; il y aura, dans la direction de l'apex du mouvement solaire, un maximum de fréquence d'autant plus prononcé que la vitesse u sera plus considérable.

» Ce sont là les conséquences du calcul de Laplace, rectifié par l'introduction du mouvement propre du Soleil. Mais ce n'est, après tout, qu'un calcul de probabilités, qui est capable de nous réserver des surprises, comme vous l'avez dit. C'est pour éviter de semblables surprises que, dans la Note VII de mon Livre sur les *Étoiles filantes*, j'ai considéré le problème, non comme un problème de *distribution probable*, mais comme un problème de *limites*. Ce procédé ne conduit pas à une évaluation numérique de la probabilité relative des orbites de différente forme, mais il a l'avantage d'éclairer l'esprit sur la vraie nature de la question et sur le degré de certitude que sa solution comporte, en séparant rigoureusement ce qui est certain de ce qu'il faut supposer par conjecture... -

www.libtooinc.com
SUR L'ÉTUDE DES SPECTRES STELLAIRES

FAITE AUX OBSERVATOIRES DE HASTINGS ET DE CAMBRIDGE (E. U.) (1);

PAR M^{lle} D. KLUMPKE.

Le 29 mai 1872, le Dr H. Draper obtint, à son observatoire de Hastings, ses deux premières photographies du spectre de Véga, après des poses de 180 et de 30 secondes. Il n'employa ni fente, ni lentilles : un prisme de quartz était placé en deçà du foyer d'un réflecteur de Cassegrain de 28 pouces, et au foyer de celui-ci se trouvait une plaque au collodion. Comme les photographies n'indiquaient aucune raie spectrale, Draper crut qu'il serait plus avantageux de diminuer le grossissement du réflecteur en employant, au lieu du petit miroir convexe, un miroir plan ; mais les résultats qu'il obtint avec un miroir plan de 16 pouces n'étaient pas sensiblement meilleurs. Il eut alors recours à un miroir concave de 9 pouces d'ouverture et à un spectroscopie muni d'une fente. Celle-ci était placée au foyer du miroir concave et, à la suite, venaient une lentille de microscope de 1 pouce, un prisme à vision directe de Hoffmann, l'oculaire et enfin la plaque sensible ; mais les spectres étaient tellement faibles que Draper recourut de nouveau au prisme de quartz et, le 1^{er} août 1872, il obtint une photographie de Véga présentant 4 raies dont la moins réfrangible était voisine de G. La largeur du spectre était produite par un petit mouvement en déclinaison donné à l'instrument pendant la durée de l'exposition. Mais Draper était loin d'avoir trouvé la forme définitive de l'instrument qui devait lui servir dans ses recherches sur les spectres stellaires.

On le voit, en 1873, faire des expériences nombreuses tour à tour avec un prisme de quartz combiné à une lentille cylindrique ; avec un prisme de flint lourd de 60°, combiné à un prisme de quartz.

En 1875, il obtient différentes photographies à l'aide d'un spec-

(1) Voir *Proceedings of the American Academy*, 1883, p. 231, *Researches upon the photography of planetary and stellar spectra, by the late HENRY DRAPER, MD., LL. D.* Voir aussi *Henry Draper Memorial (Rapports annuels pour 1887, 1888, 1889, 1890)*.

troscopie à vision directe de Browning, composé de 9 prismes et dénué de fente, qu'il adapte successivement au réflecteur de 28 pouces et au réfracteur de 12 pouces.

Le 9 octobre 1876, il emploie, pour la première fois, un spectroscopie stellaire à un prisme de Huggins, muni d'une fente très large. Les 18 et 19 du même mois, à l'aide d'un spectroscopie à vision directe de Browning, il obtient des spectres de Vénus où l'on distingue très nettement toutes les raies entre G et H.

De 1879 à 1882, il obtient de nombreuses photographies des spectres de Véga, d'Arcturus, d'Antarès, d'Altaïr, de la Chèvre, de la comète (b) 1881, de la nébuleuse d'Orion, spectres qu'il compare directement à ceux de la Lune, de Jupiter ou de Mars. Depuis 1879, il avait remplacé les plaques au collodion par les plaques sèches de MM. Wratten et Wainwright.

La mort vint interrompre, en 1882, ces recherches que Draper poursuivait avec tant d'habileté. Grâce à la libéralité de M^{me} Draper, qui avait à cœur d'élever un monument scientifique à la mémoire de son mari, ces études ont pu être reprises, et on les poursuit aujourd'hui, avec la plus grande activité, à Cambridge (Mass.) et à Chosica, dans le Pérou, sous la direction du professeur Pickering. Ces recherches sont relatives à la construction d'un Catalogue des spectres de toutes les belles étoiles jusqu'à la 6^e grandeur, de 0ⁿ à 114ⁿ de distance polaire; à celle d'un autre Catalogue, plus étendu, comprenant les étoiles plus faibles jusqu'à la 8^e grandeur, et enfin à une étude détaillée des spectres des belles étoiles. On s'occupe également, à Cambridge, de la classification des spectres, de la détermination des longueurs d'onde des raies, de la comparaison des spectres stellaires et terrestres, enfin de l'application des résultats des mesures à l'éloignement et au rapprochement des étoiles.

Les observations sont faites avec un objectif de Voigtländer de 8 pouces, avec l'objectif photographique de 11 pouces de Draper et avec le réfracteur de 15 pouces de l'observatoire du Collège de Harvard pourvu d'un spectroscopie à fente. Tout récemment, M^{me} Draper a envoyé à Cambridge un réflecteur de 28 pouces et un miroir de 15 pouces. Ce dernier est l'un des plus parfaits qu'ait construits Draper, et avec lequel il a fait ses photographies de la Lune.

A l'exemple de Fraunhofer, on emploie, pour obtenir des spectres stellaires, un grand prisme placé en avant de l'objectif. Cambridge en possède quatre d'un angle de 15° , dont trois ont une ouverture de près de 11 pouces; le quatrième est un peu plus petit. Ces prismes, qui pèsent plus de 100 livres, sont placés dans une boîte cubique en cuivre de 1 pied de côté. Le spectre stellaire qu'on obtient ainsi est extrêmement étroit; mais, à l'aide d'une pendule auxiliaire qui contrôle électriquement le mouvement d'horlogerie de la lunette, on peut communiquer à celle-ci un mouvement peu différent du mouvement sidéral et obtenir des spectres dont la largeur dépend de la durée de l'exposition et de la marche de la pendule directrice. Pour l'agrandissement des spectres, on se sert d'une lentille cylindrique que l'on place très près de la lentille d'agrandissement, en dirigeant son axe parallèlement à la longueur du spectre. Le cliché, à sa sortie du châssis, est exposé automatiquement, pendant l'intervalle d'une seconde, à une lumière étalon; et, après le développement de l'image, on aperçoit, sur un des bords du cliché, un petit carré foncé dont l'intensité permet de mesurer la sensibilité de la plaque et de constater les défauts dans le développement.

Le cliché à mesurer est ensuite placé sur un support et éclairé, à l'aide de miroirs, par la lumière réfléchie du jour. On lit alors, approximativement, les coordonnées de chaque spectre et l'on en donne une description détaillée; on indique le type auquel il appartient et l'on note la position et l'intensité de toutes les raies nouvelles. A l'aide d'une plaque photographique dont la teinte varie graduellement d'une extrémité à l'autre, on mesure l'intensité photographique de la portion la plus brillante de chaque spectre. Enfin, tout spectre qui présente des variations subites d'intensité devient l'objet de mesures spéciales.

L'identification des spectres se fait, soit par le calcul de leurs coordonnées, soit par la superposition des clichés aux Cartes de la *Durchmusterung* de même échelle que ceux-ci. Les noms des étoiles sont ensuite tirés de la *Photométrie* de Harvard, de l'*Uranometria Argentina* ou de la *Durchmusterung*; puis on réduit les positions des étoiles à 1900. Comme l'intensité photographique d'un spectre donné peut varier avec la sensibilité de la plaque, la transparence de l'air et la marche du mouvement d'horlogerie, on

réduit tous les spectres à un même système en faisant usage de l'échelle de la *Photométrie* de Harvard. Les spectres qu'on rencontre le plus souvent sont ceux du premier type, dans lesquels la raie K est trop faible pour être visible.

La photographie de α Cygne, obtenue le 26 novembre 1886, montre que la raie H du spectre de cette étoile est double et que la différence de longueur d'onde des deux composantes est environ $0^{\text{mm}},0000001$.

Sur une photographie du spectre de σ Baleine, on voit que les raies G et h sont brillantes; il en est de même des quatre raies dans l'ultra-violet qui caractérisent les spectres du premier type. Les raies H et K, au contraire, sont obscures, ce qui semble indiquer que ces raies n'appartiennent pas au groupe précédent.

L'étoile voisine de γ^1 Orion, découverte par M. Gore en 1885, donne un spectre analogue à celui de σ Baleine; on est donc conduit à conclure que cette étoile est une variable de la classe de σ Baleine.

Sur les spectres de Sirius, on remarque, outre les lignes larges bien connues, un grand nombre de lignes faibles.

Les études spectroscopiques de ζ Grande Ourse et de β Cocher sont certainement parmi les plus intéressantes qu'on ait faites à Cambridge; elles sont dues à Miss A.-C. Maury, nièce du Dr Draper (¹).

Le spectre de ζ Grande Ourse a été photographié en 70 soirées et les photographies du 29 mars 1887, du 17 mai 1889 et des 27 et 28 août 1889 indiquent nettement un dédoublement de la raie K. A certaines époques, cette ligne paraît estompée comme si les deux composantes étaient faiblement séparées l'une de l'autre; à d'autres époques, la raie paraît au contraire simple, nettement définie. L'examen de tous les clichés nous porte à croire, dit M. Pickering, que cette raie devient double après une période de 52 jours commençant le 27 mars 1887. Quelques jours avant et après les époques de dédoublement, la raie K devient estompée. Le dédoublement prédit pour le 18 octobre 1889 ne fut vérifié que partiellement. Sur différents clichés, pris à cette époque,

(¹) Ce qui suit est la traduction d'un Mémoire de M. Pickering, publié dans l'*American Journal of Science*, janvier 1890.

cette raie paraît estompée, faiblement élargie, mais elle ne se dédouble pas nettement. Il est bon d'ajouter ici que l'étoile était alors basse et qu'on ne pouvait employer que trois prismes. Des dédoublements prédits pour le 9 décembre 1889 et le 30 janvier 1890, le premier a été confirmé le 8 décembre par trois photographies. Les raies de l'hydrogène du spectre de ζ Grande Ourse sont tellement larges qu'il est difficile de décider si elles se dédoublent aussi ou non. Quoi qu'il en soit, elles paraissent plus larges lorsque K est double, que lorsque cette raie est simple. Les autres raies du spectre de cette étoile sont beaucoup plus faibles; elles se distinguent nettement quand K est bien définie, mais il n'en est plus ainsi lorsque K est estompée. Parmi ces raies, il y en a certainement qui deviennent doubles en même temps que la raie K. Les mesures effectuées sur ces clichés donnent une séparation de 0,246 millièmes de millimètre pour la raie $\lambda = 448,1$, alors que la séparation de la raie K pour laquelle $\lambda = 393,7$ est de 0,199.

L'explication la plus plausible qui ait été proposée jusqu'ici de ce phénomène est que la composante la plus brillante de ζ Grande Ourse serait elle-même double; les deux étoiles qui la composent auraient à peu près le même éclat et seraient trop rapprochées pour qu'on pût les séparer optiquement. La durée de révolution de ce système serait de 104 jours. Lorsque l'une des composantes se rapproche de la Terre, toutes les raies de son spectre sont déplacées vers le violet; toutes les raies du spectre de l'autre composante sont déplacées, au contraire, du côté du rouge, et, si les masses de ces étoiles sont égales, ces déplacements seront égaux et de sens contraires: chaque ligne du spectre sera donc dédoublée. Lorsque les deux composantes sont en conjonction, le mouvement devient perpendiculaire au rayon visuel; les raies, reprenant leur vraie longueur d'onde, reparaissent simples.

Les mesures permettent de se faire une idée des véritables dimensions de ce système. La vitesse relative déduite de la raie K est 151^{km} par seconde; la raie $\lambda = 448,1$ conduit à 164^{km} . Ces valeurs devront sans doute être un peu augmentées, parce que les photographies n'ont pas été faites à l'époque exacte du maximum de vitesse. La vitesse relative du système paraît être voisine de 160^{km} par seconde. Si l'orbite était circulaire et si elle passait par le Soleil, la distance parcourue par l'une des composantes par

rapport à l'autre, supposée immobile, serait de 1448 millions de kilomètres, et la distance des deux composantes serait de 230 millions, c'est-à-dire peu différente de celle de Mars au Soleil; et pour que cette révolution pût s'effectuer en 104 jours, il faudrait que la masse des deux composantes fût égale à environ 40 fois celle du Soleil. En d'autres termes, pour deux étoiles ayant chacune une masse égale à 20 fois celle du Soleil et tournant l'une autour de l'autre à une distance égale à celle de Mars au Soleil, on constaterait un dédoublement périodique des raies du spectre de ces étoiles analogue à celui qu'on vient de décrire.

Si l'orbite était inclinée sur le rayon visuel, les dimensions et les masses correspondantes devraient être augmentées dans un certain rapport. L'ellipticité de l'orbite serait révélée par des variations dans l'écartement des lignes. La distance angulaire des deux composantes de ζ Grande Ourse est probablement trop faible pour qu'on puisse la constater par l'observation directe. L'écartement maximum est peut-être 1,5 fois la parallaxe annuelle de cette étoile. L'orbite des composantes de ζ Grande Ourse paraît être elliptique, tandis que celle de β Cocher semble être circulaire.

Dans le spectre de β Cocher, la composante la plus réfrangible de la raie K semble, en général, être plus intense que l'autre raie, au lieu d'être tantôt plus brillante, tantôt plus faible, comme cela aurait lieu, sans doute, s'il existait une différence réelle dans les spectres des deux composantes. Ce fait est peut-être dû à de petites lignes additionnelles d'une longueur d'onde légèrement inférieure à celle de la raie K. On ne possède pas encore des mesures satisfaisantes de la parallaxe de β Cocher; néanmoins on peut la considérer comme différant peu de celle de α Cocher, laquelle, ainsi que le montre le Dr Elkin, est de $0'',11$. D'après M. Auwers, le mouvement propre de α Cocher serait de $0'',43$ et celui de β Cocher de $0'',07$. Le rapport de la lumière de ces deux étoiles est de 5,7 à 1. Si donc α Cocher était transportée à une distance sextuple de sa distance actuelle, son mouvement propre serait à peu près celui de β Cocher; si, au contraire, on la transportait à 2,4 de sa distance actuelle, les deux étoiles auraient à peu près le même éclat. Il faudrait peut-être augmenter un peu ce rapport 2,4 à cause du plus grand éclat intrinsèque de β Cocher.

es estimations de distances déduites de ces nombres sont, il est vrai, incertaines; mais elles font pressentir, toutefois, que la distance de β Cocher doit être inférieure à $0''{,}05$. Pour une parallaxe de $0''{,}05$, la séparation maxima des composantes serait de $0{,}4$. Or la séparation maxima des lignes du spectre de β Cocher est environ de $20''$. On peut donc dire que, dans le cas contraire, le spectroscopie donne un angle de séparation 5000 fois plus grand que celui qu'on observerait sans le secours du prisme. Si, comme les étoiles doubles, il s'en trouvait qui eussent une de leurs composantes paraissant décrire en quatre jours une orbite de la dimension du disque de Jupiter, nous considérerions ce fait comme remarquable. Or les études faites au Collège de Harvard montrent que les composantes des raies du spectre possèdent un mouvement apparent de cet ordre.

Jusqu'à ce jour, on ne connaissait aucune étoile double dont la période fût inférieure à quelques années. La nouvelle classe d'étoiles doubles que la Photographie vient de nous révéler, montre qu'il existe des systèmes analogues à ceux que présentent les corps obscurs circulant, en un intervalle de quelques jours, autour des étoiles variables de la classe d'Algol. Un milieu résistant, même très ténu, suffirait, semble-t-il, à convertir rapidement en chaleur l'énergie de ces corps, qui doivent être animés d'une vitesse considérable. Mais il paraît probable que ce milieu, s'il existe, circule avec les étoiles et ne produit ainsi que des effets très petits. Les observations faites, en effet, depuis plus de 2000 ans par Ptolémée, Sufi, W. et J. Herschel, par M. Pickering et tant d'autres, montrent que ni β Cocher, ni ζ Grande Ourse n'ont éprouvé des variations d'éclat.

Ajoutons, en terminant, que ces recherches sur les spectres stellaires, commencées par le Dr Draper et continuées avec un si grand succès par le professeur Pickering, se poursuivent depuis quelque temps à l'observatoire de Paris. A l'aide d'un prisme de 45° et de 12^{cm} de côté, MM. Henry ont obtenu d'excellentes photographies des spectres d'Arcturus, de Véga, d'Altaïr, de l'Épi et de ζ Grande Ourse entre autres, et le développement des raies spectrales de ζ Grande Ourse, observé à Cam-

bridge. ne tardera sans doute pas à être confirmé à Paris. ainsi que semble le faire espérer une photographie du spectre de cette étoile prise le 1^{er} juillet 1890.

OBSERVATIONS DES COMÈTES 1889 I. BROOKS (1890, mars 19) ET DES PLANÈTES

(84) . (107) . (130) . (181) . (238) . (246) . (258) . (259) . (262) .
(283) . (288) . (298) . (291) . (292) . (293) .

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE NICE (équatorial de Gautier, de 0^m,38 d'ouverture);

PAR M. CHARLOIS.

Dates.	T. m. de Nice	$\Delta R.$	$\Delta L.$	N. de c.	Rapp	log f. p.	ϑ app.	log. f. p.
— 1889 I.								
1890	h m s	m s			h m s			
JUN 11.	12.17.17	-3.53,10	-4. 6,3	4	17.49.35,52	2,325 n	96.54. 7,2	0,833 n
12.	12.26.44	-3.45,08	-3.42,9	5	17.48.27,52	3,702	96.53.43,7	0,833 n
13.	12.30.28	-3.37,24	-3.25,4	5	17.47.19,74	2,338	96.53.26,2	0,833 n
14.	12.39.25	-3.29,60	-3. 5,0	6	17.46.11,06	2,691	96.53. 6,6	0,833 n

— Brooks (1890, mars 19).

MARS 23.	16.56.11	-1.08,88	-4.51,7	5	21. 9.56,33	1,582 n	82.50.33,3	0,757 n
26.	16.46.41	-1.36,27	-6.31,4	5	21.10.28,07	1,584 n	81.33.51,1	0,750 n
JUN 10.	9.40.17	+2.28,74	-6.25,8	5	17.59.46,08	1,849 n	25.41.54,6	0,136
11.	9.23.23	-0.58,94	-6.19,0	5	17.49.16,64	1,859 n	25.18.34,8	0,137

(84) .

Mai 17.	11.50.24	-2. 6,50	+5. 6,5	5	15.21.58,61	2,398	135.20.50,1	0,941 n
24.	11.19.49	-1. 0,66	+6.30,5	4	15.13.30,47	2,571	124.53.51,3	0,940 n

(107) .

FÉVR.19.	11. 4. 8	-3.32,24	-0.49,6	4	9.44.24,81	2,888 n	83.30.40,1	0,731 n
24.	10.50.11	+0.44,91	+13. 5,5	5	9.41. 7,52	2,782 n	83. 0.11,3	0,726 n
26.	9.40. 5	-0.29,13	+1. 8,1	5	9.39.53,48	1,235 n	82.48.14,0	0,728 n

(130) .

MARS 26.	11.58.50	-1. 2,10	+3.50,1	5	11.51. 3,16	2,697	71.59. 6,1	0,586 n
----------	----------	----------	---------	---	-------------	-------	------------	---------

Dates. T. m. de Nice. ΔR . $\Delta \varphi$. N. dec. R. app. log f. p. φ app log f. p. ★

(181).

1899.		h	m	s		m	s		h	m	s							
AI 21.	10.55.11	+2.	0,43	+	1.16,3	5	15.20.7,62	$\bar{2},704 n$	81.59.6,4	0,712 n	11							
22.	10.55.51	+1.17,81	+	0.21,5	5	15.19.25,00	$\bar{2},609 n$	81.58.11,5	0,711 n	11								
23.	10.20.53	+0.36,62	—	0.21,9	5	15.18.43,82	$\bar{2},987 n$	81.57.27,9	0,713 n	11								

(226).

ARS 12.	11.4.20	—1.0,23	—	5.3,3	5	12.23.14,39	$\bar{1},339 n$	74.39.34,2	0,646 n	12								
20.	12.14.37	—2.13,82	+	6.35,3	5	12.17.7,86	$\bar{2},234 n$	73.18.28,1	0,605 n	13								
23.	9.44.28	+1.15,69	+	1.10,8	5	12.14.50,08	$\bar{1},426 n$	72.51.22,4	0,636 n	14								

(246).

AI 24.	11.54.27	+1.37,61	—	0.22,0	5	15.49.43,65	$\bar{2},441$	84.3.4,3	0,735 n	15								
29.	10.24.40	+1.3,76	+	9.34,1	5	15.45.52,40	$2,983 n$	83.52.12,2	0,736 n	16								

(258).

AIL 26.	9.3.54	+0.6,48	—	5.57,6	6	13.2.55,89	$\bar{1},265 n$	98.17.50,5	0,841 n	17								
---------	--------	---------	---	--------	---	------------	-----------------	------------	---------	----	--	--	--	--	--	--	--	--

(259).

IV. 24.	10.48.14	—1.59,51	+	2.28,4	5	8.12.24,74	$\bar{1},153 n$	61.36.26,2	0,395 n	18								
25.	9.53.13	—2.50,34	—	1.53,9	5	8.11.33,92	$\bar{1},383 n$	61.32.3,9	0,437 n	18								

(282).

N 12.	13.25.22	—2.37,40	—	6.59,8	5	17.55.52,45	$\bar{1},012$	100.40.22,5	0,854 n	19								
20.	12.36.48	+0.54,02	—	0.37,6	6	17.47.52,47	$\bar{2},934$	100.51.41,7	0,855 n	20								
21.	13.13.39	—0.7,98	+	1.24,5	6	17.46.50,48	$\bar{1},210$	100.53.43,7	0,852 n	20								

(283).

RS 23.	11.54.44	—1.38,26	—	3.1,6	5	13.24.26,96	$\bar{1},215 n$	110.20.5,9	0,895 n	21								
ML 12.	12.3.42	+0.52,12	—	1.55,9	5	13.9.10,88	$\bar{2},577$	109.19.20,3	0,899 n	22								
18.	11.44.3	—1.9,61	+	9.43,9	5	13.4.29,47	$\bar{2},739$	108.53.3,6	0,898 n	23								
19.	10.27.30	—1.52,97	+	5.20,7	5	13.3.46,12	$\bar{2},944 n$	108.48.40,5	0,896 n	23								

(288).

TR. 26.	11.22.39	+2.34,80	+	6.26,0	5	10.15.57,55	$\bar{2},710 n$	74.53.19,1	0,630 n	24								
IL 19.	9.58.13	+0.57,75	—	3.11,1	5	10.0.16,00	$\bar{1},317$	72.56.48,9	0,622 n	25								
20.	9.16.8	+1.23,63	—	0.32,1	5	10.0.41,87	$\bar{1},138$	72.59.27,8	0,609 n	25								
24.	9.44.9	+0.37,05	+	10.20,7	6	10.29.42,32	$\bar{1},538$	75.59.23,5	0,698 n	26								

Dates.	T. m. de Nice.	$\Delta R.$	$\Delta Q.$	N de c	R app	log. f p	Q app	log f
(289).								
1890.	h m s	m s	..	h m s				
MARS 10.	8. 48.29	+1.25,76	+ 5.10,9	4	9. 41.20,53	1,262 n	81. 6. 42,6	0,71
12.	8. 45.38	-1.16,93	+ 1. 3,4	5	9. 40.10,18	1,236 n	80.56.20,8	0,710
20.	10.39.29	-3.30,06	+ 2.21,1	2	9.36. 8. 45	1,032	80.17.37,6	0,698
22.	8. 45.20	-0.16,15	+ 7.13,2	6	9.35.21,86	2,967 n	80. 9 23,3	0,694
23.	7.55. 1	-0.37,74	+ 3. 8,5	5	9.35. 0,26	1,246 n	80. 5.18,6	0,702
26.	8.13.19	-0. 6,16	- 6.13,3	10	9.33.59,04	1,081 n	79.53.15,7	0,695
27.	8.55.52	+0.57,67	- 3.22,9	6	9.33.40,77	2,511 n	79.49.19,5	0,691
AVRIL 12.	8.37.32	-0.25,09	+ 2. 1,4	6	9.31. 47,61	2,753	79. 3.20,3	0,682
13.	8.41.44	+1.23,65	+ 4. 49,1	5	9.31.51,01	2,857	79. 1.22,3	0,683
20.	8.45.36	+2.19,79	- 5.45,7	5	9.32.47,05	1,111	78.50.47,1	0,684
21.	8.36.23	+0. 7,80	+ 6.11,3	8	9.32.59,70	1,075	78.49.44,1	0,686
Mai 8.	10.49.17	-0. 4,65	- 0.20,8	6	9.39.17,63	1,597	78.47.24,4	0,738
13.	10.49. 2	-1.23,69	+ 0.53,8	7	9.42. 0,51	1,611	78.52. 9,9	0,746

(291).

AVRIL 26.	15.23.17	+1. 9,61	- 9.34,0	2	14.19.57,10	1,530	101. 0.42,4	0,832
28.	10.55.53	+2.46,25	- 4. 7,1	5	14.18. 9,14	1,015 n	100.49.37,7	0,858
Mai 15.	9.58.40	-3.41,70	+ 4.24,7	5	14. 3. 1,21	2,758 n	99.27.27,1	0,852
16.	10. 9.17	-4.25,63	+ 0.39,4	4	14. 2.17,29	3,431 n	99.23.41,9	0,853

(292).

AVRIL 26.	14.53.30	-0.18,23	+ 4.54,0	3	14.18.23,50	1,481	100.40.52,5	0,841
28.	10.30.38	-1.16,77	+ 6.21,1	5	14.16.25,03	1,168 n	100.42.19,7	0,850
Mai 15.	11.37.59	-1.50,50	+ 3.30,0	4	13.59. 0,17	1,141	101. 2. 9,6	0,852
16.	9.37.47	-2.39,25	+ 5. 0,9	5	13.58.11,41	2,907 n	101. 3.40,5	0,86

(293).

Mai 20.	14.22. 7	+2.52,97	- 4.17,8	3	16.20.55,17	1,355	112.39. 1,6	0,892
21.	11.31.29	+2. 0,17	- 1.54,7	6	16.20. 2,38	1,009 n	112.41.24,7	0,904
22.	11.27.48	+0.59,66	+ 0.45,5	5	16.19. 1,88	2,998 n	112.44. 5,0	0,908
23.	11.19.50	+1.42,50	- 4.50,7	5	16.18. 1,40	1,024 n	112.46.40,1	0,904
25.	13.18.30	-0.24,78	+ 0.33,2	8	16.15.54,14	1,187	112.52. 4,1	0,904
28.	14. 3.29	+0.53,39	- 0.45,4	5	16.12.48,90	1,421	112.59.27,5	0,891
29.	12.37.34	-0. 4,07	+ 1.31,3	4	16.11.51,45	1,051	113. 1.44,2	0,908
JUIN 5.	9.53.33	+1.50,79	- 6.22,3	5	16. 5. 1,97	1,176 n	113.17.11,1	0,909
9.	11.48.43	-0.59,70	+ 2. 0,0	6	16. 1.11,50	1,088	113.25.33,6	0,911
11.	11. 1.47	-2.45,74	+ 5.53,3	5	15.59.25,48	2,675	113.29.26,9	0,911
12.	11.42.56	-3.40,24	+ 7.52,3	5	15.58.30,98	1,143	113.31.26,0	0,909
17.	11.18.33	-0.20,28	- 2.12,2	4	15.54.24,39	1,139	113.40.52,8	0,909
18.	9.57. 2	-1. 3,73	- 0.28,5	6	15.53.40,94	2,232 n	113.42.36,5	0,911
24.	11. 0.44	-3.30,20	+ 0.48,6	5	15.49.29,76	1,221	113.53.41,7	0,909

Positions des étoiles de comparaison.

Gr.	α moy. 1890,0 h m s	Réd. au j.	δ moy. 1890,0 ° ' "	Réd. au j.	Autorités.
7,5	17.45.40,74	+1,68	96.49.59,2	+1,7	$\frac{1}{3}$ (Schj. 6414 + W ₁ 868 + Lam ₃ 2475).
7,5	"	+1,70	"	+1,6	Id.
7,5	"	+1,71	"	+1,6	Id.
7,5	"	+1,72	"	+1,5	Id.
7,5	21. 7.28,66	-1,21	82.45.29,5	+12,1	$\frac{1}{2}$ (Glasg. 5385 + Arm ₂ 2787).
9	21.13. 5,50	-1,16	81.33. 7,4	+12,3	$\frac{1}{2}$ (Schj. 8612 + 1 obs. Paris).
8	17.57.14,29	+3,05	25.48.16,5	+3,9	Kr. Z. 602, 606.
7	17.48.14,49	+3,21	25.12.12,8	+3,0	$\frac{1}{2}$ (Arg. OE. 17607 + Kr. Z. 601, 602).
8,5	15.24. 3,46	+1,65	125.15.37,7	+5,9	Gould G. C. 21003.
9	15.14.29,45	+1,68	124.47.13,6	+7,2	Gould Vol. VIII, 15 ^b 922.
6,5	9.47.56,33	+0,72	83.31.25,9	+3,8	$\frac{1}{2}$ (Glasg. 2573 + Arm ₂ 1145).
5,5	9.40.21,88	+0,73	82.47. 1,9	+3,9	$\frac{1}{3}$ (Arm ₂ 1129 + Y. 4059 + Br. 4073).
5,5	"	+0,73	"	+4,0	Id.
6,5	11.52. 4,28	+0,98	71.55.11,4	+4,6	$\frac{1}{2}$ (W ₂ 987 + Lal. 22521).
8,8	15.18. 5,79	+1,40	81.57.46,0	+4,1	$\frac{1}{2}$ (W ₁ 291 + Lam ₂ 1709).
8,8	"	+1,40	"	+4,0	Id.
8,8	"	+1,41	"	+3,8	Id.
8	12.24.13,76	+0,86	74.44.31,1	+6,4	Br. 5118.
7,5	12.19.20,73	+0,95	73.11.47,0	+5,8	Rumker 3955.
8	12.13.33,41	+0,98	72.50. 6,2	+5,4	$\frac{1}{3}$ (R. 3903 + W ₂ 241 + 1 obs. P.).
9	15.48. 4,60	+1,44	84. 3.22,1	+4,2	$\frac{1}{2}$ (Lam ₂ 1857 + W ₁ 888).
7	15.44.47,16	+1,48	83.42.34,6	+3,5	Schj. 5605.
6	13. 2.48,36	+1,05	98.23.41,1	+7,0	$\frac{1}{3}$ (Br. 5349 + Arm ₂ 1526 + 2 obs. Paris).
9	8.14.23,67	+0,58	61.33.56,1	+1,7	B. B., t. VI + 28° 1588.
9	"	+0,59	"	+1,7	Id.
9,5	17.58.28,14	+1,71	100.47.21,1	+1,2	$\frac{1}{2}$ (Lam ₃ 2288 + W ₁ 1180).
7,8	17.46.56,63	+1,82	100.52.18,3	+1,0	$\frac{1}{3}$ (Lam ₃ 2244 + W ₁ 900 + R. 6063).
7,8	"	+1,83	"	+0,9	Id.
9	13.26. 4,35	+0,87	110.23. 3,7	+3,8	$\frac{1}{2}$ (Arg. OE. 12929 + 1 obs. Bord.).
6,5	13. 8.17,69	+1,07	109.21. 9,5	+6,7	$\frac{1}{3}$ (Cinc. 2320 + Gould G. C. 18005 + 2 obs. Paris).
9	13. 5.38,00	+1,08	108.43.12,4	+7,3	$\frac{1}{2}$ (Arg. OE. 12701 + 1 obs. Bord.).
9	"	+1,09	"	+7,4	Id.
8	10.13.21,96	+0,79	74.46.49,3	+3,8	W ₂ 228 h. X.
9	9.59.17,81	+0,44	72.59.59,7	+0,3	$\frac{1}{2}$ (W ₂ 1230 + W ₂ 1231).
9	"	+0,43	"	+0,2	Id.
9	10.29. 5,10	+0,17	75.49. 3,8	-1,0	Schj. 3869.
9,3	9.39.54,06	+0,71	81. 1.27,8	+3,9	B. B., t. IV + 9° 2236 (1).

(1) Rapportée à $\frac{1}{2}$ (Arm₂ 1131 + Schj. 3596 + 2 obs. Paris).

★	Gr.	R. moy. 1890.0. h m s	Réd. au j. s	Q ^o moy. 1890.0.	Réd. au j.	Autorités.
28.	7	9.41.26,41	+0,70	80.55.13,5	+ 3,9	$\frac{1}{2}$ (Arm. 1131 + Schj. 2 obs. Paris).
29.	9,3	9.39.37,86	+0,65	80.15.12,8	+ 3,7	B. B., t. VI + 9° 2234.
30.	9	9.35.37,39	+0,62	80. 2. 6,6	+ 3,5	W ₁ 741 h. IX.
30.	9	"	+0,61	"	+ 3,5	Id.
31.	9	9.34. 4,63	+0,57	79.59.25,7	+ 3,3	$\frac{1}{2}$ (R. 2904 + W ₁ 710).
32.	8,8	9.32.42,54	+0,56	79.52.39,2	+ 3,2	B. B., t. IV + 9° 2037.
33.	10	9.32.12,32	+0,38	79. 1.16,5	+ 2,4	An. rapp. à Lal. 18869 (3 obs. Paris).
34.	8,8	9.30.27,00	+0,36	78.56.30,9	+ 2,3	Lal. 18869 (3 obs. Paris).
34.	8,8	"	+0,26	"	+ 1,9	Id.
35.	7,8	9.32.51,64	+0,26	78.43.31,0	+ 1,8	Glasgow 2503.
36.	12	9.39.22,21	+0,07	78.47.43,7	+ 0,7	Anonyme (*).
37.	11	9.43.24,17	+0,03	78.51.15,5	+ 0,6	Anonyme (*).
38.	7	14.18.46,33	+1,16	101.10.10,0	+ 6,4	$\frac{1}{2}$ (Lam. 1545 + W ₁ 29).
39.	9	14.15.21,71	+1,18	100.53.38,4	+ 6,5	$\frac{1}{2}$ (W ₁ 231 + Sant. 163).
40.	7	14. 6.41,68	+1,23	99.22.55,9	+ 6,5	Glasgow 3521.
40.	7	"	+1,24	"	+ 6,5	Id.
41.	9	14.18.40,57	+1,16	100.35.52,0	+ 6,4	$\frac{1}{2}$ (Lam. 1544 + W ₁ 29).
41.	9	"	+1,18	"	+ 6,5	Id.
42.	8	14. 0.49,44	+1,23	100.58.32,8	+ 6,8	$\frac{1}{2}$ (Lam. 1571 + 1 obs. P.).
42.	8	"	+1,23	"	+ 6,8	Id.
43.	11,5	16.18. 0,67	+1,53	112.43.15,2	+ 4,2	Anon. rapp. à $\frac{1}{2}$ (Y. 6763 + OE. 15565-66).
43.	11,5	"	+1,54	"	+ 4,2	Id.
43.	11,5	"	+1,55	"	+ 4,3	Id.
44.	7,5	16.16.17,33	+1,57	112.51.26,5	+ 4,3	$\frac{1}{2}$ (Y. 6763 + Arg. OE. 15565-66).
44.	7,5	"	+1,59	"	+ 4,4	Id.
45.	7,8	16.11.53,88	+1,63	113. 0. 8,2	+ 4,7	$\frac{1}{5}$ (Gould 22093 + Arg. OE. 15565-66).
45.	7,8	"	+1,64	"	+ 4,7	Id.
46.	6	16. 2. 9,49	+1,69	113.23.28,1	+ 5,3	$\frac{1}{2}$ (St. 8773 + G. C. Gould).
46.	6	"	+1,71	"	+ 5,5	Id.
46.	6	"	+1,73	"	+ 5,5	Id.
46.	6	"	+1,73	"	+ 5,6	Id.
47.	8,2	15.54.42,94	+1,73	113.42.58,9	+ 6,1	Rapp. à $\frac{1}{3}$ (Y. 6617 + G. C. 21739 + Arg. OE. 15514).
47.	8,2	15.54.42,94	+1,73	113.42.58,9	+ 6,1	Id.
48.	7,5	15.52.58,32	+1,73	113.52.46,8	+ 6,3	$\frac{1}{2}$ (G. C. Gould 21666 + Arg. OE. 15087-88).

Remarque. — Le 11 juin 1890, la comète 1889 I est une nébulosité très faible, forme circulaire, ayant 20" de diamètre environ. Le noyau gradé de grandeur 13,5 à 14,0.

(*) Rapportée à $\frac{1}{2}$ (R. 2904 + W₁ 710).

(*) Rapportée à $\frac{1}{2}$ (Schj. 3583 + W₁ 810).

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

ENGELHARDT (B. D'). — OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES, 2^e Partie.

Le *Bulletin* a rendu compte (IV, p. 209) d'un premier Volume d'observations publiées par M. le baron d'Engelhardt; cet habile observateur vient d'en publier un second, renfermant la suite de ses observations, faites de 1886 à 1889, avec son équatorial de 12 inches d'ouverture; voici l'indication des divers Chapitres qui composent ce second Volume :

I. *Observations micrométriques de satellites de Saturne*, dans lesquelles les satellites ont été rapportés tantôt les uns aux autres et tantôt au centre de l'anneau.

II. *Observations de comètes* : V 1885; I, II, III, V, VII, VIII et IX 1886; II, III, IV, V 1887; I, III, V 1888; I 1889.

III. *Observations de petites planètes* : (78), (80), (263).

IV. *Sur le mouvement propre soupçonné de deux étoiles de l'amas h 2020 = 4440 Gen. Cat.* — En réalité, ce mouvement propre n'existe pas : on avait été trompé par une erreur dans des mesures antérieures du même amas.

V. *Observations d'étoiles de Bradley.* — Le Catalogue déduit des observations de Bradley renferme 829 étoiles ayant un mouvement propre supérieur à 0'', 1. Sur le conseil de M. O. Struve, M. d'Engelhardt a examiné toutes ces étoiles pour rechercher celles qui ont des compagnons assez voisins et assez brillants (les limites admises sont 3' comme distance maxima et la 10^e grandeur comme éclat le plus faible), qu'il a rapportés à l'étoile principale : en répétant ces mesures dans quelques années, on pourra décider s'il y a ou non un lien physique entre ces étoiles et leurs compagnons.

VI. *Mesures micrométriques d'étoiles doubles écartées de Struve.* — Ces mesures ont été entreprises à la demande de M. O. Struve, pour combler quelques lacunes de la première section du Volume X de Poulkova, dans lequel M. O. Struve doit réunir toutes ses observations de couples écartés.

VII. *Observations d'étoiles de comparaison.* — Ce sont les étoiles auxquelles J. Schmidt, à Athènes, a rapporté la comète 1862 III, étoiles

qui sont faibles et qui, sur la demande du professeur W. Schur, ont été déterminées avec l'équatorial par rapport à d'autres étoiles connues.

VIII. *Observations de nébuleuses et d'amas stellaires.* — Cette section, la plus étendue de ce Volume, renferme les mesures de 204 nébuleuses, rapportées à des étoiles voisines. Les différences d'ascension droite sont enregistrées par un chronographe et les différences de déclinaison sont mesurées par la vis. Les nébuleuses mesurées sont réparties sur tout l'intervalle des vingt-quatre heures d'ascension droite, et en général chacune d'elles a été mesurée plusieurs fois. Pour les nébuleuses mesurées trois fois au moins par rapport à la même étoile, on a calculé l'erreur probable d'une observation, d'après l'accord de chaque détermination individuelle avec la moyenne; et en classant les nébuleuses en cinq groupes, suivant la facilité qu'elles comportent pour les mesures, on a obtenu les résultats suivants :

Groupe.	$\Delta\alpha$.	$\Delta\delta$.
I.....	$\pm 0,035 \text{ séc } \delta$	$\pm 0,29$
II.....	$\pm 0,074 \text{ »}$	$\pm 0,69$
III.....	$\pm 0,131 \text{ »}$	$\pm 1,20$
IV.....	$\pm 0,184 \text{ »}$	$\pm 1,67$
V.....	$\pm 0,241 \text{ »}$	$\pm 2,44$

Enfin, en comparant les mesures de ce Volume avec celles de divers observateurs, M. d'Engelhardt arrive aux différences systématiques suivantes :

	$\Delta\alpha \cos \delta$	$\Delta\delta$.	Nombre de différences.
Schönfeld-Engelhardt.....	$-7,04$	$-0,57$	64
Schultz-Engelhardt.....	$-4,97$	$-1,22$	57
Vogel-Engelhardt.....	$-1,92$	$-2,07$	38
Rümker-Engelhardt.....	$-3,49$	$-2,71$	14
Schmidt-Engelhardt.....	$+0,93$	$-2,37$	22
Engelman-Engelhardt.....	$-1,26$	$+1,31$	23
Auwers-Engelhardt.....	$-3,37$	$-2,93$	13

On trouve dans un Chapitre spécial les positions des étoiles de comparaison, tirées des Catalogues; mais les mêmes étoiles sont observées actuellement par M. Romberg à Poulkova, et par M. le colonel Pome-rantzeff à Taschkent.

On voit par là quelle activité a dû déployer M. d'Engelhardt, pour accumuler si rapidement une telle quantité d'observations, dont la précision est d'ailleurs appréciée depuis longtemps.

G. B.



MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

VALEUR ASYMPTOTIQUE DES COEFFICIENTS DU DÉVELOPPEMENT

$$\frac{x}{\arcsin x} = 1 - A_1(2x)^2 + A_2(2x)^4 - A_3(2x)^6 + \dots$$

UTILISÉS DANS LES QUADRATURES MÉCANIQUES;

PAR M. O. CALLANDREAU.

Nous prenons pour point de départ cette remarque, que, si l'on fait

$$\frac{x}{\log(\sqrt{1+x^2}+x)} = 1 + C_1x^2 + C_2x^4 + C_3x^6 + \dots,$$

on a

$$2^{2n}A_n = C_n;$$

cela résulte de l'identité

$$\arcsin xi = i \log(\sqrt{1+x^2}+x), \quad i = \sqrt{-1}.$$

Cela posé, considérons l'intégrale

$$I = \int_0^1 [(\sqrt{1+x^2}+x)^\alpha + (\sqrt{1+x^2}-x)^\alpha] dx,$$

dont la valeur s'obtient aussitôt

$$I = \frac{\sqrt{1+x^2}+x}{\log(\sqrt{1+x^2}+x)} - \frac{1}{\log(\sqrt{1+x^2}+x)} + \frac{\sqrt{1+x^2}-x}{\log(\sqrt{1+x^2}-x)} - \frac{1}{\log(\sqrt{1+x^2}-x)};$$

on voit que I se réduira à

$$I = \frac{x}{\log(\sqrt{1+x^2}+x)} + \frac{-x}{\log(\sqrt{1+x^2}-x)}$$

ou

$$I = \frac{2x}{\log(\sqrt{1+x^2}+x)};$$

la question est donc ramenée à trouver le coefficient de x^{2n} dans le développement de l'intégrale $\frac{1}{2}I$ suivant les puissances croissantes de x .

Nous supposons que x est une petite fraction.
Pour développer

$$(\sqrt{1+x^2}+x)^2+(\sqrt{1+x^2}-x)^2,$$

suivant les puissances de x , on peut remarquer que si l'on pose

$$x = i \sin \varphi, \quad i = \sqrt{-1},$$

il vient

$$(\sqrt{1+x^2}+x)^2+(\sqrt{1+x^2}-x)^2 = e^{ix\varphi} + e^{-ix\varphi} = 2 \cos x\varphi;$$

comme on a, par une formule connue,

$$\cos x\varphi = 1 - \frac{x \cdot x}{1 \cdot 2} \sin^2 \varphi + \frac{(x+x)(x-x)}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} \sin^4 \varphi - \dots,$$

il en résultera

$$\begin{aligned} & (\sqrt{1+x^2}+x)^2+(\sqrt{1+x^2}-x)^2 \\ &= 2 \left[1 + \frac{x \cdot x}{1 \cdot 2} x^2 + \frac{(x+x)(x-x)}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} x^4 + \dots \right], \end{aligned}$$

et l'on aura

$$C_n = \int_0^1 \frac{(x+2n-2)(x+2n-4)\dots x \cdot x(x-2)\dots(x-2n+2)}{1 \cdot 2 \cdot 3 \dots 2n} dx.$$

La quantité sous le signe $\int$ peut s'écrire

$$\frac{2^{2n-1}}{1 \cdot 2 \cdot 3 \dots 2n} \frac{\Gamma\left(\frac{x}{2}+n\right)}{\Gamma\left(\frac{x}{2}-n+1\right)} x$$

ou

$$\frac{(-1)^{n-1} 2^{2n-1}}{1 \cdot 2 \cdot 3 \dots 2n} \Gamma\left(n+\frac{x}{2}\right) \Gamma\left(n-\frac{x}{2}\right) x \frac{\sin \frac{2\pi}{2}}{\pi},$$

à cause de la relation

$$\Gamma(x)\Gamma(1-x) = \frac{\pi}{\sin x\pi}.$$

On a d'autre part, pour n très grand et β fini,

$$\Gamma(n+\beta) = \sqrt{\pi} e^{-n} n^{n+\beta-\frac{1}{2}} \left\{ 1 + \frac{1}{n} \left[\frac{1}{n} + \beta \frac{(\beta-1)}{2} \right] + \dots \right\};$$

de là on tire

$$\Gamma\left(n + \frac{\alpha}{2}\right) \Gamma\left(n - \frac{\alpha}{2}\right) = 2\pi e^{-2n} n^{2n-3} \left(1 + \frac{\varepsilon}{n}\right),$$

en désignant par ε un nombre fini.

On a de même

$$1.2.3\dots 2n = \Gamma(2n+1) = \sqrt{2\pi} e^{-2n} (2n)^{2n+\frac{1}{2}} \left(1 + \frac{\varepsilon'}{n}\right).$$

La quantité sous le signe $\int$ peut s'écrire, par suite,

$$(-1)^{n-1} 2^{2n-1} \frac{2\pi e^{-2n} n^{2n-1}}{\sqrt{2\pi} e^{-2n} (2n)^{2n+\frac{1}{2}}} \left(1 + \frac{\varepsilon'}{n}\right) \frac{\alpha}{\pi} \sin \frac{\alpha\pi}{2}$$

ou

$$(-1)^{n-1} \frac{\sqrt{2\pi}}{(2n)^{\frac{3}{2}}} \frac{\alpha}{\pi} \sin \alpha \frac{\pi}{2} \left(1 + \frac{\varepsilon'}{n}\right).$$

Comme

$$\int_0^1 \alpha \sin \alpha \frac{\pi}{2} dx = \left(\frac{2}{\pi}\right)^2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} x \sin x dx = \left(\frac{2}{\pi}\right)^2;$$

il vient pour la valeur asymptotique de C_n

$$C_n = (-1)^{n-1} \sqrt{\frac{4}{\pi^3 n^3}} = (-1)^{n-1} \frac{2}{\pi^2 n} \frac{1}{\sqrt{\pi n}},$$

et pour la valeur asymptotique de A_n

$$A_n = (-1)^{n-1} \frac{1}{2^{2n-1}} \frac{1}{\pi^2 n} \frac{1}{\sqrt{\pi n}}.$$

On trouve par le calcul direct (GAUSS, *Werke*, t. III, p. 330)

$$A_1 = +\frac{1}{24}, \quad A_2 = -\frac{17}{5760}, \quad A_3 = +\frac{367}{967680},$$

$$A_4 = -\frac{27859}{464486400}, \quad A_5 = +\frac{1295803}{122624409600}, \quad \dots$$

L'erreur relative de l'expression asymptotique n'est que de 0,06 environ lorsqu'on fait $n = 5$ seulement.

L'intérêt du résultat, qui pouvait être prévu, d'après ce qui m'a été communiqué par M. Hamy, au moyen des méthodes générales

de M. Darboux (*Journal de Mathématiques* de M. Resal, 1878), réside dans sa simplicité. L'analyse précédente permettrait de développer A_n suivant les puissances de $\frac{1}{n}$ et aussi d'apprécier l'erreur commise; mais ici cela n'offre guère d'intérêt.

Citons quelques Mémoires et Ouvrages qui pourront être utilement consultés :

Lagrange. — Œuvres, t. III, Nouvelle espèce de calcul relatif à la différentiation et à l'intégration.

Gauss. — Werke, t. III., loc. cit.

Encke. — Astronomische Abhandlungen, passim.

Tisserand. — Comptes rendus, 1870.

Oppolzer. — Lehrbuch der Bahnbestimmung..., t. II.

OBSERVATIONS DES COMÈTES 1889 II, 1889 V ET DE LA PLANÈTE (107),

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE PARIS (équatorial de la tour de l'Est);

PAR M^{lle} D. KLUMPKÉ.

Dates.	T. m. de Paris.	ΔR .	$\Delta(Q)$.	N. de c.	R app.	log f. p.	(Q) app.	log f
1889 II.								
1889.	h m s	m s			h m s			
OCT. 23.	12.19. 5	+0.19,20	-10.31,7	6:3	1.57.32,27	2,740	-13.50.53,5	0,8
28.	11.56.58	+1.10.53	+0.29,3	18:6	1.38.49,43	2,938	-15. 2.22,3	0,5
30.	10.56.45	-0.40,71	+3.48,0	8:8	"	3,551	"	0,1

1889 V.

SEPT. 17.	10.46.44	+0.31,04	-1. 2,3	4:4	"	1,155	n	0,
18.	11.18.22	+0. 9,50	+2.51,8	6:6	23.55.31,64	2,886	n	-5.29.26,0 0,
26.	11.20.20	+0.51,59	+2.14,7	18:12	23.50.20,30	3,950	n	-5.14.39,1 0,
OCT. 3.	12. 3. 8	+0.11,67	+2.30,9	5:4	"	1,063	"	0,
31.	11.36. 6	+0. 5,70	-0.44,1	6:6	"	1,393	"	0,
NOV. 23.	7.25.44	-0.37,83	+0.53,7	7:1	23.53.43,65	2,420	n	+0.29.24,6 0,

Notes. T. m. de Paris. ΔR . ΔD . N. de c. R app. log f. p. (D app. log f. p. *

Compagnon principal de la ψ Brooks.

1889.	h	m	s	m	s	h	m	s	h	m	s	h	m	s	h	m	s
FT. 17.	11.18.40	+0.18,39	+2.29,6	3:4	»	1.259	n	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
18.	11.57.32	+0.20,95	+2.45,7	4:4	»	23.55.52,59	2,013	n	—	5.26.40,3	0,859	»	»	»	»	»	»
26.	10.30.41	+0.20,68	+2.45,9	4:4	»	23.50.40,98	1,283	n	—	5.11.53,2	0,856	»	»	»	»	»	»

Remarque. — Le Compagnon a été rapporté à la comète par angles de position et distances.

(107) Camilla.

1890.	h	m	s	m	s	h	m	s	h	m	s	h	m	s	h	m	s
IV. 12.	13.20.32	—0.2,61	+5.24,3	6:6	»	1,033	»	0,785	j	»	»	»	»	»	»	»	»
19.	10.20.0	+0.18,13	+0.39,0	12:8	»	1,156	n	»	0,781	k	»	»	»	»	»	»	»
20.	11.45.54	+0.8,38	+3.16,9	9:5	»	3,968	»	0,775	l	»	»	»	»	»	»	»	»

Positions des étoiles de comparaison.

Gr.	R moy. 1889,0-90,0.	Réd. au j.	(D) moy. 1889,0-90,0.	Réd. au j.	Autorités.
.... 9	1.57.10,46	+2,61	—13.40.35,8	+14,0	P. 2564 = 369 B. D. — 13°.
.... 8.0	1.37.36,27	+2,63	—15. 3. 4,9	+13,3	Oelt. $\frac{1}{3}$ (1019+1020+1021).
.... 9.0	1.32.26	+2,63	—15.29. 8	+12,9	B. D. 219 — 15° posit. app.
.... 9.4	23.55.37	+2,40	—5.30. 2	+15,7	B. D. 6098 — 5° posit. app.
.... 8.5	23.55.19,73	+2,41	—5.32.33,6	+15,8	W XXIII, n° 1099.
.... 8	23.49.26,26	+2,45	—5.17. 9,5	+15,7	W XXIII, n° 973.
.... 9.4	23.46. 0	+2,46	—4.58. 6	+15,7	B. D. 6066 — 5° posit. app.
.... 9.9	23.40.57	+2,33	—2.36. 6	+15,1	B. D. 6035 — 2° posit. app.
.... 9	23.54.19,28	+2,20	+0.28.16,2	+14,7	W XXIII, n° 1075.
.... 9.0	9.49. 8	+0,67	+5.43. 3	—3,31	B. D. 2249 + 5° posit. app.
.... 9.5	9.44. 6	+0,72	+6.28. 2	—3,75	B. D. 2217 + 6° posit. app.
.... 9.2	9.43.34	+0,72	+6.32. 4	—3,76	B. D. 2215 + 6° posit. app.

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

STRUVE (HERMANN). — VORLAEUFIGE RESULTATE AUS DEN BEOBACHTUNGEN DER SATURNSTRABANTEN AM 30-ZOLLIGEN REFRACTOR. 2^e Partie (*Astronomische Nachrichten*, n° 2983-2984, 1890).

Nous avons rendu compte (*Bulletin*, VII, p. 19) de la première Communication de M. H. Struve, concernant les résultats provisoires de ses

mesures micrométriques des satellites de Saturne, effectuées avec le réfracteur de 30 pouces de l'observatoire de Poulkova. Cette nouvelle Communication fait connaître des résultats curieux, relatifs à Mimas et à Encelade.

L'orbite de Mimas a une excentricité sensible (0,016) et une inclinaison de $1^{\circ}26'$; le mouvement rétrograde des nœuds, qui est de 1° par jour, est accompagné d'un mouvement direct du péri saturne, à peu près égal (-365° et $+371^{\circ}$ par an). La comparaison des observations de Poulkova et de celles de Washington (1882-1886) conduit d'ailleurs à soupçonner l'existence d'une accélération du moyen mouvement de ce satellite, qui correspond au retard du moyen mouvement de Téthys et qui dépend, sans doute, de la même cause. On remarque, en effet, que l'on a, d'une part :

$$\begin{array}{rcl} \text{Pour Mimas.....} & n = & 381^{\circ},991 \\ \text{Pour Téthys.....} & n_1 = & 190^{\circ},698 \\ \text{D'où} & 2n_1 - n = - & 0^{\circ},595 \text{ par jour,} \end{array}$$

soit $-271^{\circ},3$ par an, et, de l'autre,

$$\begin{array}{rcl} \Delta\theta & = & -365^{\circ} \\ \Delta\theta_1 & = & -72^{\circ} \\ \hline \Delta(\theta + \theta_1) & = & -437^{\circ} \end{array}$$

ou approximativement $\Delta(\theta + \theta_1) = 4n_1 - 2n$, de sorte que l'argument $W = 4l_1 - 2l - (\theta + \theta_1)$ peut donner naissance à une libration, sensible surtout dans les longitudes des deux satellites. La théorie des perturbations conduit d'abord à une équation de la forme

$$\left(\frac{dW}{dt}\right)^2 = 2h^2(\cos W + C),$$

qui montre que l'angle W oscille autour de 0° , entre deux limites plus ou moins rapprochées; on en déduit ensuite les librations δl et δl_1 des deux longitudes. En rapprochant ses propres observations de celles de W. Herschel, Lassell, Marth, Newcomb, Asaph Hall, etc., M. Struve arrive à cette conclusion, que l'amplitude ω de la libration de l'argument W pourrait être d'environ 97° , en prenant la période égale à 68 ans, et $W = 0$ pour l'époque 1866,5. Avec ces données, il trouve que la libration en longitude atteint $\pm 44^{\circ}$ pour Mimas, et $\pm 2^{\circ},4$ pour

Téthys (le rapport des masses $\frac{m}{m_1}$ étant supposé égal à $\frac{1}{15}$). En même temps, on aurait :

Mimas.		Téthys.	
n	381°, 9945	n_1	190°, 69795
$\Delta\theta$	— 365°, 0	$\Delta\theta_1$	— 72°, 3

$$m = \frac{1}{11500000}, \quad m_1 = \frac{1}{767000}.$$

Ces valeurs permettent déjà de représenter les observations d'une manière très satisfaisante.

M. H. Struve donne ensuite les éléments d'Encelade, pour les quatre oppositions observées (1886-1887-1888-1889). Il en résulte que l'orbite a une excentricité à peu près égale à 0,0047, et que le péri saturne avance d'environ 120° par an. Or on trouve :

Pour Dione	$2n_1 = 263^\circ, 0699$
Pour Encelade.....	$n = 262^\circ, 7316$
D'où	$2n_1 - n = 0^\circ, 3383 \text{ par jour,}$

soit 123°, 6 par an.

On en conclut qu'on aura $2n_1 - n = \Delta P$. En faisant des calculs analogues à ceux qui précèdent pour l'argument $V = 2l_1 - l - P$, qui ne diffère pas beaucoup de zéro, M. H. Struve conclut à l'existence d'une faible libration, dont les observations accusent des traces. Il trouve encore, pour la masse de Dione, le nombre $\frac{1}{528000}$.

Nous n'avons pas besoin de faire ressortir l'analogie de ces résultats avec ceux que M. Newcomb et M. Tisserand (1) ont obtenus pour le système formé par Hypérion et Titan.

On conclut, de ce qui précède, que les conjonctions des satellites Encelade et Dione coïncident toujours, à peu près, avec le péri saturne d'Encelade, tandis que celles de Mimas et Téthys oscillent de 45° autour du point qui marque le milieu entre les nœuds ascendants de leurs orbites.

Les masses de Dione et de Téthys, conclues de ces formules, sont sept et onze fois plus faibles que celles qui résulteraient de l'éclat de ces satellites, comparé à celui de Titan; pour Mimas, le résultat est vingt-deux fois plus faible que celui que fournit la photométrie. Il faut donc admettre que, dans le système de Saturne (comme dans celui de

(1) *Bulletin*, t. III, p. 425.

Jupiter), l'éclat intrinsèque des satellites augmente à mesure qu'ils sont plus rapprochés de la planète.

Les nouvelles masses permettent de reprendre le calcul des inégalités séculaires des satellites. En adoptant, pour Rhéa et Encelade, les valeurs hypothétiques

$$\frac{1}{2000000} \quad \text{et} \quad \frac{1}{4000000},$$

M. H. Struve obtient, pour les mouvements des nœuds ou des périasturnes, des nombres qui s'accordent à merveille avec les nombres observés. La constante de l'aplatissement devient

$$\frac{x}{\rho^2} = 0,0258.$$

Mais la masse des anneaux ne paraît exercer aucune influence appréciable sur les mouvements des satellites intérieurs; autrement, l'observation indiquerait des inégalités plus fortes que celles que donnent les formules. On a d'ailleurs vu que l'éclat des satellites s'exagère dans le voisinage de la planète; on dirait que les anneaux sont formés de lumière immatérielle.

M. Struve fait, en terminant, quelques remarques sur les inégalités périodiques du mouvement de Mimas, signalées par M. Baillaud (*Bull.*, I, p. 161), et qui pourraient peut-être s'expliquer par le mouvement des nœuds du satellite. Malheureusement, M. Struve n'a pas encore eu le temps d'utiliser les séries de mesures faites à Toulouse depuis 1876.

R.

SCHEINER (J.). — UNTERSUCHUNGEN UEBER DIE STERNSPECTRA VOM I. TYPUS.
(*Comptes rendus de l'Académie de Berlin*, février 1890.)

Nous avons déjà rendu compte (*Bulletin*, VI, p. 458) d'un premier Mémoire de M. Scheiner, relatif aux résultats fournis par l'examen des photographies de spectres stellaires, obtenues à Potsdam. Dans la Note que nous avons sous les yeux, et qui a été présentée à l'Académie des Sciences de Berlin le 13 février dernier, il donne quelques résultats nouveaux, tout en rectifiant certains détails de sa première Communication.

Il n'est question, dans cette Note, que des étoiles du premier type. Dans les spectres du type Ia, les raies de l'hydrogène se montrent très larges et diffuses, tandis que les autres raies métalliques sont à peine indiquées, à l'exception toutefois des deux raies 448,14 (magnésium) et

447,14 (origine inconnue), qui sont bien visibles. On les rencontre ensemble dans les spectres de β Persée, β et ϵ Orion; dans les autres spectres stellaires, on ne voit jamais qu'une des deux. La raie 447,14 n'a été constatée que dans β Persée et dans les étoiles d'Orion (β , γ , δ , ϵ , ζ); d'après M. Copeland, elle existerait aussi dans le spectre de la nébuleuse d'Orion, ce qui prouverait que la nébuleuse fait partie du même groupe.

Les raies de l'hydrogène, dans certains spectres de cette classe, ne paraissent pas absolument noires vers le milieu; elles sont estompées, faiblement lumineuses, et marquent la transition au type Ic, où elles deviennent brillantes, comme la raie D₃. Ce phénomène s'expliquerait par la présence d'une vaste atmosphère d'hydrogène. L'apparence du spectre de γ Cassiopée (Ic) s'accorde aussi avec cette explication.

Dans les spectres du type Ib, toutes les raies sont très nettes, malgré leur largeur, ce qui a lieu de surprendre; M. Scheiner s'efforce d'en trouver la raison physique. C'est dans cette classe qu'il faut ranger le spectre de α Cygne. Les intensités des lignes métalliques sont ici tout autres que dans le spectre solaire.

R.

KIÆR (H.-I.). — STUDIER OVER ÅRSAGERNE TIL KOMETERNES HALEDANNELSE (Thèse de Doctorat). Christiania, 1890; gr. in-4°, 90 pages et 4 planches.

Ces *Études sur les causes de la formation des queues cométaires* comprennent d'abord une partie historique, où l'auteur expose les idées de Robert Hooke, Kepler, Newton, Euler, Laplace, Heinsius, etc., puis celle de Bessel, Olbers, Lehmann, Roche, Faye, Zöllner, Lockyer, pour ne citer que les noms les plus importants.

Il discute ensuite quelques-unes de ces théories, en premier lieu la théorie électrique des phénomènes cométaires, qui a été développée surtout par Zöllner. Elle se heurte, d'après M. Kiær, à des difficultés sérieuses. On ne comprend pas, d'une part, pourquoi la surface du Soleil et la nébulosité cométaire seraient toujours chargées d'électricité de même signe (hypothèse d'ailleurs inconciliable avec les décharges discontinues, observées par MM. Hasselberg et Vogel); les données numériques de Zöllner conduisent, d'autre part, à une quantité d'électricité inadmissible. Quant à la conception d'une force répulsive des rayons solaires, M. Kiær la traite d'hypothèse gratuite.

Heinsius d'abord, d'autres ensuite, ont essayé de rendre compte des phénomènes cométaires, sans recourir à l'hypothèse d'une force répul-

sive. A son tour, M. Kiær développe ce qu'il appelle la *théorie thermodynamique des queues cométaires*. Il suppose que le Soleil agit simplement par son attraction ordinaire, et que la formation des queues est due à une grande vitesse initiale, imprimée aux molécules, dans la direction opposée au Soleil, par une pression particulière qui existe dans l'atmosphère des comètes. La présence d'une certaine matière peu lumineuse et relativement lourde, qui, d'après quelques observateurs, entoure la tête et s'étend quelquefois à des distances considérables, joue un rôle dans cette explication : elle forme une sorte de barrière du côté du Soleil, et chasse les gaz plus légers dans la direction opposée. M. Kiær, ayant soumis cette hypothèse au calcul, est arrivé à représenter la forme des queues d'une manière assez satisfaisante pour qu'il lui semble permis d'affirmer que la force répulsive n'est pas nécessaire à l'explication des phénomènes. Il applique sa théorie à un certain nombre de cas particuliers (comètes 1887, I; 1874, c; 1860, III; 1882, II).

R.

FERREL (WILLIAM). — A POPULAR TREATISE ON THE WINDS; *comprising the general motions of the atmosphere monsoons, cyclones, tornadoes, water-spouts, hailstorms, etc.* Londres, 1890, Macmillan; 1 vol. in-8°, 505 pages.

M. William Ferrel est un des rares géomètres qui aient tenté de soumettre à l'analyse les lois de la circulation atmosphérique. Après avoir traité le sujet sous une forme assez élémentaire dans un premier Mémoire (*Essai sur les vents et les courants océaniques*), qui parut en 1856 dans le *Nashville Journal of Medicine and Surgery*, il le reprit, deux ans plus tard, en y appliquant toutes les ressources de l'Analyse mathématique, dans son Mémoire *Sur le mouvement des fluides et des solides par rapport à la surface de la Terre*, qui fut inséré dans le *Runkle's mathematical Monthly* (1858). Ces deux Mémoires ont été rendus plus accessibles au public par le *Signal Service* des États-Unis, qui les a réédités dans ses *Professional Papers* (nos VIII et XII). De 1875 à 1885, M. Ferrel, en sa qualité d'assistant du *Signal Service*, a encore fait paraître une série de recherches d'une nature analogue sous les titres de *Meteorological Researches for the use of the Coast Pilot* et *Recent Advances of Meteorology*. On voit que personne n'était mieux préparé à écrire un *Traité des ouragans*.

Le Volume que nous avons sous les yeux ne contient que très peu de formules : c'est un exposé élémentaire des faits révélés par l'observation. depuis que la Météorologie est une Science, reconnue d'utilité publique

et rentée comme il convient, et des notions théoriques qui se dégagent de ces faits et permettent de les coordonner. Des Tableaux numériques et des figures interviennent souvent pour préciser les faits et pour élucider les théories. Celle des cyclones, tornades, trombes, etc., est fondée sur l'existence des courants *ascendants*, qui résultent de l'état d'équilibre instable de l'air. M. Ferrel fait aussi un grand usage d'un théorème concernant la déviation que la rotation de la Terre imprime aux corps qui se meuvent à sa surface. Son Livre marque une étape dans le développement de la Météorologie nouvelle.

PUBLICATION DER K. STERNWARTE IN KIEL, n° IV; 1890.

Ce fascicule des Publications de l'observatoire de Kiel forme un supplément aux deux volumes des *Zones comprises entre 55° et 65° de déclinaison*, observées par M. Krueger à Helsingfors et à Gotha. On y trouve : 1° les observations faites pour la revision du catalogue, 2° les errata des zones elles-mêmes.

M. Krueger prie les astronomes qui n'auraient pas reçu ce fascicule, et qui désireraient le recevoir, de vouloir bien l'en informer directement.

R.

LA QUESTION DE L'UNIFICATION DES HEURES.

Il a été à peine parlé jusqu'à présent dans le *Bulletin de l'heure universelle*, de l'unification des longitudes et des heures, etc. La publication récente de plusieurs articles intéressants (1) semble indiquer que la question est remise sérieusement à l'étude, sans parti pris systématique et dans le but d'arriver à une entente efficace entre les différentes nations.

La Conférence réunie, en 1884, à Washington, pour discuter l'adoption

(1) PASQUIER (E.), *De l'unification des heures dans le service des chemins de fer* (Bulletin, VI, p. 366).

SCHRAM (R.), *L'état présent de la question de l'heure fondamentale* (The Observatory, avril 1890);

NORDLING (W. DE), *L'unification des heures* (Bulletin de la Société de Géographie, 1890);

CASPARI (E.), *L'unification des longitudes et l'heure universelle* (Revue générale des Sciences pures et appliquées, 15 juin 1890).

d'un premier méridien commun à toutes les nations et d'une heure universelle, se trouva dès l'abord en présence de faits acquis, comme l'explique très bien la brochure de M. de Nordling. « Au printemps de 1883, les directeurs des chemins de fer américains, ne se reconnaissant plus au milieu des 74 heures régulatrices qui se partageaient alors leurs réseaux, se réunirent en Conférence et s'approprièrent le système des fuseaux horaires (consistant à prendre la même heure dans chaque fuseau de 15° environ de largeur, le chiffre des heures variant d'un fuseau à l'autre, mais celui des minutes restant le même), en basant ce système non sur le méridien problématique du détroit de Behring, mais sur le méridien marqué sur leurs Cartes, le méridien palpable et tangible de Greenwich. Ces directeurs étaient pressés. Le système des fuseaux horaires a été mis à exécution le 18 novembre 1883:

» L'année suivante, la Conférence internationale de Washington était à peine réunie, qu'elle reçut une lettre de ces mêmes directeurs de chemins de fer, insinuant à la Conférence qu'elle pouvait bien délibérer sur les intérêts de la Science, mais que, sur les chemins de fer, la réforme de l'heure était faite et que tout changement serait inutile et inopportun. »

M. Janssen, le délégué français, ne se trompait pas en estimant que le côté utilitaire de la question avait été surtout envisagé.

Après l'adoption du méridien de Greenwich, la Conférence s'occupa de la manière de compter les longitudes, puis de l'heure universelle; mais les dernières décisions ne paraissent pas avoir réuni de fortes majorités, et l'on peut dire que l'institution d'un méridien unique, celui de Greenwich, et aussi l'extension du système décimal sont les seules résolutions fermes prises par la Conférence.

On sait que la France avait préconisé l'adoption d'un méridien neutre; mais cette idée ne rallia que fort peu de voix.

Que s'est-il passé depuis 1884? Tandis qu'en Amérique on n'avait pas attendu les résolutions du Congrès pour passer à l'exécution, il n'y eut aucun enthousiasme sur le continent; la question fit seulement l'objet de quelques discussions entre savants, les plus autorisés même renvoyant au ^{xx}e siècle l'idée de l'heure ou du temps universel. M. Oppolzer, de Vienne, soutint, en opposition avec les autres savants, l'introduction du temps universel dans la vie de chaque jour; mais on put voir que c'était chose impossible. Le Dr Schram et le Dr Pasquier, de Louvain, en proposant d'adopter le système américain des fuseaux horaires, paraissent avoir été heureusement inspirés.

« A l'instigation des chemins de fer de l'État hongrois, les directeurs de tous les chemins de fer austro-hongrois demandèrent, à la date du 1^{er} mars 1889, l'autorisation d'adopter l'heure du second fuseau,

horaire, l'heure *baltique*. Le Gouvernement se montra tout à fait favorable au projet : les directeurs austro-hongrois furent invités à poser la question au sein de la vaste union de chemins de fer qui embrassent les 73000^{km} de l'Allemagne, de l'Autriche-Hongrie et de quelques territoires limitrophes, et en cas de l'adoption de l'heure baltique par le *Verein*, le Gouvernement autrichien promit des négociations diplomatiques avec les autres pays compris dans le fuseau baltique (l'Italie, la Suisse et la Serbie). La question a fait encore des progrès dans les derniers mois, et il faut s'attendre à ce que, sous peu de temps, les trains du vaste réseau austro-allemand seront réglés, comme ceux de Suède, sur l'heure baltique, autrement dit sur Greenwich. L'adoption en Europe du système américain des fuseaux ne sera plus qu'une question de temps ». Nous avons reproduit le sentiment de M. de Nordling qui nous paraît traduire exactement les faits.

Nous passerons sous silence les difficultés qui peuvent naître au sujet de la désignation des fuseaux, soit par des lettres, soit par des noms; ce sont questions de détail pour lesquelles il convient de recourir aux brochures mentionnées.

Une dernière question (seulement d'opportunité, si comme il est probable le système des fuseaux tend à prévaloir) a été traitée par M. de Nordling à la fin de sa Conférence. Quelle conduite doit tenir la France qui fait partie du premier fuseau ou du fuseau A, comme l'on voudra? Doit-elle garder le *statu quo*, ou serait-il avantageux pour elle de prendre l'initiative de la formation de ce fuseau, ce qui au fond introduirait un changement insignifiant, puisqu'une heure nationale sera bientôt adoptée? M. de Nordling conseille l'initiative; M. Caspari ne se prononce pas sur le système des fuseaux, mais conseille le *statu quo*. La question vaut bien qu'on prenne un parti.

O. C.

DÉTERMINATIONS DES DIFFÉRENCES DE LONGITUDE ENTRE PARIS ET LEYDE, ENTRE PARIS ET MADRID (*Publications internationales*).

L'observatoire de Leyde et le Service géographique de l'armée française ont procédé, en 1884, à la détermination de la différence de longitude entre les méridiens de Leyde et de Paris.

Cette opération présente un double intérêt. Leyde est un des sommets géodésiques du parallèle de 52°, celui des parallèles de l'Europe dont le développement est le plus considérable et dont le réseau est obligé de venir se souder à la méridienne de Paris pour traverser le pas de Calais

et se prolonger ensuite en Angleterre; c'est en même temps la station la plus septentrionale de la méridienne de Sedan prolongée, l'une des méridiennes du réseau français. La jonction astronomique des observatoires de Leyde et de Paris permet donc d'obtenir un élément de contrôle pour les résultats géodésiques de ces deux chaînes; elle fournira, en même temps, de précieuses vérifications pour les longitudes internationales, dans les polygones qui comprennent Leyde et Paris comme sommets.

Les observations ont été faites par M. H.-G. van de Sande Bakhuyzen, directeur de l'observatoire de Leyde, et M. le lieutenant-colonel Bassot, chef de la section de Géodésie du Service géographique français. La différence de longitude réduite au méridien officiel est

$$8^{\text{m}}35^{\text{s}},213 \text{ (Est)} \pm 0^{\text{s}},016.$$

La recherche des équations personnelles (p. 104-113) indiquerait que l'équation a été différente pour un même observateur, suivant qu'il observait avec l'instrument de Brunner ou celui de Pistor et de Martins.

La détermination de la différence de longitude entre Paris et Madrid, exécutée par MM. Bassot et Estebán se rattache essentiellement aux entreprises que l'Institut géographique et statistique d'Espagne et le Service géographique militaire de France poursuivent en commun, depuis plusieurs années, pour le raccordement de leurs triangulations. Grâce aux rattachements qui ont été opérés, soit du côté des Pyrénées, soit par-dessus la Méditerranée, les réseaux géodésiques de la France, de l'Espagne et de l'Algérie peuvent être considérés maintenant comme formant un faisceau continu. Déjà, par une opération antérieure, la jonction géodésique de l'Espagne avec l'Algérie avait été assurée; il était essentiel que la distance entre les méridiens fondamentaux de Paris et de Madrid, obtenue une première fois, en 1863, par MM. Le Verrier et Aguilar, fût déterminée à nouveau par les procédés plus modernes, pour servir de contrôle aux résultats géodésiques.

La différence de longitude entre les méridiens officiels est de

$$24^{\text{m}}5^{\text{s}},998 \pm 0^{\text{s}},009;$$

MM. Le Verrier et Aguilar avaient trouvé $24^{\text{m}}6^{\text{s}},080$.

La recherche de l'équation personnelle a donné ici des résultats très concordants, grâce sans doute à l'identité des instruments employés. Mais l'équation personnelle résultant de la comparaison des passages des équatoriales notés par chacun des observateurs est-elle l'équation

personnelle vraie? coïncide-t-elle avec ce que trouveraient les deux observateurs déterminant simultanément l'heure d'une même pendule, chacun d'eux opérant d'une façon indépendante, avec l'instrument qui lui est propre, et dans des conditions de précision identiques à celles qui sont réalisées dans les opérations de longitude? Plusieurs expériences de MM. Bassot et Estebán montrent que si les réductions des équatoriales avaient été faites avec les constantes propres à chacun d'eux, pendant la période des déterminations, l'équation personnelle équatoriale se trouverait augmentée de 0^s,04. Il est donc préférable d'éliminer l'équation personnelle, comme il a été fait, en pratiquant l'échange des instruments et des observateurs.

O. C.

DETERMINAZIONE DELLA DIFFERENZA DI LONGITUDINE TRA GLI OSSERVATORII ASTRONOMICI DI MILANO ET DI TORINO, 1890. 60 pages.

La différence de longitude entre l'observatoire de Brera, à Milan, et celui de l'Université, à Turin, a été déterminée télégraphiquement, au printemps de 1885, suivant un programme établi par le professeur G.-V. Schiaparelli. Les observations astronomiques sont dues à M. Michele Rajna, troisième astronome de l'observatoire de Milan, et à M. Francesco Porro, assistant de l'observatoire de Turin, qui s'est occupé en plus de la réduction et de la discussion.

Les instruments, à très peu près semblables, sont conformes au type transportable de Repsold; ils sont accompagnés de chronographes à cylindre de Hipp et de tablettes télégraphiques du modèle d'Oppolzer. Nous signalerons dans la première Partie, consacrée aux observations de Milan, le § 3 sur la *Collimation et la flexion de l'axe horizontal*; M. Rajna avait déjà eu l'occasion de les étudier dans son Mémoire sur l'azimut absolu du mont Palanzone (Milan, 1882). Quoi qu'il en soit des difficultés résultant d'une collimation variable avec la hauteur (*Bulletin*, III, p. 455 et suiv.), les observations, réduites par la formule de Mayer, conduisent à un Tableau de marches de la pendule normale Arnold vraiment remarquable (p. 29).

À Turin, les conditions d'observation ont été moins favorables, par suite du sérieux défaut de stabilité de l'instrument et de la marche capricieuse de la pendule; mais, grâce à toutes les précautions prises, et aux observations supplémentaires effectuées, les deux séries de déterminations de longitude (p. 59) sont d'une concordance très satisfaisante;

elles conduisent à une différence de longitude

$$5^m 58^s, 736 \pm 0^s, 009$$

et à une équation personnelle

$$P - R = + 0^s, 162 \pm 0^s, 009,$$

différant à peine de la valeur déterminée directement

$$P - R = + 0^s, 126 \pm 0^s, 003.$$

D'après ce qui a été dit plus haut, une différence de $0^s, 04$ peut s'expliquer aisément.

Plana et Carlini avaient trouvé $5^m 58^s, 85$ en 1823-1824, au moyen de la méthode des signaux de feu.

OBSERVATOIRE ASTRONOMIQUE, CHRONOMÉTRIQUE ET MÉTÉOROLOGIQUE DE BESANÇON. Deuxième Bulletin chronométrique, 1890.

Dans le premier Bulletin ont été publiés les résultats des années 1885 à 1888. M. Gruy, Directeur, constate que le nombre des dépôts s'est rapidement accru, de 16 en 1885 à près de 350 en 1889. Les épreuves et les calculs chronométriques sont d'ailleurs en tout semblables à ceux de Genève (*Bulletin*, II, p. 347). Félicitons M. Gruy de l'influence si heureuse que l'observatoire de Besançon a prise sur les progrès de la chronométrie bisontine, laquelle tend à se développer en se tournant vers la précision.

PUBBLICAZIONI DELL'OSSERVATORIO ASTRONOMICO DELLA REGIA UNIVERSITÀ DI TORINO, 1889.

Les publications embrassent : un Bulletin météorologique de l'observatoire de l'Université pour 1887 et des observations météorologiques pour 1888 (calculées par le Dr Rizzo); une Note sur la différence de longitude de Milan et Turin, par M. Francesco Porro (*voir* plus haut l'analyse de cette opération); des éphémérides solaires et lunaires, calculées pour 1889 et 1890 par M. Francesco Porro et M. Aschieri, assis-

tant de l'observatoire de Turin; enfin, une Note concernant les nombreuses occultations d'étoiles observées lors de l'éclipse de Lune du 28 janvier 1888.

ABETTI (ANTONIO). — OSSERVAZIONI ASTRONOMICHE FATTE A PADOVA NEL 1889 (Extrait des *Atti del R. Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti*).

Les observations isolées publiées immédiatement dans les *Astronomische Nachrichten* ont parfois besoin de très légères corrections, parce que M. Abetti, qui observe avec le célèbre équatorial de Dembowski, fait usage d'un micromètre à lames et que la connaissance de l'orientation exige des mesures spéciales. Il prend en conséquence le parti de réunir annuellement ses observations réduites d'une manière définitive. Elles embrassent les comètes et petites planètes nouvelles ou qu'il est utile de réobserver : comète 1889 I; comète 1889 II; comète 1889 IV; comète Swift (nov. 16); comète Borrelly (déc. 12); comète 1889 V (série d'observations s'étendant du 9 juillet au 22 décembre, accompagnée des mesures du compagnon C en septembre et octobre); planètes (82), (230) et (588).

O. C.

ANNALES DU BUREAU DES LONGITUDES, t. IV.

Longitude de Bordeaux. — La première Partie de ce Volume renferme les observations faites en 1881 par MM. Rayet et Salats pour déterminer la longitude Paris-Bordeaux. Ces observations, qui ont toujours été enregistrées électriquement, ont été faites à Montsouris avec un cercle méridien portatif de Brünner, et à Bordeaux avec le cercle méridien n° 2 de Rigaud, décrit par Y. Villarceau (*Annales de l'observatoire de Paris*, Mém. IX). Ces instruments n'ont pas été permutés, mais chaque observateur s'est transporté successivement dans les deux stations; les différences d'équation personnelle ont d'ailleurs été déterminées au commencement et à la fin des observations. La différence de longitude des deux instruments a été trouvée égale à

$$11^m 26^s, 126 \pm 0^s, 008,$$

ce qui donne, toutes corrections faites,

$$11^m 26^s, 414 \pm 0^s, 008$$

pour la longitude Ouest du cercle méridien fixe de l'observatoire de Bordeaux par rapport au méridien de Paris.

Détermination des ascensions droites des étoiles de culmination lunaire et de longitude, par M. Læwy. — Depuis 1876, la *Connaissance des Temps* indique, pour les jours où la Lune est observable, deux étoiles voisines de notre satellite, tant en ascension droite qu'en déclinaison. La recherche des positions précises de ces étoiles conduisit M. Læwy à former un Catalogue *provisoire* d'étoiles uniformément réparties dans la région parcourue par la Lune, et qui bientôt fut étendu entre les limites $\pm 30^\circ$ de déclinaison, en vue de servir aussi à la détermination des longitudes. Les positions de ce Catalogue provisoire furent empruntées principalement aux *Annales de l'Observatoire de Paris*; les *Observations* de Greenwich fournirent en outre les coordonnées d'environ 30 étoiles. Ces positions provisoires furent ensuite améliorées au moyen d'observations d'origines diverses, et il résulta de cet ensemble le Catalogue d'*Étoiles de culmination lunaire et de longitude* inséré par M. Læwy dans le tome I des *Annales du Bureau des Longitudes*. Ce Catalogue, complété en diverses parties, a été corrigé à son tour, principalement au moyen d'observations faites à l'observatoire de Paris et à celui de Montsouris : telle est l'origine du Catalogue actuel, qui est basé sur près de 60000 observations modernes. Il renferme 579 étoiles, pour chacune desquelles la première partie donne les ascensions droites *exactes* et les déclinaisons *approchées* pour 1886,0, 1896,0 et 1906,0 ainsi que les variations annuelles; elle donne en outre les mouvements propres en ascension droite et les logarithmes des quantités a , b , c , d .

La seconde Partie, relative à 15 circompolaires, donne pour chacune d'elles et pour chaque année, de 1886 à 1906, les coordonnées exactes et les logarithmes de a , b , c , d , a' , b' , c' , d' ; en outre, des Tables permettent de calculer, pour chacune de ces 15 circompolaires, le terme dépendant de $\sin 2\varpi$ et $\cos 2\varpi$.

Enfin la troisième et dernière Partie donne pour chaque étoile la différence entre l'ascension droite du Catalogue publié en 1876 (*Annales du Bureau des Longitudes*, t. I) et chacune des observations employées pour le corriger et en déduire le Catalogue actuel.

Sur le mouvement elliptique et sur le mouvement troublé d'une planète autour du Soleil, par M. Ossian Bonnet.

Le *Bulletin* donnera ultérieurement une analyse de ce Mémoire.

Reconnaissances magnétiques, par M. Antoine d'Abbadie. — Ce Mémoire donne en détail les observations faites dans le cours d'un voyage magnétique en Orient, en 1884-1885, et dont le *Bulletin* a déjà

parlé (*Bulletin*, V, p. 64). Une introduction très intéressante donne le développement historique des recherches qui ont été faites sur la déclinaison et l'inclinaison de l'aiguille aimantée, sur l'intensité de la force magnétique, sur les perfectionnements apportés aux instruments d'observation; elle donne en outre la description d'une boussole d'inclinaison de voyage, à aiguille très courte (0^m,06 de long), d'une boussole de déclinaison et d'intensité et du théodolite bien connu de M. d'Abbadie, perfectionné par MM. Brünner.

Perrin (Ed.), lieutenant de vaisseau. — Détermination exacte de la latitude et du temps du lieu à l'aide d'observations au sextant par la méthode des hauteurs égales d'étoiles.

Ce travail a été déjà analysé ici (*Bulletin*, VI, p. 124). Nous mentionnerons seulement un diagramme donnant immédiatement la hauteur et l'azimut d'un astre dont on connaît l'angle horaire et la déclinaison : un diagramme du même genre, mais plus étendu, se trouve dans les *Annales de l'Observatoire de Paris* (Observations), 1883.

G. B.

THE ASTRONOMICAL JOURNAL.

N° 206-217.

Searle (Rév. G.-M.). — Méthode pour calculer une orbite au moyen de trois observations complètes.

L'auteur donne une exposition d'ensemble de ses recherches; il est amené à résoudre l'équation suivante, analogue à celle de Gauss,

$$\sin(Y - Y_0) = m \sin^4 Y \quad (\text{ou, dans quelques cas, } m \sin^4 Y \cos^{\frac{3}{2}} 2Y),$$

dans laquelle Y_0 et m sont des constantes qu'on peut obtenir sans beaucoup de peine d'une manière approchée au moyen des observations, et qu'on peut ensuite corriger facilement.

Après un résumé des formules, se trouvent deux applications relatives aux comètes d et f 1889.

Voir aussi le n° 209 de l'*Astr. Journal*.

Beebe (W.) et Phillips (W.). — L'orbite de la comète de Swift,

1880 V, déterminée par la méthode des vecteurs de Gibbs (8 pages).

Le travail dont il s'agit vient d'être publié dans les *Mémoires de l'Académie nationale* (t. IV, p. 81 et suivantes); c'est une application de la méthode de Géométrie analytique à laquelle on a aussi donné le nom de *quaternions* (et quelquefois, avec Bellavitis, celui d'*équipollences*).

Le mouvement entre les trois positions de la comète est exprimé avec un haut degré de précision par une équation de la forme

$$\bar{R} = \bar{A} + \bar{B}\tau + \bar{C}\tau^2 + \bar{D}\tau^3 + \bar{E}\tau^4,$$

où $\bar{R}$ est le vecteur joignant le Soleil à une position de la comète et τ le produit de l'intervalle de temps par la constante k de Gauss; les expressions des coordonnées de la comète sont ainsi développées jusqu'aux quatrièmes puissances du temps, tandis que dans la méthode de Gauss le développement est borné aux termes du second degré.

Oppolzer a poussé l'approximation jusqu'aux termes du troisième degré; il dit de sa solution (*Traité de la détermination des orbites*, traduit par le Dr E. Pasquier, t. I, p. 365-366) « qu'elle paraît un peu plus compliquée (que celle de Gauss); de fait, elle présente l'avantage de permettre d'atteindre un degré plus élevé dans l'approximation ... sans donner lieu à des calculs plus pénibles ».

On pourrait, si l'on voulait, ajoute Oppolzer, « parvenir à un procédé qui tiendrait compte, dès la première approximation, des termes du quatrième ordre; mais la convergence remarquable de la méthode dont nous venons de parler montre qu'il vaut mieux se limiter à la prise en considération des termes du troisième ordre ».

D'après les deux auteurs du travail dont il s'agit, la méthode d'Oppolzer ne convient pas dans le cas particulier de la comète de Swift, et la nouvelle méthode qu'ils proposent est exempte de cette difficulté sans exiger plus de calculs préparatoires que les procédés de Gauss et Oppolzer.

Hagen (Rév. J.-G.). — Observations d'étoiles variables.

L'étoile de Lalande 26980, inscrite comme variable dans l'*Harvard Photometry* sous le n° 2475 (p. 476), n'a pas varié d'éclat de 1884 à 1889.

A signaler des différences notables pour les grandeurs de trois étoiles d'Argelander. Des observations faites en 1886 ont donné les résultats suivants :

			Observ.	
D.M.	55,2587	$7,0 \pm 0,1$	10	D.M. = 8,8
D.M.	44,3368	$7,6 \pm 0,1$	7	D.M. = 7,0
D.M.	41,3402	$7,7 \pm 0,0$	7	D.M. = 8,1

Motoda. — Note sur une équation différentielle.

L'auteur propose d'intégrer l'équation

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + (m^2 - 2\beta \cos t)x = 0,$$

en supposant l'intégrale x développée suivant les puissances de β :

$$x = x_0 + \beta x_1 + \frac{\beta^2}{2} x_2 + \dots;$$

$x_0, x_1, x_2, \dots$ sont des fonctions de m et t à déterminer.

Dawson (W.). — Taches du Soleil en 1887-1889.

Chandler (S.-C.). — Contribution à la connaissance des inégalités dans les périodes des étoiles variables.

M. Chandler constate, comme il a eu l'occasion de le faire plusieurs fois déjà pour d'autres variables, que les observations de R Petit Renard ne sont pas bien représentées par un terme correctif en E^2 , mais s'harmonisent bien avec un terme correctif périodique. Derniers éléments de R Petit Renard :

$$\left(\begin{array}{l} \text{Max. 1865 sept. 18,5} \\ \text{Min. 1865 juill. 14,3} \end{array} \right) + 136^1,93 E + 22^1,0 \sin(4^{\circ},8 E + 72^{\circ}).$$

Yendell (P.-S.). — Quelques observations de maxima d'étoiles variables à longue période.

S Dauphin, R Girafe, R Bouvier, S Grande Ourse, S Hercule.

Parkhurst (H.-M.). — Observations photométriques d'astéroïdes.

L'auteur a poursuivi ses recherches commencées en 1887 (*Bull.*, V, p. 264), en leur donnant plus d'étendue.

On ne peut encore affirmer la variabilité de l'éclat des astéroïdes. Les séries prouvent, au contraire, qu'on peut s'en servir comme termes de comparaison pour mesurer les grandeurs des étoiles télescopiques, après avoir appliqué les corrections relatives à la distance et à la phase.

La correction de phase provenant du défaut d'illumination est toujours petite; mais il y a une correction additionnelle de phase dont la cause est encore inconnue et qui ne peut être négligée. Elle paraît être

proportionnelle à l'angle P (angle à l'astéroïde compris entre le Soleil et la Terre); mais le coefficient de proportionnalité p varie beaucoup d'un astéroïde à l'autre, témoin les nombres de la Table ci-dessous, extraite de celle que M. Parkhurst communique :

N ^o astér.	M.	p .	Δp .
1	3,74	0,043	34
4	3,49	0,018	25
19	7,23	0,10	3

La seconde colonne contient la grandeur type, déduction faite de l'angle de phase, les distances au Soleil et à la Terre étant ramenées à l'unité. La correction additionnelle de phase, dont il a été parlé, est pP , où P est évalué en degrés; cette correction dépasse parfois une grandeur. Δp , dans la dernière colonne, est la somme des variations observées dans P , pendant les trois années 1887-1890.

Farquhar (H.). — Notes sur les ascensions droites de quelques étoiles fondamentales.

A la suite d'une série étendue de déterminations de longitude, en 1888, des corrections systématiques ont été reconnues nécessaires pour un certain nombre d'étoiles du *Berliner Jahrbuch*, et l'auteur, qui fait partie du Bureau du *Coast Survey*, a été chargé d'un travail à ce sujet. Une vingtaine de mouvements propres ont été déterminés à nouveau. (Voir aussi le n^o 213, p. 163, de l'*Astronomical Journal*.)

Yendell (P.-S.). — Maxima et minima d'étoiles variables à courte période, dans le Sagittaire. Observations d'étoiles variables en 1889-1890.

Les premières observations se rapportent à X, W, V et U Sagittaire. M. Yendell communique aussi des observations faites en 1889 sur α Hercule, R Écu, S Sagittaire, T Petit Renard, δ Céphée et U Gémeaux.

Sawyer (E.-F.). — Nouvelle variable à courte période dans la constellation d'Ophiuchus.

La nouvelle variable est le n^o 175 (Ophiuchus) de l'*Uranometria Arg* Éléments provisoires pour le temps moyen de Cambridge :

$$\begin{aligned} \text{Max. 1882 sept. } 3,50 + 17^{\text{h}} 14^{\text{m}} \text{ E; } 6^{\text{m}} 2 < \star < 6^{\text{m}} 95; \\ M - m = 7^{\text{h}} 85. \quad m - M = 9^{\text{h}} 29. \end{aligned}$$

Quimby (A.-W.), Leavenworth (F.-P.). — Observations de taches solaires.

www.libtool.com.cn

Howe (H.-A.). — Une erreur dans l'*Astronomie* de Chauvenet.

La formule $k = \frac{1}{2}(\alpha' - \alpha'') \cos \delta$, au bas de la page 689 du tome I, n'est pas vraie généralement.

Gould (B.-A.). — Examen des erreurs du *Cælum australe stelliferum* de Lacaille.

Dans la pensée, dit le Dr Gould, que la belle série d'observations de Lacaille, qui paraissent être d'une précision remarquable quand on considère ses moyens très limités, peut être encore mieux utilisée pour différentes recherches astronomiques, j'ai été convaincu que c'était bien employer le temps que de le consacrer à la recherche des erreurs de transcription, de manière à faciliter la reproduction des observations réellement faites par lui. La tâche de déterminer la forme et la dimension véritables de ses réticules, aussi bien que leur distance focale dans chaque soirée sera ainsi beaucoup facilitée; et la construction de Tables de réduction plus soignées deviendra possible.

L'important examen du Dr Gould occupe la majeure partie des nos 211, 214 et 217 de l'*Astronomical Journal*. L'illustre auteur de l'*Argentine general Catalogue* avait pensé depuis longtemps à l'utilité de ce travail; mais il n'a pu s'en occuper activement qu'à son retour de Cordoba, les travaux d'observation ne lui ayant pas laissé de loisirs jusque-là.

Pendant un voyage à Paris, en août 1889, le Dr Gould a comparé le Catalogue édité par Baily avec le manuscrit original conservé à l'Observatoire de Paris. L'édition de Baily est conforme à l'original.

Lane Poor (Ch.). — La théorie du télescope zénithal à réflexion. Discussion des observations de γ Dragon (avec figures).

L'auteur, étudiant de l'Université John Hopkins, a entrepris ce travail sur les conseils du professeur Newcomb. Le principal objet du travail est l'étude des corrections systématiques pour les observations faites hors du méridien, pour le non-parallélisme des fils du micromètre, etc.

On sait que les observations faites à Greenwich avec cet instrument, imaginé par Sir George Biddell Airy, et discutées récemment par M. Downing (*Monthly Notices*, 1882), avaient conduit à des résultats inacceptables. L'auteur recherche et explique les raisons de ce fait.

Frost (E.-B.). — Observations de taches solaires.

Hagen (Rév. J.-G.). — Observations d'étoiles variables.

Les observations se rapportent à S Verseau, R et T Baleine, U Monoceros, Algol et R Grand Chien.

Lewis Boss. — Détermination du mouvement de translation du Soleil.

La base de la nouvelle détermination se trouve dans les mouvements propres de la zone d'Albany récemment publiés dans le n° 200 de l'*Astr. Journal*, la plupart pour la première fois.

Le fait que la zone d'Albany, de $4^{\circ}20'$ de largeur, a une déclinaison moyenne de $+3^{\circ}$ entraîne plusieurs avantages.

Supposé une distribution à peu près uniforme des mouvements propres des étoiles en ascension droite, la détermination du mouvement de translation solaire au moyen des étoiles de la zone est pratiquement indépendante des erreurs affectant les constantes de précession.

Quelle que soit l'hypothèse faite sur la direction du mouvement de translation solaire ou l'*apex* du Soleil, les étoiles dans cette zone seront à très peu près arrangées symétriquement relativement aux coordonnées de ce point.

Un nouvel avantage réside dans la valeur relative plus considérable des matériaux qui servent de base aux calculs et aussi dans la facilité de la solution. En effet, soient, suivant les notations de M. Lewis Boss,

μ, μ', μ'' les mouvements propres d'une étoile pour 100 ans, en ascension droite, déclinaison et suivant l'arc de grand cercle respectivement (les moyennes correspondantes pour un grand nombre d'étoiles seront indiquées par μ_0, μ'_0, μ''_0);

r' la distance d'une étoile donnée au Soleil exprimée au moyen de r , l'unité de distance, qui pour le présent objet sera la valeur moyenne de r' pour toutes les étoiles employées dans cette discussion;

m le mouvement de translation solaire pour 100 ans exprimé au moyen de r comme unité;

$M = \frac{m}{r'}$ la valeur angulaire maximum de m vue à l'unité de distance r ;

A et D les coordonnées de l'apex du Soleil;

$x = M \cos D \cos A, y = M \cos D \sin A, z = M \sin D$;

à cause de la petitesse de la déclinaison, les équations générales de

M. Airy employées par M. L. Struve (*Bulletin*, V, p. 111) se réduisent à celles-ci

$$\Delta\mu + x \sin \alpha - y \cos \alpha = \mu \cos \delta, \quad z = -\mu' \sec \delta,$$

où $\Delta\mu$ est une correction supposée à la constante de précession m de Struve.

La partie délicate du problème est le groupement des équations.

Dans une première solution 17 étoiles ont été exclues par M. Lewis Boss : d'abord celles pour lesquelles on avait $\mu'' > 100''$, à cause de leur caractère exceptionnel et parce que l'introduction de ces étoiles semblerait en désaccord avec l'hypothèse que r'_0 (et par suite M) est à peu près le même pour les groupes successifs, condition qui est évidemment de grande importance et qu'on doit chercher à remplir autant que possible; ensuite un certain nombre d'autres étoiles, à cause de l'incertitude des mouvements propres.

Les 279 mouvements propres restants ont été partagés en deux séries de 135 et de 144, comprenant les étoiles de la grandeur 8,0 ou plus brillantes et l'autre série les étoiles plus faibles; dans chaque série, on a formé des groupes embrassant au plus une heure d'ascension droite.

Les résultats déduits des équations de condition sont indiqués ci-dessous :

	Gr.	$\Delta\mu$.	x .	y .	z .	μ''_0 .	M .	A .	D .
	M								
rie	6,6	-1,66	+1,64	-8,94	+8,42	21,9	12,39	280,4	+42,8
ie	8,6	-1,72	+2,62	-9,32	+9,73	20,9	13,73	285,7	45,1
mble des 2 séries...	7,6	-1,69	+2,17	-9,15	+9,10	21,4	13,09	283,3	44,2
rs probables.....		$\pm 0,69$	$\pm 1,05$	$\pm 0,91$	$\pm 0,48$		$\pm 1,00$	$\pm 6,9$	$\pm 3,2$

M. Lewis Boss n'attache pas d'intérêt au terme de correction $\Delta\mu$. Le fait essentiel qu'il signale est l'accord des valeurs de M (ou de q avec les notations de M. Airy), qui, d'après les grandeurs considérées seules, auraient pu être 18'',2 pour la première série et 8'',0 pour la seconde. Étant donnée la petitesse des erreurs probables, il semble que, pour des étoiles ayant un mouvement propre supérieur à 10'' par siècle, le vrai criterium pour juger de leur distance moyenne est à peu près indépendant de la grandeur et qu'il est plutôt fonction du mouvement propre apparent.

M. Lewis Boss a voulu voir encore ce qui arriverait si l'on n'admettait dans les équations de condition que les mouvements propres inférieurs à 40'' ($\mu'' < 40''$). Les 253 valeurs de μ'' conduisent à ces résultats :

	$\Delta\mu$.	x .	y .	z .	μ''_0 .	M .	A .	D .
.....	-3'',24	+2'',11	-6'',25	+8'',28	17'',80	10'',58	288'',7	+51'',5
rs probables...	$\pm 0'',57$	$\pm 0'',84$	$\pm 0'',77$	$\pm 0'',45$		$\pm 0'',60$	$\pm 7'',2$	$\pm 3'',2$

Les erreurs probables sont sensiblement plus faibles.

La comparaison des résultats obtenus avec ceux de M. L. Struve et de Bischof donne

	Gr. moy.	μ_0''	M.	A.	D.
Struve	6,0	8,0	4,36	273,3	+27,3
Bischof	7,5			285,7	+48,5
»		47,58	33,67	290,8	+43,5
Boss	7,7	17,80	10,58	288,7	+51,5
»	7,6	21,4	13,09	283,3	+44,1

Le désaccord qui existe entre les conclusions déduites des mouvements propres reposant sur les observations de Bradley et des mouvements propres des étoiles télescopiques serait beaucoup réduit si l'on prenait les déclinaisons de l'éphéméride américaine pour terme de comparaison (on les regarde comme d'une grande précision) : alors les valeurs de μ' subiraient une correction d'environ $-1'',0$ et l'on serait conduit aux valeurs suivantes :

$$M = 4'',9, \quad A = 273,3, \quad D = +37'',7.$$

En somme, on peut admettre les valeurs suivantes comme coordonnées approchées de l'apex du Soleil :

$$A = 280'', \quad D = +40''.$$

Mais il y a lieu de se demander, et c'est par là que termine M. Boss, s'il n'existe pas une différence réelle entre les valeurs de A et D déduites d'étoiles ayant de grands mouvements propres et, d'autre part, d'étoiles possédant, en moyenne, de faibles mouvements propres.

Hirayama (S.). — Note sur les observations de passage du Soleil.

Utilité d'employer, pour affaiblir l'image, des écrans en mousseline ou en papier.

Yendell (P.-S.). — Minima de Y Cygne.

Sawyer (E.-F.). — Observations d'étoiles variables en 1889.

Observations de T et U Monoceros, R Écu, R et S Couronne boréale.

Hough (G.-W.). — Nouvelles étoiles doubles.

Elles ont été découvertes avec le réfracteur de 18^m,5 de l'observatoire

Dearborn, depuis son installation à Evanston (Illinois). La liste contient 27 couples, dont 9 ont une distance inférieure à $0^{\circ},5$, 5 sont entre $0^{\circ},5$ et 1° , et 13 entre 1° et 3° . Les couples qui ont une distance supérieure à 1° sont généralement de grandeur inégale.

Comstock (George C.). — Différence de déclinaison de 43 H. Céphée et de Bradley 95.

M. Comstock a appelé l'attention (*Sidereal Messenger*, septembre 1888; *Bulletin* VI, p. 38) sur les avantages de la détermination de la valeur du tour d'une vis micrométrique au moyen de la mesure de la différence des distances polaires d'étoiles appartenant à peu près au même cercle horaire. M. Comstock publie les résultats d'une discussion de la différence $\Delta\delta$ pour les deux étoiles mentionnées qui remplissent bien l'objet proposé.

Paul (H.-M.), Sawyer (E.-F.), Chandler (S.-C.). — Sur une nouvelle variable à courte période dans la Machine pneumatique.

M. Paul, de l'observatoire Naval de Washington, a signalé en 1888 une nouvelle variable (Lacaille 3892 — 12 U. A. Antliæ); ses observations depuis cette époque, celles de M. Sawyer et de M. Chandler confirment le fait de la variation (limites $6^{\text{M}},2$ — $7^{\text{M}},2$) et tendent à assigner la période très courte de $7^{\text{h}}46^{\text{m}}48^{\text{s}},0$. La nouvelle variable appartiendrait au type d'Algol.

Position pour 1875,0..... $R = 9^{\text{h}}26^{\text{m}}50^{\text{s}}$, $D = -28^{\circ}4',7$.

Chandler (S.-C.). — Supplément à la première édition du Catalogue d'étoiles variables.

Pour compléter son Catalogue (*Bulletin*, V, p. 499) qui sert maintenant de base aux Éphémérides du *Vierteljahrsschrift*, de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* et de l'*Observatory*, M. Chandler publie trois Tableaux supplémentaires : une liste d'étoiles variables nouvelles, avec la même disposition que dans le Catalogue; une liste d'additions et de corrections aux éléments du Catalogue; enfin une liste d'étoiles probablement variables, mais pour lesquelles une confirmation est nécessaire avant qu'on leur assigne des lettres d'Argelander. L'attention des observateurs est appelée sur cette dernière liste.

Yendell (P.-S.). — Sur l'étoile variable X Cygne.

Cette variable présente des fluctuations dont la nature est encore à éclaircir.

Ferrel (W.). — Questions de priorité.

On attribue à Delaunay l'explication de l'accélération séculaire du moyen mouvement de la Lune comme conséquence d'un ralentissement apparent du mouvement de la Terre, à cause du frottement des marées; la Note de Delaunay a été communiquée dans les *Comptes rendus* du 11 décembre 1865. M. Ferrel a lu une Note sur le même sujet, le 13 décembre 1864, à l'Académie nationale des Sciences (*Proceedings*, t. VI, p. 379-383).

M. Ferrel revendique aussi comme sienne la première idée que la cause de l'égalité rigoureuse entre le temps de la révolution de la Lune sur son orbite et sa durée de rotation sur elle-même est due à l'effet des forces d'attraction sur les marées lunaires [voir la Note *On the effect of the Sun and Moon upon the rotatory motion of the Earth* (*Astron. Journ.*, t. III, p. 138-142)].

Ajoutons, d'après l'excellente *Histoire de l'Astronomie* de miss Clerke, qu'il convient de faire remonter à Kant la première idée de la cause retardatrice des marées (voir p. 319 et suiv.). M. Ch. Wolf insiste aussi sur ce point dans son livre : *Les hypothèses cosmogoniques*, qui est suivi de la traduction de la Théorie du ciel de Kant (voir p. 173).

Stone (O.). — Observation de l'occultation de Jupiter, le 3 septembre, à l'observatoire de Mac Cormick (Virginie).

Barnard (E.-E.). — La comète d 1889 (Brooks, juillet 6).

Nombre des observations de cette comète et de ses compagnons B et C (23 soirées pour le premier, jusqu'au 5 septembre, et 59 pour le second jusqu'au 25 novembre).

A cet article fait suite une série d'observations de la même comète par M. Barnard, jusqu'au 20 mars 1890.

Yendell (P.-S.). — Maxima et minima d'étoiles variables.

Les observations se rapportent à R Lyre, U Orion et R Lion.

Observations de comètes, éphémérides, etc.

O. C.

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN n° 2976-2990.
www.libtool.com.cn

Shdanow. — Formules pour le calcul des erreurs moyennes des coordonnées polaires géodésiques.

Les coordonnées dont il s'agit ici sont $\log r$ et l'azimut R , calculés d'après les formules de W. Struve.

Searle (Arthur). — Observations de la lumière zodiacale, faites à l'observatoire du Collège Harvard.

Le tome XIX des *Annales* de Harvard College contiendra le résumé ou la reproduction intégrale des observations, relatives à la lumière zodiacale, qui ont été faites, depuis cinquante ans, par les astronomes de cet établissement, chaque fois que l'occasion s'en présentait. On n'a jamais pu songer, en effet, à faire de ce phénomène une étude méthodique; mais l'ensemble des remarques, consignées sur les registres d'observation, n'en offre pas moins un intérêt considérable, et permet de tirer certaines conclusions, que M. Searle a essayé de formuler dès à présent: il constate, en premier lieu, que la lumière zodiacale est décidément un phénomène d'un caractère permanent, dont les variations apparentes paraissent devoir être attribuées aux circonstances atmosphériques, à la sensibilité de l'œil de l'observateur, etc.; les « bandes » ou prolongements de la lumière zodiacale, dont il a été quelquefois parlé, ne sont, très probablement, que des traînées nébuleuses qui existent dans le voisinage du zodiaque. Quant à la lueur qui s'observe à l'opposite du Soleil, sa réalité paraît bien constatée, et M. Searle pense qu'elle pourrait s'expliquer par un maximum d'illumination de la matière météorique en opposition, conformément à la loi qui se dégage des observations photométriques des astéroïdes, effectuées par M. Müller et M. Parkhurst (voir aussi *Bulletin*, III, p. 146 et 310; IV, p. 21).

Berberich. — L'orbite future de la comète 1889 I.

Cette comète a encore pu être observée le 26 juin dernier, c'est-à-dire 662 jours après sa découverte, quand elle se trouvait déjà à une distance considérable du Soleil. M. Berberich avait trouvé une orbite hyperbolique. Il a repris ses calculs en tenant compte des perturbations dues à Jupiter.

Luther (W.). — Éphémérides des planètes (82) Alcmène et (113) Amalthée.

Bidschof (F.). — Éléments et éphéméride de la planète 238
Honorie.

Wolf (R.). — Lettre à l'Éditeur.

M. Wolf indique le contenu du n° 73 de ses *Communications astronomiques*.

Seeliger. — Post-scriptum de la Note sur la probabilité des orbites hyperboliques.

Voir la Lettre de M. Schiaparelli (*Bulletin*, VII, p. 285).

Hough (G.-W.). — Catalogue de 94 étoiles doubles nouvelles, découvertes avec le réfracteur de 18 pouces de l'observatoire Dearborn, et mesures de 107 étoiles doubles déjà connues.

Depuis 1889, les observations ont été faites dans le nouvel observatoire, édifié aux frais de M. James B. Hobbs, à Evanston (Illinois), l'ancien emplacement, à Chicago, ayant été abandonné vers la fin de 1887.

Oppenheim (S.). — Orbite de la comète 1846, VIII.

Éclipse partielle de Soleil du 17 juin 1890. Observations faites à Strasbourg, Kis Kartal, Prague, Padoue, Kasan, Dresde, O'Gyalla, Göttingue, Heidelberg.

Porro. — Observations d'étoiles variables à longues périodes, faites à Turin.

Tebbutt. — Sur une nouvelle variable ($12^h 18^m$, — $48^{\circ} 43'$).

Burnham. — Mesures d'étoiles doubles, faites au mont Hamilton.

Lorenzoni. — Occultation de Jupiter et de ses satellites.

Barnard. — Recherches faites pour retrouver la comète Brorsen.

Ces recherches sont restées sans résultat.

idschof. — Éphéméride de la comète Brooks (19 mars 1890).

enza. — Le nouvel observatoire du Vatican.

Le nouvel observatoire (*Specula vaticana*), destiné aux recherches de Météorologie, de Magnétisme terrestre, de Géodynamique et d'Astronomie, a été construit en partie sur l'emplacement de l'antique *Specula gregoriana* (fondée en 1582), en partie dans une tour qui date de Léon IV. On y fera surtout de la photographie astronomique.

ehmann-Filhès. — De quelques théorèmes fondamentaux de Dynamique.

M. Lehmann-Filhès s'est demandé ce que deviennent les équations différentielles de Lagrange ou d'Hamilton, où les coordonnées ordinaires $x, y, z, \dots$ sont remplacées par des variables quelconques $q_1, q_2, q_3, \dots$, si les formules de transformation qui servent à passer des unes aux autres renferment le temps t d'une manière explicite. Il trouve que, dans ce cas, le principe d'Hamilton et la seconde forme des équations différentielles de Lagrange subsistent sans changement, mais que la fonction caractéristique H des équations canoniques d'Hamilton change de forme :

il faut prendre $H = T_2 - T_0 - U$ au lieu de $T - U$ (T_0 et T_2 représentant les parties de T qui sont respectivement du degré zéro et du second degré par rapport aux variables $\frac{dq}{dt}$). Il va de soi que cette modification

s'étend à l'équation aux dérivées partielles $\frac{\partial V}{\partial t} + H = 0$.

M. Lehmann-Filhès montre encore comment cette forme des équations conduit à celle proposée par M. G. Neumann, et il indique, en terminant, une application intéressante de ses résultats à certains problèmes du mouvement d'un point.

rischauf (J.). — Contribution à la théorie du mouvement des corps célestes.

L'auteur montre comment, par l'introduction des fonctions hyperboliques, on peut obtenir, pour le cas de l'hyperbole, des formules tout à fait analogue, à celles qui sont en usage pour l'ellipse.

harlois. — Découverte d'une nouvelle planète (391).

Elle a été découverte à Nice, le 15 juillet.

Coggia. — Découverte d'une comète.

Elle a été rencontrée le 18 juillet. Le noyau était assez brillant.

Kobold. — Sur les mouvements qui ont lieu dans le système sidéral.

L'auteur fait connaître les résultats provisoires d'un travail de longue haleine, dont il n'a encore fait que poser les fondements. Il les publie, parce qu'ils s'éloignent beaucoup des opinions reçues, en ce qui touche le mouvement propre du système solaire.

Les méthodes de calcul par lesquelles on a cherché à déterminer la direction et la vitesse du mouvement propre du système solaire (méthode d'Argelander, méthode d'Airy) supposent que les mouvements particuliers des étoiles ne se combinent avec leur mouvement apparent ou parallactique qu'à la manière des erreurs accidentelles, de sorte qu'ils s'éliminent du résultat final. Seul, M. L. Struve a tenu compte de la possibilité d'une rotation d'ensemble du système sidéral, qu'il a d'ailleurs trouvée insensible (voir *Bulletin*, V, p. 112). Il s'agirait de savoir jusqu'à quel point les résultats de ces sortes de recherches ont pu être faussés par l'existence de mouvements particuliers, communs à certaines régions du ciel, comme ceux qui ont été signalés par Proctor. On pourrait se servir avec avantage, pour cette discussion, du procédé graphique de Bessel, qui consiste à marquer sur une Carte céleste les pôles des mouvements propres observés, et à étudier ensuite la distribution de ces pôles, méthode également prônée par Klinkerfues.

M. Kobold avait déjà essayé d'appliquer ce procédé aux mouvements propres des étoiles de Bradley, réunis par Maedler. La nouvelle réduction, récemment entreprise par M. Auwers, permet de recommencer le travail sur des bases plus sûres. En attendant, M. Kobold l'a exécuté pour les 622 étoiles déjà contenues dans les deux Catalogues de la Société astronomique. Il a porté sur des Cartes spéciales les pôles des mouvements propres (au nombre de 236) qui dépassent $0'',10$. S'il existe des mouvements parallèles, leurs pôles doivent être situés sur un grand cercle. De même, les pôles des mouvements propres apparents seraient situés sur le grand cercle dont le plan est perpendiculaire à la trajectoire du Soleil (équateur parallactique); l'intervention des mouvements particuliers les rejette de part et d'autre de cet équateur, et ils doivent être distribués d'une manière uniforme des deux côtés, si les mouvements particuliers ne jouent que le rôle d'erreurs accidentelles.

or il n'en est pas ainsi en réalité. Les pôles des mouvements propres sont condensés, d'une manière frappante, dans une zone qui renferme les pôles célestes et les équinoxes; en lui donnant une largeur de 60° , on trouve qu'elle contient 72 pour 100 des pôles en question, tandis que la zone qu'elle couvre ne représente que 0,46 de la surface de la sphère. L'inégalité des deux hémisphères que sépare l'équateur parallactique se manifeste également en ce qui touche la distribution des pôles, car l'hémisphère boréal (celui vers lequel se dirige le Soleil) ne contient que 10 pôles contre 14 qui tombent dans l'hémisphère opposé.

En ne considérant que les mouvements propres dont les pôles sont retenus dans la zone de condensation dont nous avons parlé, M. Kobold trouve, pour les coordonnées du pôle parallactique,

$$\alpha = 266^\circ 6', \quad \Omega = + 0^\circ 21',$$

tandis que les déterminations connues donnent, en moyenne,

$$\alpha = 266^\circ, 7, \quad \Omega = + 31^\circ, 0.$$

L'équateur parallactique coïnciderait donc avec la ligne médiane de la zone de condensation. En tenant compte des pôles qui tombent en dehors de cette zone, on trouverait une valeur de Ω plus élevée.

Il est encore à remarquer que la valeur moyenne des mouvements propres n'augmente pas sensiblement en allant du pôle parallactique vers l'équateur, comme on devrait s'y attendre s'il s'agissait de mouvements parents. Enfin, le nombre des mouvements propres rétrogrades, c'est-à-dire opposés aux mouvements parallactiques, est relativement considérable. Dans beaucoup de cas, les pôles condensés sur un petit espace appartiennent à des étoiles faisant partie d'un même groupe. Il y a donc là beaucoup d'indices de mouvements d'ensemble qui seraient communs à de vastes essaims d'étoiles. Mais il faut attendre les résultats d'une discussion fondée sur des matériaux plus complets.

Klock (H.). — La parallaxe annuelle et l'aberration.

M. Klock fait voir que, pour tenir compte de la parallaxe p d'une étoile fixe, il suffit de calculer l'aberration avec l'argument $t + 2'',84p$ ou plus exactement avec $t + 2'',84pR^3$ au lieu de t , l'unité de t étant un jour. M. Krueger indique une petite correction supplémentaire.

Vitzky. — Erreurs systématiques des observations de passages.

L'auteur rappelle que, dans un Mémoire publié en 1873, en langue française, *Bulletin astronomique*. T. VII. (Août 1890.)

russe, M. Zinger avait déjà donné une formule pour la détermination des corrections systématiques qui dépendent de l'équation décimale des observateurs (voir *Bulletin*, VII, p. 179).

Archenhold. — Taches noires observées sur le disque de Jupiter.

Ces taches, qui ont été aperçues le 10 juillet, paraissaient douées d'une certaine fixité.

Berberich. — Éléments et éphéméride de la comète Coggia (1890).

Denning. — Découverte d'une nouvelle comète.

Elle a été vue le 23 juillet, à Bristol.

Gore. — Nouvelle variable dans la constellation d'Hercule.

Il s'agit de l'étoile rouge DM. + 47°, 2291. Elle portera la désignation de X Hercule.

Kapteyn. — Méthode photographique pour la détermination de la latitude par des étoiles zénithales. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Helmer.)

M. Kapteyn pense qu'en modifiant légèrement la construction de la lunette zénithale, en usage à Greenwich, on pourrait l'approprier à la détermination photographique de la latitude. La plaque sensible serait placée immédiatement au-dessous de l'objectif; elle recevrait les rayons réfléchis par le bain de mercure. L'objectif et la plaque étant mobiles autour d'un axe vertical, on pourrait enregistrer, dans les positions successives I et II, les traces de deux étoiles situées de part et d'autre du zénith. Il est facile de voir que ce procédé donnerait les différences des distances zénithales avec une précision supérieure à celle des méthodes qui ont été jusqu'ici expérimentées. Les étoiles devront être choisies dans les six premières grandeurs; l'ouverture de l'objectif ne pourra guère être de moins de 10 pouces.

Herz (N.). — Observations de la latitude de l'observatoire Kuffner (Vienne).

M. Herz a communiqué à M. Helmer les résultats des observations de la latitude, faites au cercle méridien de Repsold depuis le 13 mai 1889

jusqu'au 12 mai 1890 (passages supérieurs et inférieurs de la Polaire). Malgré les discordances que présentent parfois les résultats des passages observés du même côté du pôle, les moyennes s'accordent très bien, comme le montrent les chiffres suivants :

1889 mai-juin	48°.12'.46,74
» juillet-septembre.....	46,51
» novembre-janvier	46,66
1890 mars-mai.....	46,79
Moyenne générale.....	48.12.46,67

La faible variation qu'elles accusent n'est pas de même sens que celle qu'on paraît avoir constatée à Berlin et à Prague.

Lubrano, Maltre, Fabry, Bidschof. — Éléments et éphémérides de la comète Coggia (1890).

Berberich, Krueger. — Éléments et éphéméride de la comète Denning (1890).

Nyrén. — Sur la question de la variation des latitudes.

Ayant été éloigné de Poulkova, l'année dernière, par un voyage, M. Nyrén a dû interrompre ses observations au cercle vertical. Quatre déterminations de la latitude, obtenues en novembre et décembre, confirmeraient les résultats de Berlin et de Prague; mais il ne faut pas y attacher trop d'importance. On compte, cette année, reprendre les observations avec plus de suite.

Struve (Hermann). — Résultats provisoires des observations des satellites de Saturne, effectuées avec le réfracteur de 30 pouces, à Poulkova.

Voir page 305.

Millosevich. — Éléments de la planète (261) Libussa.

Krueger. — Notice nécrologique sur C.-H.-F. Peters.

Christian-Heinrich-Friedrich Peters était né, le 19 septembre 1813, à Coldenbüttel (duché de Slesvig). Après avoir fait ses études à Berlin et à Göttingue, il accompagna le géologue Sartorius de Waltershausen

dans son voyage en Sicile (1838-1843), pendant lequel il fit le levé trigonométrique de l'Etna. Chargé, plus tard, de travaux géodésiques dans le royaume de Naples, il fut expulsé en 1848, mais revint en Sicile et y prit du service sous Miérowski. Après la prise de Palerme, il passe d'abord quelques années à Constantinople, puis, en 1854, s'embarque pour les États-Unis, où il trouve une occupation dans le Coast Survey. En 1858, il est nommé directeur de l'observatoire de Clinton et professeur d'Astronomie au collège Hamilton, position qu'il a gardée jusqu'à sa fin (19 juillet 1890). On lui doit la découverte de plusieurs comètes et de 48 planètes. Il a aussi publié des Cartes célestes très estimées, diverses recherches sur les Catalogues d'étoiles, des études sur l'*Almageste*, etc.

Battermann. — Observations d'étoiles de comparaison, faites au petit cercle méridien de l'observatoire de Berlin.

C'est une liste de 151 positions d'étoiles, dont beaucoup sont de 9^e grandeur et au-dessous.

Pickering. — Étoiles à spectres remarquables. Variables nouvelles.

M. Fleming, en examinant les photographies de spectres stellaires, obtenues par l'expédition que le Collège Harvard a envoyée au Pérou, a découvert encore quelques étoiles dont les spectres sont composés de raies brillantes; deux spectres de nébuleuses présentent des raies brillantes dans la région ultra-violette. M. Fleming signale aussi deux variables dans le voisinage de l'amas 5M Balance.

Schwarz (B.). — Éléments et éphéméride de la planète (254) Augusta.

La planète ayant été retrouvée par M. Palisa au mois de février 1889, M. Schwarz a pu en corriger les éléments et calculer une éphéméride nouvelle, pour la prochaine opposition. Grandeur : 13,5.

Galle (A.). — Éphémérides des planètes (73) Clytie et (128) Némésis.

Hackenbergl. — Éléments et éphéméride de la planète (276) Adèle.

Knopf. — Éléments et éphéméride de la planète (251) Sophie.

Palisa. — Découverte d'une nouvelle planète (295).

Elle a été rencontrée le 17 août.

Kapteyn. — Étoiles australes qui présentent des indices de variabilité.

En mesurant les clichés envoyés du Cap, et qui ont toujours été faits en double, M. Kapteyn a rencontré jusqu'ici neuf étoiles dont l'éclat paraît avoir varié.

Lehmann-Filhès. — Sur la forme de la fonction perturbatrice dans le cas où les excentricités et les inclinaisons mutuelles sont petites.

M. Lehmann-Filhès cherche à démontrer par des considérations directes certaines propriétés de la fonction perturbatrice que l'on trouve exposées dans le Chapitre XVIII du tome I^{er} du *Traité de Mécanique céleste* de M. Tisserand, où elles sont déduites de la forme même du développement.

Folie. — Réponse aux objections de M. Lehmann-Filhès contre l'existence de la nutation diurne.

Cette « réponse » est suivie d'une Note de M. Krueger, déclarant : 1^o que M. Lehmann-Filhès se dispensera de toute réplique; 2^o que M. Krueger, pour sa part, a toujours été sceptique à l'égard de la nutation diurne, et que cette réponse n'a pu le faire changer d'opinion. C'est là, croyons-nous, le sentiment général; on considère cette affaire comme définitivement enterrée.

Folie. — Note rectificative.

Barnard (E.-E.). Observations des compagnons de la comète Brooks (1889 V), faites avec les réfracteurs de 12 pouces et de 36 pouces de l'observatoire Lick.

M. Barnard s'est attaché à observer cette curieuse comète et ses quatre compagnons (B, C, D, E) toutes les fois que le temps l'a permis. Assez souvent, ses notes sont en désaccord avec celles des observateurs de Vienne ou de Poulkova, qui ne paraissent pas toujours se rapporter aux mêmes objets : on a dû, plus d'une fois, prendre pour des comètes

les faibles nébuleuses qui abondent dans la région traversée. M. Barnard a fait des mesures micrométriques des distances et des angles de position. Il a aussi réuni toutes les mesures publiées par d'autres observateurs, et les a converties en angles de position et distances, pour faciliter les comparaisons. Ce sont là de précieux matériaux.

Doberck (W.). — Mesures micrométriques d'étoiles doubles, effectuées à Markree.

Charlois. — Découverte d'une nouvelle planète (296).

Elle a été trouvée le 19 août, à Nice. Grandeur : 13,0.

Notices nécrologiques.

Le contre-amiral Frederico-Augusto Oom, directeur de l'observatoire de Lisbonne depuis 1878, est mort le 24 juillet dernier. Il était né à Lisbonne, en 1830.

Carl-Fredrik Fearnley, né à Fredrikshald en 1818, attaché depuis 1844 à l'observatoire de Christiania, qu'il a dirigé à partir de 1861, est mort le 22 août dernier.

R.

SOCIÉTÉ ASTRONOMIQUE DU PACIFIQUE.

Le *Bulletin* a déjà entretenu ses lecteurs (t. VI, p. 493 et ailleurs) de la Société astronomique du Pacifique. La fondation de cette nouvelle Société fut le résultat des relations cordiales qui ne cessèrent d'exister entre toutes les personnes, tant astronomes de profession qu'astronomes amateurs, venues de toutes les parties de l'Union pour observer, sur les côtes du Pacifique, l'éclipse totale de Soleil du 1^{er} janvier 1889. Le Volume intitulé : *Rapports sur les observations de l'éclipse totale de Soleil du 1^{er} janvier 1889*, publié par l'observatoire Lick, dans lequel se trouvent exposées les conclusions si intéressantes auxquelles sont parvenus les observateurs du Pacifique (voir *Bulletin*, t. VI, p. 497), fut le point de départ d'une publication périodique qui a pour collaborateurs tous les membres de la Société.

Volume I. — Le Volume I comprend les publications n^{os} 1, 2, 3, 4, 5 (voir *Bulletin*, t. VI, p. 494, pour les n^{os} 1, 2, 3), dont chacune contient.

outre les Notes lues aux séances, un exposé sur le travail effectué à l'observatoire Lick et rédigé par les astronomes de cet observatoire.

Les publications contiennent les Notes suivantes :

Publication n° 4.

Schaeberle (J.-M.). — Sur l'éclat photographique des étoiles.

Ce Mémoire a été analysé dans le Bulletin de la Carte du Ciel, p. 302 et suivantes.

Keeler (J.-E.). — Sur l'établissement d'un méridien pour le comté de Santa Clara (Californie).

Leuschner (A.-O.). — Observations d'occultations d'étoiles par la Lune.

Downs (W.-E.). — Conjonction de Mars et de Saturne.

Barnard (E.-E.). — Sur une comète très remarquable.

Note intéressante sur les différentes phases d'éclat par lesquelles ont passé la comète 1889V et ses compagnons (voir *Bulletin*, t. VII, p. 31).

Notes de l'observatoire Lick.

M. *Barnard* a pris des photographies de la Voie lactée et étudié des étoiles doubles, et en particulier ψ^1 et ψ^2 (95) Verseau; 44 et α Cassiopée; deux étoiles doubles des Pléiades; 67, 70 et 72 Ophiuchus; γ (O Σ 38) et α Andromède; D.M.63^o, 1618; Σ 2816; 7 Taureau. Il a, en outre, observé la conjonction de Mars et de Saturne (19 septembre 1889).

M. *Keeler* a étudié les spectres de γ Cassiopée, U Cygne, V Cygne, D.M.43^o, 3571.

L'occultation de Jupiter par la Lune (3 septembre 1889) a pu être observée à l'observatoire Lick.

M. *Holden* envoie une Note sur l'emploi des traînées dans les mesures de la position et de l'éclat des étoiles.

Il serait avantageux de pouvoir produire des traînées en déclinaison; à cet effet, on propose d'adapter à la lunette de 36 pouces un châssis à doubles glissières, construit de telle sorte qu'on puisse communiquer à la glissière supérieure, qui porte la plaque sensible, un mouvement suivant une certaine direction voulue, qui sera, en général, celle du mouvement

diurne; à la glissière inférieure, portant la glissière supérieure et la plaque sensible, on pourra communiquer un mouvement perpendiculaire à celui de la glissière supérieure. En adaptant un mouvement d'horlogerie à la glissière inférieure, celle-ci pourra se mouvoir, pendant un certain intervalle de temps, suivant un arc de déclinaison, ce qui permettra d'obtenir des trainées en déclinaison qui serviront à mesurer les différences en α des étoiles. Au bout de quelques minutes, la glissière sera parvenue au bout de sa course; l'instrument étant alors abandonné à lui-même, les étoiles laisseront sur la plaque des trainées dirigées suivant le mouvement diurne, à l'aide desquelles on pourra mesurer les différences en déclinaison de ces étoiles. M. Schaeberle propose de photographier les trainées des étoiles sur des plaques qui se déplaceraient en déclinaison avec une vitesse égale à celle d'une étoile à l'équateur. M. Holden conseille de faire, à l'aide de cette méthode, l'étude photométrique de toutes les belles étoiles (l'intensité des trainées servant de mesure à l'éclat des étoiles).

Publication n° 5.

Barnard (E.-E.). — Observations de Jupiter faites avec un réfracteur de 5 pouces (1876-1886) (figures).

L'auteur donne des descriptions pleines d'intérêt de la tache rouge et de la tache blanche; il fait aussi l'histoire de la formation d'une nouvelle bande qu'il a pu suivre pendant près d'une année.

Holden (E.-S.). — Dessins de Jupiter et de Mars faits à Washington, en 1875, avec l'équatorial de 26 pouces.

Dessins de couleur faits en vue de l'étude des teintes de ces deux planètes.

Notes de l'observatoire Lick.

Holden (E.-S.). — Sur la détermination des grandeurs stellaires à l'aide de la Photographie (voir la traduction de cette Note dans le Bulletin de la Carte du Ciel, p. 291 et suivantes).

*Barnard (E.-E.). — Éclipse de Japet, novembre 1889 (voir *Bulletin*, t. VII, p. 125).*

Leuschner (A.-O.). — Éléments de la comète Swift (16 novembre).

D. K.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

LA QUESTION DE LA VARIABILITÉ DES LATITUDES DEVANT L'ASSOCIATION GÉODÉSIQUE INTERNATIONALE.

La Commission permanente de l'Association géodésique internationale a tenu sa session annuelle à Fribourg (Brisgau), le 15 septembre dernier. La plus importante des questions discutées a été, sans contredit, celle de la variabilité des latitudes terrestres; le Bureau central, représenté par MM. Helmert et Albrecht, a fait à ce sujet des Communications du plus haut intérêt, et dont l'étude s'impose aux astronomes. Nous voudrions appeler leur attention sur un sujet dont l'importance est pour eux aussi grande, sinon plus, que pour les géodésiens. Il serait à désirer que, dans tous les observatoires dont les ressources sont suffisantes, on fit des recherches, de manière à dire si, oui ou non, la latitude varie d'une façon appréciable dans le cours de quelques années.

Nous commencerons par reprendre la question un peu en arrière.

I. *Congrès de Rome* (1883). — Ce Congrès avait reçu de M. Fergola une proposition ainsi conçue :

« Les pôles de l'axe de rotation de la Terre peuvent-ils être regardés toujours comme sensiblement fixes à la surface de notre planète, ou bien sont-ils assujettis, pour causes géologiques diverses, à de très petits mouvements, appréciables toutefois à nos instruments les plus précis, avec les méthodes d'observation très exactes de l'Astronomie moderne?

» Une solution définitive de cette question, dans les limites de précision que comportent à présent les déterminations de latitude, pourrait être évidemment obtenue en exécutant de ces déterminations dans plusieurs lieux convenablement choisis pour le but dont il s'agit, pourvu que les observations soient faites avec des instruments et des méthodes uniformes, à des époques suffisamment éloignées.

» Quels que soient les résultats de ces études, ils auront en tout

cas leur importance pour les progrès de la Science, soit que l'on soit amené à conclure, selon l'opinion du plus grand nombre des savants, que les pôles de l'axe de rotation doivent être regardés comme sensiblement fixes à la surface de la Terre, soit que l'on démontre quelques très faibles mouvements de ces points, déjà soupçonnés par quelques astronomes, en vue des résultats obtenus dans plusieurs observatoires sur les valeurs des latitudes.

» Si l'on pouvait discuter dans la Conférence générale de l'Association géodésique un programme d'observations à faire dans le but énoncé, certainement les astronomes des observatoires les mieux placés pour cette recherche seront, par cela même, engagés à l'étude du problème que je viens de rappeler. »

Cette proposition fut renvoyée à l'examen d'une Commission composée de MM. V. Bakhuyzen, Christie, Cutts, Schiaparelli et Villarceau. Un Rapport remarquable a été fait par M. Schiaparelli; nous allons en signaler quelques passages :

La latitude d'un lieu peut être altérée aussi bien par l'effet d'une variation de la verticale que par celui d'un changement de direction de l'axe de rotation dans l'intérieur de la Terre. Si l'on supposait, dans le voisinage du lieu, un déplacement de masses considérables, produit par des phénomènes géologiques, il en résulterait d'abord une variation de la verticale, sensible seulement dans un rayon assez faible, et en second lieu un léger changement dans la direction de l'axe maximum d'inertie, et par suite dans l'axe de rotation, ce dernier changement devant se répercuter sur les latitudes de tous les points de la Terre. On pourrait arriver à séparer les deux effets, si l'on disposait d'observations faites en un assez grand nombre de stations convenablement choisies.

M. Schiaparelli se demande ensuite si les présomptions que peut nous fournir l'état actuel de la théorie sur un déplacement mesurable de l'axe sont assez fortes pour encourager des recherches d'ensemble, en vue de le constater par l'expérience. Il remarque d'abord qu'il résulte des observations de Poulkova un très petit rayon, 3^m ou 4^m au plus, pour le cercle que doit décrire le pôle de rotation autour du pôle d'inertie, en vertu de la nutation eulérienne. La question du déplacement de l'axe de rotation revient donc à celle du déplacement de l'axe principal d'inertie.

La dernière est facile à traiter, et le calcul montre qu'il faut des déplacements considérables de matière pour changer d'une seconde la position de l'axe d'inertie. C'est en s'appuyant sur ces résultats que les astronomes ont presque tous refusé d'admettre dans la position des pôles, et par suite dans les latitudes, des variations appréciables. Mais les calculs supposent la Terre absolument rigide ; si on lui attribue une plasticité suffisante, la question se présente sous un aspect différent, et M. Schiaparelli pense que, dans ces conditions, les actions géologiques peuvent produire des effets sensibles.

Une observation a-t-elle jusqu'ici constaté ces effets ? Les observations de la latitude de Greenwich ont bien donné des indices d'une variation séculaire, mais qui n'ont pas été confirmés par les résultats des quarante dernières années. M. Nyrén a trouvé autre part, dans l'ensemble des observations de Poulkova, l'indice d'une variation analogue de la latitude, qui pourrait atteindre environ 1" en un siècle.

Le projet de M. Fergola a pour objet principal d'éliminer toutes les difficultés qui s'attachent à la détermination des latitudes absolues. Il choisit deux observatoires ayant presque la même latitude et des longitudes très différentes, tels que Rome et Chicago, dont les parallèles diffèrent de moins de 4'. Deux astronomes, munis d'instruments identiques, y observeront les mêmes étoiles, presque aux mêmes époques. La différence des observations, qui en résultera, sera indépendante de plusieurs erreurs systématiques, notamment de celles des déclinaisons des étoiles. Schiaparelli pense qu'il conviendrait d'adopter l'instrument à passages dans le premier vertical, et il estime qu'on pourrait mesurer la différence des latitudes avec une précision peut-être dix fois plus grande que celle d'une latitude absolue.

M. Fergola avait proposé les cinq couples suivants d'observatoires :

	Différence de	
	latitude.	longitude.
Cap de Bonne-Espérance-Sydney	4.22	8.51 ^{h m}
Santiago-Windsor	9.47	9.11
Rome-Chicago	3.53	6.40
Naples-New-York	6.22	5.53
Lisbonne-Washington	11.7	4.31

Le Congrès de Rome avait recommandé l'exécution de ce plan rationnel, auquel on paraît n'avoir donné malheureusement aucune suite.

II. *Observations de M. Küstner. Congrès de Paris (1889).*

— On doit à M. Küstner ⁽¹⁾ une série d'observations faites du 2 avril 1884 au 28 mai 1886, avec le grand instrument des passages (*Universal Transit*) de l'observatoire de Berlin, conformément à la méthode de Horrebow-Talcott, en vue de déterminer le coefficient de l'aberration annuelle. Cet astronome s'est trouvé conduit à diminuer de $0'',13$ le coefficient classique de W. Struve, résultat d'autant plus surprenant qu'une détermination récente de M. Nyrén, qui offre beaucoup de garanties, montre que ce coefficient doit être augmenté de $0'',05$. M. Küstner n'avait vu d'autre explication possible de cette anomalie que dans l'hypothèse d'une variation de la latitude de Berlin, qui aurait été plus forte de $0'',2$ au printemps de 1884 qu'au printemps suivant. Ses observations l'avaient ainsi confirmé dans son opinion sur l'excellence de la méthode de Horrebow pour déterminer avec précision les variations de la latitude, en lui indiquant, à côté des variations séculaires dont on s'était surtout préoccupé jusque-là, des variations appréciables, à période relativement courte.

M. Förster a communiqué les résultats de M. Küstner au Congrès de Salzbourg (1888), en même temps qu'il indiquait les phénomènes météorologiques comme une cause possible des variations de la latitude. On trouve à ce sujet, dans le tome II de la *Géodésie supérieure* de M. Helmert, page 422, quelques lignes où il estime que les variations de latitude causées par les phénomènes météorologiques pourraient atteindre seulement quelques centièmes de seconde; il ajoute, il est vrai, que Sir W. Thomson aurait trouvé que ces variations pourraient s'élever à $0'',5$; nous ne croyons pas que ce dernier calcul ait jamais été publié en détail.

(1) KÜSTNER (F.), *Neue Methode zur Bestimmung der Aberrations-Constante, nebst Untersuchungen ueber die Veränderlichkeit der Polhöhe*. Berlin, 1888. Nous engageons le lecteur à se reporter à une analyse détaillée (*Bulletin astronomique*, t. V, p. 541), dans laquelle M. Radau a rendu compte du Mémoire de M. Küstner et, en outre, de divers travaux, notamment de M. Nobile, sur la variation des latitudes; nous aurons l'occasion, dans la suite de cet article, de faire quelques emprunts à l'analyse de M. Radau.

avec les hypothèses sur lesquelles il repose. Toutefois on peut prouver (p. 489 du t. II de mon *Traité de Mécanique céleste*) que, si l'on transportait de la latitude moyenne $+45^{\circ}$ à la latitude -45° une masse d'eau de $0^m,10$ d'épaisseur, recouvrant le dixième de la surface terrestre, l'axe principal serait dévié de $0'',16$. Le poids d'une colonne d'eau de $0^m,10$ équivaut à celui d'une colonne de $0^m,007$ de mercure; on conçoit donc qu'un changement notable de la pression barométrique puisse entraîner des effets du genre considéré.

Au Congrès de Paris, M. Albrecht a rendu compte des observations faites à Berlin, Potsdam, Prague et Strasbourg, depuis le commencement de 1889; l'examen des résultats provisoires lui prouve l'excellence de la méthode de Horrebow, la seule, d'après lui, dans laquelle il n'y ait à craindre aucune erreur systématique diurne. Il donne des détails sur la manière dont les observations ont été conduites : on a formé 9 groupes comprenant chacun 8 ou 9 couples d'étoiles. On observait dans chaque soirée 2 groupes au moins, en commençant une demi-heure après le coucher du Soleil et terminant à 2^h du matin, pour ne pas imposer aux observateurs une gêne et une fatigue excessives. Les deux étoiles de chaque couple étaient à peu près d'égale grandeur; la différence de leurs ascensions droites était comprise entre 3^m et 15^m , celle de leurs distances zénithales méridiennes entre $\pm 12'$, et ces distances n'excédaient jamais 27° . On avait choisi les étoiles de façon à rendre à peu près nulle, dans chaque groupe, la moyenne arithmétique des différences des distances zénithales des deux composantes, cela en vue d'éliminer la petite erreur provenant d'une connaissance imparfaite du tour de la vis micrométrique. M. Albrecht donne ensuite les instructions rédigées pour les observateurs, et le Tableau des valeurs provisoires obtenues pour la latitude à Berlin et à Potsdam, pendant les six premiers mois de 1889. L'ensemble est très satisfaisant; ainsi, à Berlin, l'erreur de la latitude fournie par une soirée d'observations ne dépasse $0'',20$ que dans 3 séries sur 48, et l'erreur moyenne d'une soirée où l'on a observé 16 paires d'étoiles est seulement $\pm 0'',09$.

III. *Congrès de Fribourg.* — Les Communications faites par

le Bureau central sont résumées dans deux Notes imprimées, l'une de M. Albrecht, *Resultate der Beobachtungsreihen betreffend die Veränderlichkeit der Polhöhen*, l'autre de M. Marcuse, *Resultate der fortgesetzten Berliner Beobachtungsreihen betreffend die Veränderlichkeit der Polhöhen*. Nous en donnons un résumé assez complet.

Les observations ont été faites, à Berlin par M. Marcuse, à Potsdam par M. Schnauder, à Prague par MM. Weinek et Gruss, enfin à Strasbourg par M. Kobold; elles embrassent dans chaque station un nombre de couples d'étoiles variant de 1400 à 1700, et comprennent toute l'année 1889 et les trois premiers mois de 1890. La discussion a montré que la précision de la série de Strasbourg laissait beaucoup à désirer (on a attribué ce fait à un mauvais fonctionnement du niveau) et qu'elle devait être complètement écartée. On a déterminé pour les trois autres stations les erreurs de fermeture pour chaque groupe d'étoiles, quand on l'a réobservé au bout d'une année. Ici quelques indications sont nécessaires: si l'on pouvait observer toute l'année, le jour aussi bien que la nuit, le même couple d'étoiles, on aurait immédiatement les variations de la latitude, indépendamment des erreurs des déclinaisons absolues des deux étoiles, pourvu que l'on connaisse exactement les variations de ces déclinaisons pendant tout l'intervalle des observations; ces variations proviennent, comme on sait, du mouvement de l'axe terrestre (précession et nutation), de l'aberration, de la parallaxe annuelle et du mouvement propre. Il est impossible d'opérer ainsi, et cela pour deux raisons: en premier lieu, la faiblesse des lunettes employées ne permettrait pas d'observer les deux étoiles pendant le jour; mais surtout, on ne pourrait réunir qu'un nombre trop restreint d'observations. C'est pour éviter ces inconvénients qu'on a décidé de former un certain nombre de groupes (g), comprenant chacun 8 ou 9 couples d'étoiles. On comprend déjà que, en faisant des moyennes, on puisse remplacer les couples de chaque groupe par un seul couple idéal. Il faut montrer maintenant comment on peut trouver les différences des déclinaisons moyennes de chacun de ces couples, de manière à pouvoir ramener les choses à ce qu'elles auraient été si l'on n'avait observé constamment qu'un seul et même couple. On y est arrivé en observant pendant la même nuit, et pendant un

certain temps, d'abord les groupes (I) et (II), puis (II) et (III), . . . et enfin (IX) et (I). On a pu trouver les différences des groupes pris deux à deux, par des observations faites dans la même soirée, donc indépendamment des variations de la latitude. En faisant la somme des différences, on revient au point de départ, et l'on obtient une somme qui devrait être nulle; elle ne l'est pas en réalité, et sa valeur constitue l'erreur de fermeture. M. Albrecht a obtenu ainsi les erreurs suivantes :

	Berlin.	Potsdam.	Prague.
(I)-(I)	-0,43	-0,16	
(II)-(II)	-0,41	-0,28	-0,12
(III)-(III)	-0,24	-0,33	-0,25
(IV)-(IV)	-0,16	-0,36	-0,27
(V)-(V)			-0,42

soit en moyenne, pour les trois stations, $-0'',31$, $-0'',28$ et $-0'',27$. Ces différences sont sensiblement plus fortes qu'on ne devait l'attendre de la précision des observations; la presque égalité des trois moyennes indique, en dehors des erreurs accidentelles, l'existence d'une cause d'erreur commune aux trois stations. M. Küstner en voit une de cette nature dans l'inexactitude de la constante employée pour l'aberration; en effet, si l'on augmentait cette constante de $0'',07$, on ferait disparaître presque entièrement les erreurs moyennes de fermeture, et cette augmentation vient à l'appui des recherches de M. Nyrén. Quoi qu'il en soit, la compensation des erreurs de fermeture a donné les corrections suivantes, qui permettent de passer de chaque groupe au suivant :

	Berlin.	Potsdam.	Prague.
(II)-(I)	+0,03	-0,07	
(III)-(II)	+0,13	0,00	-0,08
(IV)-(III)	+0,08	0,00	-0,02
(V)-(IV)	+0,05	+0,06	-0,05
(VI)-(V)	+0,03	+0,04	+0,03
(VII)-(VI)	+0,04	+0,03	+0,02
(VIII)-(VII)	+0,02	+0,03	+0,03
(IX)-(VIII)	+0,03	+0,04	+0,03
(I)-(IX)	+0,02	+0,03	+0,02
(II)-(I)	+0,01	+0,05	+0,08
(III)-(II)	-0,04	+0,05	+0,06
(IV)-(III)	0,00	+0,03	+0,04
(V)-(IV)			+0,10

Ces corrections n'atteignent $0'',1$ que deux fois. Les résultats

des observations ont été représentés graphiquement par les trois courbes de la *Pl. I*, dans lesquelles on a fait figurer seulement les moyennes de plusieurs jours consécutifs, en vue d'atténuer l'influence des erreurs accidentelles; la première courbe de la *Pl. II* donne pour Berlin les moyennes diurnes. On voit que les courbes sont à très peu près parallèles pour les trois stations; elles accusent en particulier toutes les trois une diminution de la latitude, d'environ $0'',5$, du mois d'août 1889 à celui de février 1890. Afin de montrer que les réductions de groupe à groupe ne sont pour rien dans cette diminution, M. Albrecht a construit des diagrammes donnant, de septembre 1889 à février 1890, les latitudes des trois observatoires, conclues simplement des observations du groupe I; ces diagrammes, que nous n'avons pas jugé utile de reproduire, sont concordants et montrent bien la diminution de $0'',5$, sur laquelle, dit M. Albrecht, il ne peut rester aucun doute. Il ajoute que, bien que les séries précédentes d'observations ne démontrent la variabilité des latitudes que pour une région limitée de l'Europe centrale, cependant la marche parallèle des courbes milite en faveur d'une cause générale dont l'influence doit se faire sentir à des distances beaucoup plus grandes.

Nous ajouterons, pour terminer l'examen de la Note de M. Albrecht, qu'on a constaté entre les deux observateurs de Prague une différence systématique de $0'',16$, dont l'explication reste à trouver.

Dans la seconde Note, M. Marcuse rend compte des observations qu'il a continuées à Berlin du 15 avril au 30 août 1890; elles confirment nettement la phase d'augmentation de la latitude, déjà indiquée par les observations de février et mars, comme le montre la seconde courbe de la *Pl. II* qui les représente graphiquement. Le calcul des erreurs de fermeture paraît avoir été complété et modifié quelque peu; en voici le Tableau, en y joignant l'influence de la correction $\Delta\lambda$ du coefficient $A = 20'',445$ de Struve :

(I)-(I).....	$-0,20$	$+3,7\Delta\lambda$	$-0,02$
(II)-(II).....	$-0,36$	$+3,7\Delta\lambda$	$-0,19$
(III)-(III).....	$0,34$	$-3,8\Delta\lambda$	$-0,16$
(IV)-(IV).....	$-0,24$	$+3,9\Delta\lambda$	$-0,05$
(V)-(V).....	$-0,23$	$+3,8\Delta\lambda$	$-0,05$
(VI)-(VI).....	$-0,15$	$+3,8\Delta\lambda$	$+0,03$
(VII)-(VII).....	$-0,14$	$+3,7\Delta\lambda$	$+0,04$
(VIII)-(VIII).....	$0,10$	$-3,7\Delta\lambda$	$-0,08$
(IX)-(IX).....	$-0,05$	$-3,7\Delta\lambda$	$-0,12$

Si l'on adopte avec M. Nyrén $\Delta A = + 0'',047$, on trouve que les erreurs de fermeture se réduisent aux nombres contenus dans la dernière colonne du Tableau précédent; trois de ces nombres sont supérieurs à $0'',1$; il reste en outre une allure systématique qui pourrait faire supposer qu'on n'a pas tenu compte de toutes les causes d'erreur; peut-être aussi ces résidus ont-ils encore besoin de petites corrections provenant de ce que les mouvements propres employés ne sont pas connus assez exactement. L'augmentation de la latitude est de $0'',4$ dans l'intervalle considéré. En somme, l'ensemble des observations de Berlin indique une période voisine de l'année, bien que l'allure de la courbe ne soit pas tout à fait la même aux époques correspondantes des premiers mois de 1889 et 1890.

M. Küstner est revenu en détail (*Astr. Nachr.*, n° 2993) sur ses observations de 1884-1885, et il donne les résultats suivants pour la latitude de son instrument :

1884,32	52°30'.16",73	—0,82 ΔA
1884,70	16,96	+0,83 ΔA
1885,31	16,52	—0,85 ΔA

La différence des valeurs, aux printemps de 1884 et 1885, — $0'',21 - 0,03 \Delta A$, est sensiblement indépendante de ΔA ; on voit en même temps la forte diminution, — $0'',44 - 1,68 \Delta A$, survenue de l'automne de 1884 au printemps suivant. Pour ce dernier intervalle, il est curieux que les observations faites par M. Nyrén au cercle vertical de Poulkova donnent la diminution — $0'',33$ peu différente de la précédente.

IV. La constatation d'une variation périodique annuelle des latitudes n'est pas entièrement nouvelle. En effet, dans le tome VIII des *Annales de l'observatoire de Paris*, page 319, Villarceau donne un relevé, dressé à sa demande par M. Gaillot, chef du Bureau des Calculs, de 1077 observations de latitude faites au cercle de Gambey, de 1856 à 1861; en les groupant par mois, on trouve, pour les différences avec la moyenne, les nombres contenus dans la deuxième colonne du Tableau suivant :

	Paris.	Potsdam.
Janvier	—0,23	—0,11
Février	—0,06	—0,07
Mars	—0,03	0,04

	Paris.	Potsdam.
Avril.....	—0,03	0,00
Mai.....	+0,10	+0,05
Juin.....	+0,16	+0,14
Juillet.....	+0,25	+0,19
Août.....	+0,16	+0,17
Septembre.....	+0,13	+0,10
Octobre.....	—0,07	—0,03
Novembre.....	—0,11	—0,14
Décembre.....	—0,27	—0,26

Villorceau avait trouvé cette variation embarrassante, et ne s'était pas risqué à en donner une explication quelconque. Il convient cependant de remarquer que ces nombres supposaient exactes les déclinaisons des étoiles observées, et il était loisible de penser que les erreurs de ces déclinaisons y figuraient pour quelque chose. Nous avons calculé, d'après la courbe de la *Pl. I* relative à Potsdam, les valeurs de la latitude pour le milieu de chaque mois de 1889; nous avons pris la moyenne, et formé les différences avec les valeurs mensuelles, ce qui nous a donné les résidus inscrits dans la troisième colonne du Tableau précédent. On voit qu'ils sont presque les mêmes que ceux de Paris, et que les changements de signe se font en même temps dans les deux séries. Cela donnerait à penser que les résidus de Paris sont indépendants des déclinaisons des étoiles, et que leur origine pourrait être la même que pour Berlin, Potsdam et Prague (¹). M. Gaillot a publié depuis en détail les données numériques qu'il avait préparées autrefois pour Villorceau (*Comptes rendus*, 4 novembre 1878).

M. Nobile (voir *Bulletin astronomique*, t. V, p. 544) a discuté au même point de vue les observations faites à Greenwich, Milan, Oxford, Poulkova et Washington; vingt années d'observations des passages supérieurs et inférieurs de la Polaire indiquent pour

(¹) Villorceau écrivait à ce sujet en 1867, lors des discussions relatives au transfert de l'Observatoire : « D'après cela, il existerait une différence de près d'une demi-seconde entre les latitudes observées en janvier et en juillet! Mais la variation observée à Paris n'a encore été signalée, à notre connaissance, par aucun autre observatoire. » (*Comptes rendus*, 23 décembre 1867).

On voit que c'est une variation tout à fait analogue qui a été signalée à Berlin, Potsdam et Prague.

Greenwich un maximum de la latitude en juillet et août, et un minimum en décembre et janvier; l'amplitude de la variation, presque $1''$, serait beaucoup plus grande qu'à Paris. A Washington, un minimum se dessine également à la fin de l'année; ce minimum aurait lieu au mois de mai pour Milan. Oxford donne un maximum d'automne, tandis que Poulkova ne paraît pas présenter de variations en rapport avec les saisons.

On voit qu'en somme ces derniers documents sont plus ou moins contradictoires. Quoi qu'il en soit, les résultats communiqués au Congrès de Fribourg ont fait faire un pas important à une question dont l'étude s'impose désormais aux astronomes. Dans chaque observatoire muni d'instruments convenables, l'observation des passages supérieurs de quelques belles étoiles culminant près du zénith, faite dans toutes les saisons, devrait mettre en évidence des variations de $0'',5$. Si cette constatation, appuyée par des méthodes diverses, se généralisait, les conclusions déjà formulées en recevraient une force nouvelle. Il serait curieux de voir comment varient l'amplitude et la phase du phénomène, quand on passe de l'hémisphère boréal à l'hémisphère austral, ou lorsqu'on considère deux stations situées, comme le demandait M. Fergola, par la même latitude et des longitudes très différentes.

Il sera aussi bien intéressant de consulter la publication complète des observations et des réductions pour Berlin, Potsdam et Prague, de se rendre compte de la question très délicate du rattachement des groupes les uns aux autres, et de comparer les résidus groupés suivant la grandeur des distances zénithales.

En admettant, ce qui semble dès maintenant très probable, que les variations sont réelles, il resterait à en trouver la cause. Mais on doit imiter jusqu'à nouvel ordre la réserve prudente de Villarceau. A côté des effets météorologiques dont on a parlé et auxquels il convient de joindre ceux de la nutation eulérienne, on pourrait toutefois conjecturer que, soit pour les instruments, soit pour l'atmosphère, la température joue un certain rôle, puisque les variations semblent suivre le cours des saisons.

Les théories de la réfraction supposent une constitution régulière de l'atmosphère, un état statique qui n'est probablement jamais réalisé. On pourrait peut-être se demander s'il est possible que, sous certaines influences, les couches de niveau de l'atmosphère

présentent une déformation variable avec les saisons ⁽¹⁾. Il faudra sans doute encore bien des études avant d'arriver à la solution du problème.

F. TISSERAND.

NOTE AU SUJET DE LA VARIATION DES LATITUDES;

PAR M. R. RADAU.

Dans le mouvement de rotation de la Terre, si l'on fait abstraction des forces extérieures et des modifications possibles de la masse terrestre, l'axe de rotation OI peut être considéré comme immobile, car il ne peut s'écarter sensiblement de la normale OG au plan invariable (théorème de Poinsot); mais l'axe d'inertie OC , entraîné dans la rotation diurne, décrira un petit cône dans le ciel. Cependant le pôle de rotation I se déplace lentement à la surface du globe et décrit, autour du pôle terrestre C , un petit cercle dans une période de 10 mois (cycle eulérien). Il en résulte une variation périodique de la distance du pôle céleste I au zénith d'un lieu du globe, et par suite ce qu'on appelle une variation de la latitude. D'après Peters et Nyrén, le rayon du petit cercle ne dépasserait guère $0'',08$, ce qui donnerait une variation totale de $0'',16$, dans l'espace de dix mois.

Le phénomène se complique un peu par l'intervention des forces extérieures, car le mécanisme connu de la précession et de la nutation produit une faible variation diurne des latitudes, dont le coefficient oscille entre 0 et $0'',02$, ce qui donne un écart maximum de $0'',04$, dont il ne semble pas qu'on se soit préoccupé dans la détermination des constantes du cycle eulérien.

Il est, d'autre part, fort possible que, sous l'action des phénomènes géologiques et météorologiques, les valeurs de ces constantes changent d'une manière irrégulière (voir *Bulletin*, V, p. 548).

Un poids équivalent à celui d'une couche d'eau de $0^m,01$ couvrant toute la Terre, appliqué en un point du parallèle de 45° ,

⁽¹⁾ Dans son *Essai sur les réfractions astronomiques*, p. 55, M. Radau montre qu'une dénivellation de 1^r peut fausser la réfraction zénithale de $0'',1$, ou de plusieurs dixièmes de seconde, suivant l'épaisseur de la couche dérangée.

repousserait le pôle C de 0",08 sur le prolongement du méridien. Ce serait le poids d'une couche d'eau de 0^m,50, recouvrant l'Europe, ou d'une couche de neige 7 ou 10 fois plus épaisse. La pression d'une couche d'eau de 0^m,10 équivaut à celle de 7^{mm} de mercure. Ces chiffres permettent d'apprécier l'effet possible d'un phénomène donné.

Supposons maintenant que le pôle C se trouve écarté de sa position moyenne d'une quantité variable $c = c_0 \sin mt$, où m peut représenter le mouvement diurne du Soleil ou celui de la Lune; dans le premier cas, on aurait affaire à un phénomène annuel. En désignant par ξ , η les coordonnées sphériques, par rapport à C, de la normale G (coordonnées parallèles aux axes principaux, mesurées sur une sphère de rayon 1), et par α , β , γ les vitesses de déviation des axes principaux, ou les excès de leurs rotations p , q , r sur les rotations moyennes du globe, on arrive aux équations différentielles suivantes (*voir* le n° 218 du t. II du *Traité* de M. Tisserand) :

$$\begin{aligned}\frac{d\xi}{dt} + (\mu - \gamma)\eta &= -\beta, \\ \frac{d\eta}{dt} - (\mu - \gamma)\xi &= +\alpha,\end{aligned}$$

où $\mu = \frac{\omega}{365}$ représente le mouvement diurne du cycle eulérien, ω étant la vitesse de la rotation diurne. Dans les phénomènes que nous avons en vue, γ est une constante, qui s'annule s'il s'agit d'un phénomène local.

Si l'on fait d'abord abstraction des seconds membres, les équations donnent

$$\xi = A \cos(\mu - \gamma)t, \quad \eta = A \sin(\mu - \gamma)t$$

(je supprime la constante qui s'ajoute à t). Ces termes, qui deviennent $A \cos \mu t$, $A \sin \mu t$, en rapportant les coordonnées à des axes fixes dans le globe, représentent simplement le cycle eulérien.

Il nous reste à chercher les termes qui tiennent compte des seconds membres.

Une simple considération géométrique montre que la vitesse de

rotation α autour de l'axe Ox est égale à γc , tandis que $\beta = -\frac{dc}{dt}$.
On trouve alors

$$\xi - c = -\frac{\mu(\mu - \gamma)}{(\mu - \gamma)^2 - m^2} c_0 \sin mt,$$

$$\eta = +\frac{\mu m}{(\mu - \gamma)^2 - m^2} c_0 \cos mt.$$

Ce sont les coordonnées de G , et à très peu près aussi celles du pôle I , par rapport au pôle fixe c_0 . Supposons maintenant qu'il s'agisse du phénomène des marées. La vitesse γ sera un peu plus petite que ω , et de sens contraire, $\gamma = -\frac{30}{31} \omega$. Comme elle est beaucoup plus grande que m , qui représente $\frac{1}{27}$ ou $\frac{1}{366}$ de ω , on voit que $\xi - c$ et η sont à peine de l'ordre de $\frac{c_0}{300}$. La variation des latitudes, occasionnée par les marées, est donc négligeable. (J'avais trouvé des termes pouvant s'élever à quelques centièmes de seconde, en faisant $\beta = 0$; mais ces termes disparaissent en faisant $\beta = -\frac{dc}{dt}$, ce qui est plus logique.)

S'il s'agissait d'un phénomène local et annuel, on aurait

$$\gamma = 0, \quad m = \frac{5}{6} \mu, \quad \mu^2 - m^2 = \frac{11}{36} \mu^2,$$

et, par suite,

$$c - \xi = 3,3 c_0 \sin mt, \quad \eta = 2,7 c_0 \cos mt.$$

La trajectoire est une ellipse qui a pour grand axe $6,6 c_0$. Une déviation c_0 de $0'',08$ pourrait donc produire (par une sorte d'interférence des périodes de 10 mois et de 12 mois) une variation annuelle des latitudes dépassant $0'',5$.

Mais il ne faut pas oublier que la variation annuelle s'ajoute à celle de dix mois, dont la phase sera, en général, différente. L'écart maximum étant approximativement $2A + 6,6 c_0$, on obtiendrait (temporairement) une variation de $0'',5$ en prenant $A = 0'',15$ et $c_0 = 0'',03$; elle pourrait ensuite descendre à $0'',10$. Ces chiffres donneront une idée des oscillations qui pourraient se manifester.

OBSERVATIONS DE PLANÈTES ET DE COMÈTES,

FAITES À L'OBSERVATOIRE DE MARSEILLE (équatorial Eichens de 0^m.26 d'ouverture):

PAR MM. BORRELLY ET COGGIA.

T. m. Marseille. $\Delta R.$ $\Delta P.$ N. de c. R app. $\log. f. p.$ P app. $\log. f. p.$ ★ Obs.

(288) Glauke (découverte par M. R. Luther, le 20 février 1890).

	h	m	s	m	s		h	m	s		h	m	s				
1.	11.35.43	+0.37,06	— 4.10,5	5:5			9.59.55.81	—1,273			72.55.51,1	—0,612	1	C			
2.	9. 5.35	+0.16,03	— 6.36,5	5:5			9.59.34,76	—2,984			72.53.25,0	—0,597	2	C			
3.	11.44.15	—2.48,93	+ 4.22,2	5:5			9.58.32,03	—1,365			72.46.26,6	—0,620	3	C			
4.	14.20.28	—3. 7,33	+ 2.22,0	5:5			9.58.13,61	—1,634			72.44.26,2	—0,716	4	C			

(292) (découverte par M. Palisa, le 25 avril et par M. Charlois, le 26 avril 1890).

1.	11.26. 7	—2.19,84	+ 6.28,3	6:6			14.16.21,91	—2,633			100.42.26,5	—0,863	5	B			
----	----------	----------	----------	-----	--	--	-------------	--------	--	--	-------------	--------	---	---	--	--	--

(246) Asporine.

1.	11.21.39	—1.50,50	— 2.18,5	2:2			15.56. 9,91	+1,025			84.35.56,4	—0,739	6	B			
2.	8.51.35	—2.33,31	— 6.49,7	4:4			15.55.27,10	—1,528			84.31.25,1	—0,754	7	B			
3.	9. 9.48	—1.19,57	+11.50,2	6:6			15.52.13,47	—1,459			84.13.35,6	—0,746	8	B			
4.	9.16.56	—2. 8,30	+ 8. 5,4	5:5			15.51.24,75	—1,432			84. 9.50,5	—0,744	9	B			
5.	9.59.31	—2.57,92	+ 4.37,4	5:5			15.50.35,14	—1,284			84. 6.22,5	—0,738	10	B			
6.	9.16.48	—3.44,59	+ 1.34,5	5:5			15.49.48,48	—1,408			84. 3.19,5	—0,742	11	B			
7.	10. 1.56	+1.50,11	+11.15,1	5:5			15.46.39,34	—1,170			83.53.52,2	—0,734	12	B			
8.	9.16. 3	+0.20,18	+ 8.18,4	5:5			15.45. 9,39	—1,325			83.50.55,5	—0,737	13	B			

(43) Ariane.

2.	11. 2.56	—1.17,31	+ 0.40,8	5:5			18.56.49,69	—1,455			111.54.43,8	—0,880	14	B			
3.	10.51.28	—1.58,90	— 1.56,5	5:5			18.56. 8,12	—1,469			111.52. 6,5	—0,878	15	B			
4.	10.37.33	—2.42,00	— 4.31,7	5:5			18.55.25,04	—1,490			111.49.31,3	—0,874	16	B			
5.	11.22. 0	—4.16,22	— 9.51,2	5:5			18.53.50,86	—1,339			111.44.11,7	—0,893	17	B			
6.	10.22.32	—5. 2,60	—12.19,4	5:5			18.53. 4,50	—1,484			111.41.43,5	—0,875	18	B			
7.	10.50.56	—5.52,88	—15. 1,2	5:5			18.52.14,24	—1,499			111.39. 1,7	—0,880	19	B			
8.	9.55. 3	—0.35,22	— 5.29,5	5:5			18.46.52,29	—1,474			111.24. 6,9	—0,876	20	B			
9.	9.46.10	—1.31,80	— 8. 0,8	5:5			18.45.55,72	—1,486			111.21.35,6	—0,874	21	B			
10.	10. 0.36	—2.29,87	—10.30,6	5:5			18.44.57,67	—1,440			111.19. 5,8	—0,881	22	B			
11.	9.58.56	—3.27,81	—13. 0,1	5:5			18.43.59,74	—1,431			111.16.36,3	—0,882	23	B			
12.	10.17.29	+1.18,21	+ 0. 8,1	5:5			18.40. 4,80	—1,305			111. 6.51,5	—0,828	24	B			
13.	9.57.31	+0.30,32	— 2.16,1	5:5			18.39. 6,92	—1,351			111. 4.27,2	—0,888	25	B			
14.	9.21.26	—0.36,36	— 4.33,5	5:5			18.38.10,25	—1,451			111. 2. 9,6	—0,879	26	B			
15.	9.42.20	—3. 1,03	—14.26,7	4:4			18.35.45,62	—1,347			110.51.15,9	—0,889	27	B			

Dates. T. m. Marseille. ΔR . $\Delta \alpha$. N. de c. R app. log f. p. α app. log f. p.

(304) (découverte par M. Charlois, le 15 juillet 1890).

1890	h	m	s	m	s		h	m	s				
JUILL. 18.	11.27.12			+0.12.97		— 8.28.0	6:6	21.21.37.53			—1,373	103.55.18.8	—0.861
19.	11.28.9			—0.16.44		— 3.0.2	5:5	21.21.8.14			—1,358	104.0.46.5	—0.862

Brooks.

MARS 27.	16.15.15			—0.42.51		— 0.46.4	10:10	21.10.36.18			—1,612	81.7.51.7	—0.733
28.	16.30.43			+1.51.82		— 9.19.1	5:5	21.10.43.97			—1,596	80.40.45.0	—0.734
29.	16.12.47			+1.37.45		— 2.58.6	10:10	21.10.51.72			—1,609	80.13.44.7	—0.734
AVR. 21.	13.51.9			+0.19.46		+ 0.57.2	10:10	21.7.18.03			—1,665	67.23.15.9	—0.71
Mai 14.	11.23.1			+0.7.73		—11.10.6	5:5	20.38.5.04			—1,763	48.29.44.5	—0.61
15.	11.48.53			+1.28.02		— 1.49.1	5:5	20.35.32.78			—1,761	47.31.30.7	—0.55
21.	10.52.52			—2.43.63		+ 9.4.9	5:5	20.22.24.07			—1,813	41.36.10.4	—0.53
22.	10.22.8			— 2.5.95		— 6.49.6	5:5	20.14.34.66			—1,823	40.47.55.8	—0.53
23.	10.45.19			+3.34.32		+ 0.2.3	5:5	20.9.10.41			—1,825	39.44.40.6	—0.4
24.	10.25.24			—4.33.59		— 5.10.6	5:5	20.4.55.26			—1,837	38.47.11.0	—0.5
JUIN 9.	10.59.1			+2.28.61		+ 0.13.0	5:5	18.9.29.03			—1,685	26.7.16.3	+0.3
11.	11.41.13			—0.6.34		+ 4.4.7	5:5	17.48.12.19			—3,307	25.16.17.5	+0.5
12.	11.34.57			—2.13.30		— 0.11.2	5:5	17.36.2.18			— 3,206	25.5.53.6	+0.5
13.	11.23.0			+0.21.00		+ 0.16.1	10:10	17.27.43.94			—3,209	24.49.22.5	+0.5
24.	9.13.41			+1.22.33		+ 3.33.1	5:5	15.30.49.66			—4,256	25.28.45.2	+0.5
25.	9.9.46			+0.19.49		+ 6.32.8	5:5	15.23.3.81			+4,300	25.49.48.5	+0.5
26.	9.15.35			—6.10.94		— 2.55.2	5:5	15.14.39.84			+5,935	26.12.49.0	+0.5
27.	9.25.2			+0.58.98		— 9.49.0	5:5	15.6.46.23			+3,019	26.37.23.7	+0.5
28.	9.10.32			+2.33.03		— 3.24.0	5:5	14.59.10.72			—3,199	27.3.46.4	+0.5
JUILL. 1.	9.16.48			—2.33.45		+ 4.0.3	5:5	14.38.47.53			—1,476	28.29.59.7	+0.5
2.	9.27.30			—4.23.05		— 4.6.6	5:5	14.32.41.40			+1,571	29.0.42.3	+0.5
3.	9.2.8			+0.59.78		— 5.49.9	5:5	14.27.5.08			+1,491	29.31.18.3	+0.5
4.	10.6.48			—1.25.65		— 4.40.2	5:5	14.21.30.18			+1,739	30.4.33.7	+0.5
16.	9.18.8			+1.48.80		+ 4.49.3	5:5	13.37.4.97			+1,745	36.35.58.9	+0.5
17.	9.12.10			—1.43.59		+17.2.2	5:5	13.34.37.91			+1,749	37.7.33.2	+0.5

Coggia.

JUILL. 26.	9.4.37			—1.6.09		—2.56.5	6:6	9.44.34.18			—1,704	51.31.3.9	—
------------	--------	--	--	---------	--	---------	-----	------------	--	--	--------	-----------	---

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	R moy. 1890.0	l éd. au j.	α moy 1890.0	R éd. au j.	Autorités.
1.	9.4	9.59.18.02	+0.73	72.59.59.3	+2.3	4196 Yarnall.
2.	9.4	9.59.18.02	+0.72	72.59.59.3	+2.2	Id.

Gr.	α moy. 1890,0.	Réd. au j.	φ moy. 1890,0.	Réd. au j.	Autorités.
3,5	10. 1.20,25	+0,71	72.42. 2,4	+ 2,0	3453 B. A. C.
3,5	10. 1.20,25	+0,69	72.42. 2,4	+ 1,8	Id.
9	14.18.40,59	+1,17	100.36. 4,2	- 6,0	295 W ₁ , H. XIV.
8,9	15.57.59,04	+1,37	84.38. 9,7	+ 5,2	1063 W ₁ , H. XV.
8,9	15.57.59,04	+1,38	84.38. 9,7	+ 5,1	Id.
9	15.53.31,62	+1,42	84. 1.40,8	+ 4,6	981 W ₁ , H. XV.
9	15.53.31,62	+1,43	84. 1.40,8	+ 4,3	Id.
9	15.53.31,62	+1,44	84. 1.40,8	+ 4,3	Id.
9	15.53.31,62	+1,45	84. 1.40,8	+ 4,2	Id.
7	15.44.47,73	+1,50	83.42.33,5	+ 3,6	832 W ₁ , H. XV.
7	15.44.47,73	+1,48	83.42.33,5	+ 3,6	Id.
4,5	18.58. 5,27	+1,73	111.54. 4,8	- 1,8	8103 Yarnall.
4,5	18.58. 5,27	+1,75	111.54. 4,8	- 1,8	Id.
4,5	18.58. 5,27	+1,77	111.54. 4,8	- 1,8	Id.
4,5	18.58. 5,27	+1,81	111.54. 4,8	- 1,9	Id.
4,5	18.58. 5,27	+1,83	111.54. 4,8	- 1,9	Id.
4,5	18.58. 5,27	+1,85	111.54. 4,8	- 1,9	Id.
5,5	18.47.25,55	+1,96	111.29.38,0	- 1,6	8002 Yarnall.
5,5	18.47.25,55	+1,97	111.29.38,0	- 1,6	Id.
5,5	18.47.25,55	+1,99	111.29.38,0	- 1,6	Id.
5,5	18.47.25,55	+2,00	111.29.38,0	- 1,6	Id.
7	18.38.44,53	+2,06	111. 6.44,0	- 0,6	7936 Yarnall.
7	18.38.44,53	+2,07	111. 6.44,0	- 0,7	Id.
7	18.38.44,53	+2,08	111. 6.44,0	- 0,9	Id.
7	18.38.44,53	+2,12	111. 6.44,0	- 1,4	Id.
7,8	21.21.22,56	+2,00	104. 3.55,3	- 8,5	441 W ₁ , H. XXI.
7,8	21.21.22,56	+2,02	104. 3.55,3	- 8,6	Id.
8	21.11.19,83	-1,14	81. 8.25,7	+12,4	202 W ₁ , H. XXI.
8	21. 8.53,25	-1,10	80.49.51,6	+12,5	134 W ₁ , H. XXI.
9	21. 9.15,35	-1,08	80.16.30,7	+12,6	146 W ₁ , H. XXI.
7,8	21. 6.59,04	-0,47	67.22. 3,7	+15,0	102 W ₁ , H. XXI.
6	20.37.56,81	+0,50	48.40.38,5	+16,6	40058 Lalande.
7,5	20.34. 4,19	+0,57	47.33. 3,2	+16,6	39929 Id.
8	20.25. 6,77	+0,93	41.26.49,3	+16,2	39551 Id.
8,5	20.16.39,57	+1,04	40.54.29,5	+15,9	39206 Id.
9	20. 5.34,91	+1,18	39.44.22,9	+15,4	38737 Id.
5	20. 9.27,64	+1,21	38.52. 6,1	+15,5	38905 Id.
9,5	18. 6.57,38	+3,04	26. 6.58,1	+ 5,2	33621 Id.
8,5	17.48.15,32	+3,21	25.12. 9,9	+ 2,9	32885 Id.
9	17.38.12,24	+3,24	25. 6. 2,9	+ 1,9	32495 - 96 Lalande.
9	17.27.19,68	+3,26	24.49. 6,0	+ 0,4	32090 Lalande.
6	15.29.24,43	+2,90	25.25.19,5	- 7,4	28488 Id.
9,8	15.22.41,84	+2,48	25.43.26,2	-10,5	15387 - 88 Arg.-Oeltz.
6	15.20.48,52	+2,26	26.15.55,0	-10,8	15361 Arg.-Oeltz.

★	Gr.	$\bar{R}$ moy. 1890.0. ^h ^m ^s	Réd. au j.	$\bar{Q}$ moy. 1890.0.	Réd. au j.	Autorités.
47.	6,7	15. 5.44,98	+2,27	26.27.46,1	-11,4	15161 Arg.-Oeltz.
48.	9	14.56.35,60	+2,09	27. 0.34,5	-12,1	15033 Id.
49.	6,7	14.41.19,19	+1,79	28.26.12,4	-13,0	14844 Id.
50.	8	14.37. 2,75	+1,70	29. 5. 2,0	-13,1	14783 Id.
51.	8	14.26. 3,75	+1,55	29.37.21,7	-13,5	14624 Id.
52.	9	14.22.54,35	+1,48	30. 9.27,5	-13,6	14533 Id.
53.	6	13.35.15,52	+0,65	36.31.23,4	-13,8	13862 Id.
54.	7	13.32.53,71	+0,61	36.50.44,7	-13,7	13820 Id.
55.	7	9.45.40,83	-0,56	51.34. 5,6	- 5,2	916 W ₂ , H. IX.

Remarques. — Planète (288) Glauke : le 23 mars, le ciel était presque couvert et la planète à peine visible; le 26 mars, l'observation a été gênée par la lumière de la Lune; le 27, la planète très faible a été observée après le coucher de la Lune.

Planète (292) : le 28 avril, est de gr. 12,5.

Planète (246) : le 17 mai, est de gr. 11; le 30 mai de gr. 11,5.

Planète (43) : le 14 juin est de gr. 9.

Planète (294) : le 19 juillet est de gr. 13,5; l'observation à notre équatorial en est difficile.

☛ *Brooks* : le 21 avril, l'éclat paraît sensiblement le même qu'en mars; le 14 mai, noyau de la 9^e grandeur et queue de 10' opposée au Soleil; le 1^{er} juillet, noyau de 10^e grandeur et queue de 5'; le 17 juillet, noyau de 11^e grandeur et queue de 3'; le noyau étant bien défini et presque stellaire, l'observation est très facile.

☛ *Coggia* : les sept premières observations de cette comète (18, 19, 20, 21, 22, 23 et 25 juillet) ont été publiées dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, tome CXI, p. 216. L'éclat de la comète a été en diminuant du 18 au 26 juillet.

ÉPHÉMÉRIDE DE LA PLANÈTE (110) LYDIE

(GRANDEUR 10,2);

PAR M. L. FABRY.

Les éléments ont été tirés du *Jahrbuch* pour 1892.

Lieux moyens 1890,0.

12 h. T. m. de Paris. 1891.	$\bar{R}$. h m s	($\bar{Q}$).	log Δ .	log r .
OCT. 29.....	2.25.37	+10.56,3	0,2094	0,4168
31.....	23.43	51,9		
NOV. 2.....	2.21.51	+10.47,5	0,2168	0,4173

12 h. T. m. de Paris.	R.	Q.	log Δ.	log r.
1890.	h m s			
Nov. 4.....	2. 19. 59	+ 10. 43,3		
6.....	18. 9	39,2	0,2133	0,4178
8.....	16. 21	35,3		
10.....	14. 36	31,7	0,2170	0,4183
12.....	12. 54	28,4		
14.....	11. 15	25,5	0,2219	0,4188
16.....	9. 40	22,9		
18.....	8. 10	20,7	0,2278	0,4193
20.....	6. 44	18,9		
22.....	5. 23	17,5	0,2346	0,4198
24.....	4. 8	16,6		
26.....	2. 58	16,1	0,2423	0,4203
28.....	1. 54	16,1		
30.....	0. 56	16,5	0,2507	0,4208
Déc. 2.....	2. 0. 5	17,5		
4.....	1. 59. 19	19,0	0,2597	0,4214
6.....	58. 40	21,0		
8.....	58. 6	23,4	0,2693	0,4219
10.....	57. 39	26,3		
12.....	57. 19	29,8	0,2793	0,4224
14.....	57. 6	33,8		
Déc. 16.....	1. 56. 59	+ 10. 38,3	0,2897	0,4229

Cette planète n'a pas été observée depuis 1879.

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

MONTHLY NOTICES.

T. L, mai et juin 1890.

Aires et latitudes héliographiques des taches du Soleil, en 1889.

Les résultats, communiqués par l'Astronome royal, sont déduits des photographies prises à Greenwich, à Dehra Dûn et à Maurice. L'époque du minimum des taches a eu lieu dans le courant de l'année dernière.

Todd (David P.). — Préparatifs concernant l'éclipse du 22 décembre 1889 (4 pages).

L'auteur avait été chargé d'organiser l'expédition américaine. Il donne

un résumé des dispositions prises. L'essentiel de la nouvelle méthode était d'attacher à un même axe polaire, contrôlé par une puissante pendule, les divers appareils, en tout 2 miroirs et 23 objectifs.

L'idée paraît pratique, nous renverrons à l'article de M. David P. Todd pour les détails.

Davidson (G.). — Projection des étoiles sur le bord brillant de la Lune au moment de l'occultation et phénomènes analogues.

A l'occasion du phénomène de projection signalé par l'Astronome royal (*Bulletin*, VII, p. 126), le professeur Davidson, du *Coast and Geodetic Survey*, cite des observations semblables qu'il a faites pendant ses multiples travaux géodésiques, et à des altitudes parfois considérables. En 1848-49, en 1855, il a vu Antarès se projeter sur le disque de la Lune; un phénomène analogue a été constaté pour les occultations des satellites de Jupiter par la planète. Mais cela n'arrive, dit le professeur Davidson, que lorsque l'atmosphère n'est pas calme, et la comparaison avec les images des signaux géodésiques le confirme dans cette opinion.

La Note de M. Davidson a fait le sujet de plusieurs remarques à la séance du 9 mai.

Le général Tennant, Président, a observé aussi, pendant les triangulations indiennes, les variations d'aspect et de grandeur des disques des images produites par les signaux géodésiques; le disque de Jupiter lui a paru parfois agrandi. Avec des conditions atmosphériques très favorables et en ayant soin de diminuer la lumière de la Lune par la réflexion sur un prisme, il a pu voir (le capitaine Noble aussi) les étoiles disparaître un instant derrière une montagne de la Lune, pour réapparaître avant d'être finalement occultées. Avec une atmosphère troublée, les étoiles pourraient alors se projeter sur le disque lunaire.

La particularité de la projection paraît appartenir, d'après le capitaine Noble et M. Davidson, surtout aux étoiles rouges; Aldébaran a été souvent vu sur le disque lunaire.

M. Nevill, qui s'est beaucoup occupé de réduire des occultations d'étoiles par la Lune, observe que, lorsqu'on calcule la distance au centre de la Lune pour le moment de la disparition de l'étoile, l'étoile paraît s'approcher de plus en plus du centre à mesure que le disque lunaire devient plus brillant, bien que, pendant tout ce temps, le disque apparent doive être agrandi par l'effet de l'irradiation. Le cinquième jour environ (après la pleine Lune), le disque est à son maximum d'éclat, et il diminue ensuite, mais l'étoile paraît cependant continuer à se rapprocher du centre de la Lune jusqu'au dixième jour environ. Quelque chose de semblable se présente pour le bord sombre. Les choses se

passent, conclut M. Nevill, comme si la surface lunaire était modifiée par son exposition de plus en plus directe aux rayons du Soleil, occasionnant une réfraction des rayons lumineux et un rapprochement apparent de l'étoile vers le centre de la Lune.

Ces questions intéressantes seront tranchées par la réduction de nombreuses séries d'occultations.

Nevill (E.). — L'évection de Jupiter (10 pages).

Nous devons nous borner à quelques extraits de la Note de M. Nevill :

« En 1876, la discussion des observations de la Lune, faites de 1862 à 1874, à Greenwich et à Washington, conduisit le professeur Newcomb à la découverte d'une nouvelle inégalité dans le mouvement en longitude de la Lune.

» Cette inégalité, comme on le montra ensuite, est due à l'action perturbatrice de Jupiter, elle correspond à l'inégalité, appelée *évection*, causée par l'influence perturbatrice du Soleil, d'où le nom d'*évection de Jupiter*. »

Dans les Mémoires de la Société (t. XXIX), Sir G. Airy a publié les résultats de la discussion des observations lunaires de Greenwich de 1750 à 1851, avec les corrections à la théorie adoptée ayant pour argument l'anomalie moyenne de la Lune. Il donne les valeurs des coefficients de ces termes pour des périodes consécutives (p. 12 et 14), et il en déduit l'existence d'inégalités apparentes dans la longitude de la Lune dépendant des arguments :

Anomalie moyenne $C \pm$ longitude moyenne du nœud ascendant.

Les recherches de M. Nevill tendent à établir que la discussion approfondie de ces résultats aurait pu conduire Sir G. Airy à la découverte de l'évection de Jupiter, et, d'autre part, qu'il existe encore des inégalités sensibles de périodes presque égales, mais dues à une autre cause.

Gore (J.-E.). — Sur l'orbite de δ Cygne.

Éléments provisoires de l'orbite avec la comparaison aux observations (de 1783 à 1887).

Schooling (W.). — Moyen de rendre plus commode l'usage des équatoriaux.

Le dispositif proposé rappelle celui de M. Bigourdan (*Bulletin*, I, p. 169), et consiste, en principe, à placer dans l'intérieur du tube de la

lunette un réflecteur pour réfléchir à angle droit les rayons lumineux venant de l'objectif.

Common (A.-A.). — Notes sur les télescopes et sur la construction des grands disques de verre.

M. Common dit qu'en 1884, au mois de mai, il a publié une Note sur un moyen de diminuer les frottements pour l'axe polaire d'un grand télescope, dans laquelle il mentionnait en passant une combinaison optique allant avec ce système de construction (*Bulletin*, I, p. 397). Il décrit aujourd'hui une combinaison qu'il juge préférable à quelques égards (il n'y a que deux surfaces réfléchissantes). M. Common suggère aussi quelques idées sur la construction des grands disques de verre, qu'on pourrait obtenir par la réunion de plusieurs pièces soudées ensemble.

Common (A.-A.). — Observations de Mimas.

Trois observations, le 17 mars, les 20 et 29 avril.

Denning (W.-F.). — Catalogue de 918 points radiants d'étoiles filantes observées à Bristol (57 pages).

Le Catalogue proprement dit est complété par une liste de 45 points radiants *stationnaires*.

Nous extrayons quelques passages du préambule de M. Denning : « Quelques-uns des points radiants se déplacent rapidement relativement aux étoiles, tandis que beaucoup d'autres restent fixes. Les Perséides, cela est certain, commencent à tomber vers le 8 juillet d'un radiant à $3^{\circ} + 49^{\circ}$, et ils ne discontinuent pas jusqu'au 22 août, alors que le centre de radiation est par $78^{\circ} + 58^{\circ}$. Au 10 août, au moment du maximum, le radiant est à $46^{\circ} + 57^{\circ}$, correspondant avec la comète 1862 III. Les Lyrides d'avril ont aussi un point radiant qui se déplace rapidement. D'autre part, les Orionides d'octobre ne présentent pas de variation analogue, bien que l'activité de l'essaim dure trois semaines (9-29 octobre). Un des résultats les plus singuliers des observations est qu'un nombre relativement grand d'essaims fonctionnent pendant une période plus longue que n'autoriserait la théorie acceptée de leur origine cométaire... Il est très probable qu'il n'y a pas une seule pluie météorique qui n'ait une durée supérieure à 24 heures. La question de la durée de la visibilité des points radiants exige un examen approfondi. »

M. Denning s'est efforcé de contrôler par 5000 observations le fait de

la radiation stationnaire signalé dans les *Monthly Notices* (1884, décembre; *Bulletin*, III, p. 92); il cite plusieurs cas caractéristiques : un point radiant entre α et β Persée, par $47^\circ + 44^\circ$, dont la période d'activité (234 jours) s'étend de juillet 20 à mars 12 (il y a à noter que ces α - β Perséides ont une vitesse rapide en juillet et août et laissent alors des traînées; plus tard, ils perdent leurs traînées et leur vitesse apparente tend à diminuer); un autre point radiant par $335^\circ + 58^\circ$ et enfin un autre par $155^\circ + 40''$.

M. Denning demeure convaincu qu'on ne peut expliquer les choses par une coïncidence accidentelle de points radiants appartenant à des essaims distincts.

Marth (A.). — Éphéméride pour les observations physiques de la Lune.

Tennant (Général J.-F.). — Errata dans le t. II du *Traité d'Oppolzer*.

11 errata signalés jusqu'à la page 111.

Newcomb (S.). — Comparaison des ascensions droites des étoiles horaires dans le Ten Year Catalogue de Greenwich pour 1880 avec les Catalogues fondamentaux de l'Éphéméride américaine (*a*) et de l'*Astronomische Gesellschaft* (*b*) et (*c*) (8 pages).

La comparaison entre le dernier Catalogue de Greenwich (*Bulletin*, VII, p. 247) et les Catalogues (*a*), (*b*) et (*c*) établit qu'il y a seulement entre eux une différence pour l'origine de l'équinoxe [la différence cat.-Greenwich est d'environ $-0^s,03$ pour (*a*), (*b*) (*c*)], pouvant tenir, pense M. Newcomb, à quelque équation personnelle à l'instrument, telle que l'épaisseur des fils.

Safford (T.-H.). — Comparaison du même Catalogue de Greenwich avec le Catalogue d'étoiles polaires de Williamstown.

La différence $\Delta\alpha \cos \delta$ dans le sens W.-G., rapportée à 106 étoiles, est $+0^s,0283$. Quand on arrange les étoiles par ordre d'ascension droite, il se manifeste un léger écart périodique sur lequel M. Safford ne peut encore se prononcer.

Downing (A.-M.-W.). — Les positions d'étoiles du second Catalogue général de Melbourne pour 1880.

Les positions dont il s'agit ont été comparées au Catalogue du Cap pour 1880; la comparaison est fondée sur 881 étoiles.

Au moyen des Tables déjà publiées (*Monthly Notices*, t. XLVII, p. 453. 454; *Bulletin*, IV, p. 438), on a finalement la comparaison des Catalogues du Cap, de Cordoba et de Melbourne (I) rapportés à celui de Melbourne (II — 1880).

Downing (A.-M.-W.). — Correction des éléments de l'orbite de Junon.

Les éphémérides de Junon publiées par le *Nautical Almanac* exigeant dans les derniers temps une correction assez forte en ascension droite, M. Downing a exécuté les calculs nécessaires pour obtenir de meilleurs éléments pouvant servir de base aux éphémérides futures. Le travail, poursuivi avec l'assistance de la Société astronomique, a consisté à ramener les observations de Greenwich et de Paris à un système uniforme, à établir et à résoudre 54 équations de condition fondées sur les observations faites de 1864 jusqu'à la fin de 1887.

La comparaison des éphémérides corrigées aux observations ne donne plus lieu qu'à de faibles écarts.

Finlay (W.-H.). — Sur les Tables pour la réduction des étoiles, de la position moyenne à la position apparente.

Les formules usuelles sont

$$\begin{aligned}\alpha' - \alpha &= f + g \sin(G + \alpha) \tan \delta + h \sin(\Pi + \alpha) \sec \delta, \\ \delta' - \delta &= i \cos \delta + g \cos(G + \alpha) + h \cos(G + \alpha) \sin \delta.\end{aligned}$$

M. Finlay écrit, g_0 et h_0 étant des constantes choisies une fois pour toutes,

$$\begin{aligned}\alpha - \alpha &= f + \left(1 + \frac{g - g_0}{g_0}\right) g_0 \sin(G + \alpha) \tan \delta \\ &\quad + \left(1 + \frac{h - h_0}{h_0}\right) h_0 \sin(\Pi + \alpha) \sec \delta\end{aligned}$$

et la formule analogue pour la déclinaison; puis il fait

$$\alpha' - \alpha = f + P(1 + x) + Q(1 + y),$$

P et Q étant des quantités à déduire d'une Table à double entrée ayant pour arguments α et δ .

Cette manière de conduire le calcul paraît avantageuse, au moins jusqu'à 70°, et M. Finlay est en train d'achever les Tables numériques nécessaires.

se produire vers le rouge. Les résultats des observations sont indiqués ci-dessous (+ indique un éloignement, — un rapprochement):

Dates.	Temps m. de Potsdam.		Mouvement observé. km	Corr. relat. au ☉. km	★ — ☉. km
	h	m			
1889. AVRIL 21	9.	15	— 86,1	— 5,2	— 91,3
» 29	11.	10	— 89,0	— 8,9	— 97,9
MAI 1	10.	58	+ 55,7	— 9,6	+ 46,0
1890. AVRIL 4	11.	30	— 25,2	+ 3,7	— 21,5
» 9	10.	30	— 105,4	+ 1,5	— 103,9
» 10	11.	30	— 2,2	+ 0,7	— 1,5
» 11	10.	50	+ 56,4	0,0	+ 56,4
» 13	10.	50	— 109,1	— 0,7	— 109,8
» 15	10.	0	+ 83,8	— 2,2	+ 81,6

Les nombres du Tableau sont seulement transformés des milles allemands en kilomètres.

La réduction des observations a donné à M. Vogel une période de révolution d'à peu près 4 jours. La vitesse orbitale maximum dans la direction du rayon visuel est d'environ 89^{km} , et l'ensemble du système approche de la Terre avec la vitesse approchée de 22^{km} par seconde.

M. Maunder annonce d'autre part dans sa Note que les déterminations assez nombreuses faites à Greenwich confirment les conclusions du Dr Vogel; M. Maunder se propose de combiner les mesures de Potsdam, de Greenwich et celles du Dr Huggins et de M. Seabroke.

Après avoir suggéré que Rigel est associé aussi à un corps obscur, ce qui expliquerait les fluctuations de déplacement des raies; que, sans doute, beaucoup d'autres étoiles sont dans le même cas, Miss Clerke termine par la réflexion suivante: Il est assez remarquable que les étoiles les plus brillantes paraissent posséder les satellites les plus sombres. Sirius est associé avec un corps qui se rapproche de l'état planétaire; Procyon et ζ Écrevisse, avec des masses qui peuvent déjà l'avoir atteint. Probablement toutes les étoiles du type d'Algol, y compris l'Épi et Rigel, appartiennent à la classe I et se distinguent par leur grand éclat intrinsèque (M. Espin a trouvé récemment que le spectre de Y Cygne est de la classe I). La dépendance étroite de corps semblables en grandeur, mais si différents pour les pouvoirs émissifs, jette quelque doute sur l'idée qu'on se fait de l'âge et de la température des étoiles; car il est difficile de concevoir comment de deux corps du même système, ayant des masses presque égales, l'un est devenu invisible, tandis que l'autre se maintient au plus haut degré d'incandescence.

Poole (J.-U.). — Notice sur Victor Kullberg.

Notice sur ce célèbre horloger, né en Suède, en 1824, venu à Londres en 1851 pour s'y fixer et y devenir le chef d'une importante maison.

Plummer (W.-E.). — Groupes de comètes.

L'article de M. Plummer paraît avoir pour objet principal de défendre la théorie de Hoek contre les critiques de M. Holetschek (*Bulletin*, IV, p. 496).

Le fait reconnu depuis longtemps que certaines comètes, se mouvant généralement sur des paraboles, et suivant à peu près la même trajectoire, ont passé à leurs périhélie respectifs à des intervalles plus ou moins longs conduit à admettre que ces comètes ont une origine commune (la séparation ayant pu se produire lors du passage près d'une étoile), éloignée du système solaire, dans lequel elles ont été amenées par l'attraction du Soleil. Hoek, d'Utrecht, a exposé cette théorie (*Monthly Notices*, t. XXV, XXVI, XXVIII, voir surtout le premier article) avec autorité, en montrant qu'il ne devait pas y avoir là un seul effet du hasard.

Récemment, le Dr Holetschek a examiné la question des groupes de comètes et, se fondant sur la tendance que les grands axes des comètes présentent de s'accumuler dans le voisinage des longitudes héliocentriques 90° et 270° et dans les petites latitudes (*Observatory*, numéro d'août; *Bulletin*, VI, p. 506), il a conclu que les groupes de Hoek s'expliquaient par des circonstances dépendant du mouvement de la Terre plutôt que par une liaison physique réelle. Mais, tout en reconnaissant la justesse des remarques du Dr Holetschek, M. Plummer estime qu'elles suffisent difficilement à expliquer toutes les coïncidences singulières indiquées par Hoek, étant donné surtout que le nombre des comètes connues ne dépasse guère 300.

M. Plummer parle ensuite des autres exemples de coïncidence remarquable qui ont indiqué une liaison entre les comètes : du système des grandes comètes de 1843, 1880 et 1882 qui semblent pouvoir être rattachées à une seule et immense comète qui se serait désagrégée, et des comètes périodiques. Là aussi, et M. Plummer n'a pas de peine à le montrer en s'aidant des Notes intéressantes de M. Schulhof (*Bulletin*, VI, p. 465 et 513), des coïncidences remarquables existent, mais dont la raison est difficile à démêler.

Common (A.-A.). — Un instrument pour comparer et mesurer les photographies célestes.

Elger (T.-G.). — Notes sélénographiques.

Correspondance.

Gore (J.-E.). — Distribution des étoiles visibles à l'œil nu.

Baxendell (J.). — U Cygne.

Markwick (E.-E.). — Étude de quelques étoiles regardées comme variables.

L'auteur a constaté une variation de $0^m,5$ pour γ Cassiopée.

Backhouse (T.-W.). — La nébuleuse annulaire de Barnard dans Monocéros.

Identification de cette nébuleuse avec une de Swift et d'autres voisines.

Monck (W.-H.-S.). — La rotation des étoiles. L'origine des astéroïdes. Les Perséides.

Lynn (W.-T.). — Nomenclature des étoiles. Notice sur l'étoile variable P (34) Cygne.

Denning (W.-F.). — Visibilité de Mercure à la fin d'avril et en mai.

Brillants météores observés le 11 mai et le 27 juin.

Le météore du 27 juin a été observé en différents lieux; il a disparu à une hauteur de 54^{km} au-dessus du détroit du pas de Calais, en un point dont M. Denning assigne les coordonnées.

Tebbutt (J.). — Remarques sur le développement de l'Astronomie dans les Nouvelles-Galles du Sud.

Haswell (J.). — Extrait d'une lettre du Rév. Webb, concernant la courbure de l'anneau C à l'endroit où il rencontre le globe de Saturne.

Maunder (E.-W.), Brown (Miss E.). — Positions des taches solaires.

Pour l'usage des observateurs du Soleil qui peuvent désirer avoir un moyen de contrôle, comme l'a demandé miss E. Brown, les positions d'une série de taches sont communiquées par M. Maunder.

Noble (W.). — L'anneau C de Saturne.

L'auteur a constaté naguère l'apparence dont il est question dans la lettre du Rév. Webb (voir plus haut).

Duke (P.-F.), Freeman (A.). — Satellites de Jupiter.

Le plan de l'équateur de Jupiter passera par le rayon vecteur le 9 janvier 1891; il résulte de la coïncidence en ce moment approchée que les satellites peuvent se projeter à peu près au même point du ciel. Les deux auteurs signalent des occultations de satellites les 21, 27 juin et le 23 juillet. Ce sont des observations importantes.

Spitta (E.-J.). — Réflexions polarisées dans un prisme de Nicol.

Les deux Communications de l'auteur, dont nous avons signalé ailleurs les recherches importantes, se trouvent dans les numéros de mai et de juillet de l'*Observatory*; elles complètent et expliquent une Note lue à la Société royale astronomique le 14 mars, et dans laquelle le fait même de l'erreur de la méthode fondée sur l'emploi d'un nicol était constaté (*Bulletin*, VII, p. 251).

C'est une question qui mérite de fixer l'attention des physiciens.

Observatoires et Publications.

Kew. — On vient de publier le Résumé annuel des travaux de l'observatoire, principalement consacré à la vérification des instruments nautiques, météorologiques ou autres. Une Notice préliminaire retrace l'histoire de l'observatoire, établi en 1769 pour préparer le passage de Vénus qui eut lieu cette année-là.

Cordoba (Observatoire national de la République Argentine). — Publication du t. XI contenant les observations, faites en 1878 au nombre de 18377.

Stonyhurst. — Le nouveau directeur est le P. Walter Sidgreaves, qui accompagna le P. Perry dans ses campagnes magnétiques en France, et aussi dans les deux expéditions du passage de Vénus. Depuis 1882, il est professeur de Physique au Collège de Stonyhurst.

Tokyo. — Publication du second fascicule du t. I des *Annales*; il contient de nombreuses observations de la comète c 1888, avec le calcul des éléments de l'orbite.

Observatoire de M. Common. — Le miroir de 5 pieds repoli donne d'excellentes images. L'apparence signalée par le Dr Terby, l'année passée, est encore visible avec de faibles grossissements, mais non avec des grossissements forts.

Cambridge. — On a déjà annoncé la publication du t. XXII des *Annales*. Le professeur Adams y a ajouté deux Appendices, l'un sur le calcul des nombres de Bernoulli de B_{32} à B_{62} , l'autre sur les positions moyennes de 84 fondamentales.

L'*Observatory* ajoute que la santé du professeur Adams, qui avait été sérieusement altérée, est redevenue satisfaisante.

Windsor. — Le Rapport pour 1889 signale comme observations : 34 occultations d'étoiles (32 immersions, 2 émergences), 26 phénomènes des satellites de Jupiter, 245 comparaisons de petites planètes et 142 de comètes.

Les étoiles doubles p Éridan et γ Couronne australe, ainsi que les variables η Argus et R Carinae ont été observées à plusieurs reprises.

M. Tebbutt trouve que η Argus n'a pas varié sensiblement d'éclat depuis l'accroissement subit entre avril 1887 et mai 1888. Outre ces observations, il y a encore à citer les observations météorologiques et marégraphiques.

Observatoire du Dr Huggins. Nébuleuse d'Orion. — Une Note a été lue en janvier dernier, à la Société Royale, dans laquelle le professeur Lockyer constatait que lui et ses assistants avaient comparé, par différentes méthodes et avec une grande dispersion, la raie principale du spectre de la nébuleuse d'Orion avec la bande du spectre de la flamme du magnésium, et qu'ils avaient trouvé une coïncidence parfaite entre la raie de la nébuleuse et la raie terminale de la bande. Le professeur Lockyer constatait de plus qu'ils avaient toujours vu la raie comme une cannelure.

Ces constatations étant directement opposées aux premières observations du Dr Huggins et à nos observations de l'année dernière (c'est M^{me} Huggins qui parle), nous avons dû reprendre notre travail. Nous nous sommes servis de lunettes nouvelles aux spectroscopes et d'un nouveau pointeur lumineux. Nos observations, dans lesquelles, une après-midi et une soirée, nous avons profité de l'assistance du professeur Liveing, ont confirmé pleinement en chaque point nos premiers résultats et ont montré, nous croyons d'une manière décisive :

1. Que la raie principale de la nébuleuse ne coïncide pas avec la terminaison de la bande du magnésium, mais tombe en dedans ;
2. Que dans la nébuleuse d'Orion cette raie ne présente aucune apparence de cannelure.

Ces résultats ont été confirmés ensuite au moyen de comparaisons de la raie principale dans les spectres de IV-27 (2102 du Catalogue général) et de $\Sigma 5$ avec la raie du plomb que le Dr Huggins employait comme raie repère dans ses observations de 1874.

Le professeur Young, le Dr Copeland et M. Keeler ont depuis confirmé nos constatations quant au caractère de la raie. M. Keeler observait, au mont Hamilton, avec un prisme unique, un système de prismes et ensuite avec un réseau ayant 14000 traits par pouce. Il dit : « Une chose qui me frappa particulièrement et sur laquelle il ne peut y avoir doute était la netteté et la finesse des raies nébulaires avec la dispersion considérable employée. Il n'y a pas le moindre doute dans mon esprit qu'elles sont toutes d'origine gazeuse, sans vestiges de cannelures. »

Le 15 juin, un télégramme arrivait de l'observatoire Lick nous informant que M. Keeler avait confirmé la position que nous assignons à la raie principale de la nébuleuse comme non coïncidente avec l'extrémité de la bande du magnésium.

Des comparaisons, durant plusieurs soirées, de la troisième raie nébulaire avec $H\beta$, au moyen d'un tube de Plücker, confirmèrent les premiers résultats du Dr Huggins (d'accord avec ceux de M. Maunder), que la nébuleuse a un mouvement nul ou insensible suivant le rayon visuel.

Les observations dont on vient de donner un court extrait sont communiquées tout au long dans une Note lue devant la Société royale, le 12 juin.

Spectre photographique de la nébuleuse d'Orion. — Le spectre a été photographié deux fois. Nous avons été surpris de voir fortement imprimées sur la plaque les raies de l'hydrogène au delà de G, savoir h et H ; et α , β et presque certainement γ de la série ultra-violette. Celles-ci avaient été cherchées en vain dans nos premières photographies, bien qu'on pût y voir le fond des raies faibles.

Les raies de l'hydrogène deviennent sensiblement plus fortes et plus larges, à mesure que le Trapèze et ses étoiles approchent. D'autres raies nouvelles ont été découvertes. Un trait distinctif des raies, aussi caractéristique pour les raies du spectre visible, est une apparence tachetée due aux irrégularités d'éclat de la nébuleuse. Les taches les plus brillantes sont nettement limitées, ce qui montre que les parties les plus brillantes de la nébuleuse sont distinctes des régions avoisinantes.

Sirius. — Nous avons pu enfin obtenir, au moyen de photographies récentes, les mesures approchées d'un groupe de fortes raies, dans l'ultra-violet, du spectre de Sirius, que nous avions seulement soupçonné jusqu'ici. Après la terminaison des raies de l'hydrogène de la série des lettres grecques, le spectre de Sirius ne contient aucune raie notable jusque vers λ 3338 où commence le nouveau groupe. Il se compose, autant que nous pouvons le suivre à présent, de six raies de la largeur et de la force des raies de la série grecque (elles sont à peu près également espacées de λ 3338 à λ 3199). Elles appartiennent probablement toutes à une substance qui, à présent, nous est inconnue.

Uranus. — Dans quelques occasions, nous avons examiné le spectre visible de cette planète, ce qui a eu pour résultat de confirmer l'opinion exprimée l'année passée avec réserve, que les raies bien connues de Fraunhofer ne peuvent être aperçues qu'avec des conditions instrumentales favorables. Le groupe b est vu sans beaucoup de difficulté; il a été vérifié par comparaison directe avec des raies du magnésium.

Nous n'avons pas de doute que les larges bandes ne sont pas des espaces uniformément sombres, mais consistent en groupes serrés de raies fines. Nous croyons que nous avons distingué la raie solaire F parmi les raies en groupes serrés qui forment la bande d'absorption dans cette partie du spectre. Nous ne voyons pas de motif pour soupçonner la présence de raies brillantes dans le spectre de cette planète. Cette opinion est

d'accord avec les observations faites l'année dernière à l'observatoire Lick.

Greenwich. — Visite annuelle de l'observatoire le 7 juin. Le nouvel équatorial photographique est en place, et quelques clichés ont été pris avec lui.

Oxford (observatoire de l'Université). — Six nouvelles parallaxes déterminées par la Photographie :

ϵ Cygne.....	+0,115	$\pm 0,034$	α Bélier.....	+0,080	$\pm 0,027$
γ Cygne.....	-0,040	$\pm 0,029$	α Persée.....	+0,074	$\pm 0,029$
β Andromède.	+0,092	$\pm 0,023$	β Petite Ourse.	+0,022	$\pm 0,030$

Harvard College. — Le t. XVII des *Annales*, consistant en un certain nombre de fascicules distribués à mesure, vient d'être complété. Les t. XXI et XXII, publiés récemment, sont consacrés exclusivement aux observations météorologiques faites par la Société météorologique de la Nouvelle-Angleterre, au sommet du Pike's Peak, Colorado.

Mémoires contenus dans le t. XVII :

1. Grandeurs d'étoiles employées dans diverses éphémérides;
2. Discussion de l'*Uranometria oxoniensis*;
3. Observations photométriques d'astéroïdes;
4. Éclipse totale de Lune du 28 janvier 1888;
5. Éclipse totale de Soleil du 29 août 1886;
6. Découverte de nouvelles nébuleuses par la Photographie;
7. Une détermination photographique de l'éclat des étoiles;
8. Index pour l'observation des étoiles variables;
9. Observations méridiennes d'étoiles polaires;
10. Observations méridiennes d'étoiles polaires australes.

Ce dernier fascicule vient de paraître. Miss Anna Winlock complète son travail précédent sur les polaires (*Bulletin*, VII, p. 212) par l'étude des observations de 28 polaires australes; pour 6 d'entre elles, les mouvements propres peuvent être assignés.

Le quatrième Rapport annuel concernant l'étude des spectres stellaires est cité par l'*Observatory* comme fort intéressant (voir le *Bulletin*, VII, p. 285 et suiv.); nous aurons à y revenir.

Tananarive. — Les résultats des observations météorologiques faites en 1889 ont été publiés par le Rév. P. Colin, avec les résumés des observations faites en trois autres stations (*Bulletin*, VII, p. 235).

Observatoire de Lick. — L'outillage spectroscopique a été complété par un spectroscopie destiné à l'observation des phénomènes peu lumineux et par un petit spectroscopie pour les étoiles variables.

L'occultation de Mars, le 8 avril, et celle de Japhet, le 9 avril, ont été observées dans de bonnes conditions.

Un service postal vient d'être installé au mont Hamilton, de sorte qu'on pourra correspondre directement avec l'observatoire.

Chambers' Handbook of Astronomy. Handbuch der Astronomie, ihrer Geschichte und Litteratur (von Dr Rudolph Wolf).

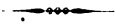
Annnonce de la nouvelle édition, en trois volumes, du Manuel de M. Chambers. Les éditeurs de l'*Observatory* se montrent assez sévères dans le compte rendu de l'Ouvrage.

Le Manuel du Dr Wolf, dont un premier fascicule a paru (F. Schulters, Zurich, 1890), se distingue par une extrême abondance d'indications bibliographiques et biographiques. L'Ouvrage doit former deux volumes, et chacun est divisé en deux fascicules. Le fascicule paru est consacré à une revision rapide des Mathématiques et de la Physique. Les fascicules suivants doivent être bientôt publiés, conformément à la Table des matières de l'Ouvrage, laquelle accompagne le premier fascicule.

Nouvelle édition du Catalogue d'étoiles rouges de Birmingham, par le Rév. T.-E. Espin.

M. Maunder consacre une Notice élogieuse à la nouvelle édition. Il y a quatre ans, M. Espin était chargé d'entreprendre la revision du Catalogue de Birmingham. Depuis cette époque, il a poursuivi la réobservation des étoiles du Catalogue paraissant mériter une attention spéciale; la recherche d'étoiles rouges nouvelles et l'examen spectroscopique de toutes les étoiles qui n'avaient pas été observées auparavant avec le spectroscopie. Un nombre considérable d'étoiles douteuses comme teinte ont été exclues, et une liste, formée avec soin, d'étoiles rouges nouvelles a été ajoutée; le présent Catalogue contient 766 étoiles, tandis que celui de Birmingham en avait 658. Mais, en dehors de ce Catalogue d'étoiles décidément rouges, il y a une liste additionnelle de 629 étoiles allant du rouge à l'orangé. M. Espin estime que la recherche des étoiles rouges dans l'hémisphère boréal est à peu près achevée jusqu'aux étoiles telles que 8^m.5. M. Espin a trouvé pour sa part 300 étoiles nouvelles, dont 60, nettement rouges, font partie du Catalogue, et 7 nouvelles variables. Vient ensuite une liste d'étoiles possédant des raies brillantes dans leurs spectres, laquelle appartient presque en propre à M. Espin. On lui doit d'avoir établi la propriété des spectres de la classe III de posséder fréquemment les raies brillantes de l'hydrogène.

O. C.



MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

SERVATIONS DE PLANÈTES ET DE LA COMÈTE BROOKS (1890, mars 19),

FAITES A L'OBSERVATOIRE D'ALGER, A L'ÉQUATORIAL COUDÉ;

PAR MM. TRÉPIED ET RENAUX.

n. d'Alger. $\Delta R.$ $\Delta(D).$ N. de c. R app. log f. p. (D) app. log f. p. * Obs.

Camilla.

h m s	m s		h m s		h m s					
1.10.56	-3.43,54	+ 5.25,5	14:10	9.43. 4,41	2,714 n	+ 6.41.51,5	0,641	a	T	
1.27.25	-3.44,14	+ 5.31,0	10:8	9.43. 3,81	2,241 n	+ 6.41.46,0	0,643	a	R	

Euphrosine.

1.38.24	-1. 3,41	-12.16,6	16:16	13. 8.36,12	1,131 n	+ 8.34.39,5	0,624	b	T	
1.57.53	-1. 4,21	-12.10,4	16:16	13. 8.35,32	2,974 n	+ 8.34.45,7	0,654	b	R	
1.11.12	-2. 3,97	-12.43,5	16:16	13. 7.35,57	1,250 n	+ 8.34.12,6	0,627	b	T	
1.30.44	-2. 4,46	-12.41,8	16:16	13. 7.35,08	1,144 n	+ 8.34.14,3	0,624	b	R	

Eukrate.

0.34.39	-1.24,52	-10.48,3	23:16	13.11.59,58	1,274 n	-24.13.19,3	0,877	d	T	
0.54.58	-1.25,18	-10.47,4	21:14	13.11.58,92	1,159 n	-24.13.18,4	0,882	d	R	
2.15.20	-2.34,36	-10.14,2	11:8	13.10.49,75	1,680	-24.12.45,3	0,887	d	T	
0.45.31	-3.35,28	- 9.36,8	15:14	13. 9.48,83	1,155 n	-24.12. 8,0	0,882	d	R	
1.41.43	-3.37,93	- 9.34,9	11:8	13. 9.46,18	2,233 n	-24.12. 6,1	0,888	d	T	
1.48.52	-1.34,03	- 7.29,3	10:10	13. 4.23,48	2,747	-24. 6.39,1	0,887	e	R	

Melete.

2. 5.31	-0.24,06	+ 6.17,7	12:12	16.12.23,98	2,880 n	-10.24.49,1	0,810	f	R	
3.29.20	-0.25,30	+ 6.28,6	12:12	16.12.22,74	3,684 n	-10.24.38,2	0,811	f	T	
1.15.58	-2.11,13	+ 5.55,0	12:12	16. 8.25,75	1,113 n	- 9.48.59,0	0,804	g	R	

☾ Brooks (1890 mars 19).

0.22.42	-1.44,89	- 0.35,7	10:10	17.37.51,29	1,713 n	+65. 2.16,3	0,543 n	h	R	
0.54.30	+0.36,47	- 7.13,6	17:10	16.20. 1	1,135	+65.38	0,628 n	k	R	
0.33. 3	-1.28,54	+12.30,2	10:10	16.12.31,98	2,680	+65.32.24,8	0,632 n	l	R	

Positions des étoiles de comparaison.

Gr.	R moy. 1890.0.	Réd. au J.	(D) moy. 1890.0.	Réd. au J.	Autorités.
9	9.46.47,23	+0,72	+ 6.47.20,8	- 3,8	Weisse ¹ , IX ^b , n° 972.
8,9	13. 9.36,59	+0,94	+ 8.47. 2,7	- 6,6	Weisse ¹ , XIII ^b , n° 112.
"	"	+0,95	"	- 6,6	Id.

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

★	Gr	R moy. 1900.	Red. au j.	(D) moy. 1900.	Red. au j.	Autorités
<i>d</i>	8,5	13.13.23,01	+1,09	-24. 2.24,8	- 6,2	Cordoba, n° 18128
<i>d</i>	"	"	-1,09	"	- 6,3	Id.
<i>d</i>	"	"	+1,10	"	- 6,4	Id.
<i>e</i>	8,5	13. 5.56,39	+1,12	-23.59. 2,5	- 7,3	Cordoba, n° 17951
<i>f</i>	9	16.12.46,69	+1,35	-10.31. 1,9	- 4,9	Weisse ¹ , XVI ^b , n°
<i>g</i>	8	16.10.35,46	+1,42	- 9.54.49,2	- 4,8	Weisse ¹ , XVI ^b , n°
<i>h</i>	9	17.39.32,93	+3,25	+65. 2.54,0	- 2,0	Lalande, n° 32554.
<i>k</i>	9	16.19.36	+3,12	+65.46	- 0,9	B. D. + 65°, n° 11
<i>l</i>	9	16.14. 4,46	+3,06	+65.31.10,7	- 0,9	B. B., t. VI, n° 11

OBSERVATIONS DE PLANÈTES ET DE LA COMÈTE DENNING (1890, juillet 2

FAITES A L'OBSERVATOIRE D'ALGER (équatorial coudé de 0^m,318);

PAR M. F. SY.

Dates. T. m. d'Alger. ΔR. Δ(D). N. dec. Rapp. log f. p. (Dapp. h

Honorio.

1890.	h	m	s	m	s	h	m	s
AOUT 7.	11.55.34	-0.49,25	+ 1.43,0	14:12	22.10. 6,75	1,146 <i>n</i>	- 2. 6.46,3	
8.	10.34.57	-1.23,74	- 3.16,4	14:14	22. 9.32,27	1,448 <i>n</i>	- 2.11.45,6	
9.	10. 0.22	+1. 9,06	- 5.31,4	12:10	22. 8.54,98	1,516 <i>n</i>	- 2.17. 3,4	
11.	9. 8. 8	-1.45,19	+ 7.48,0	8:8	22. 7.39,35	1,587 <i>n</i>	- 2.28.20,5	
12.	9. 0.13	+1.55,16	+ 5.34,9	12:12	22. 7. 0,03	1,591 <i>n</i>	- 2.34.10,7	

Dione.

AOUT 12.	10.25. 7	-0.17,50	- 2. 3,1	12:12	21.30.15,57	1,334 <i>n</i>	-22. 1.24,4	
16.	10.43.43	+0.34,30	- 1.53,8	12:12	21.27. 1,03	1,138 <i>n</i>	-22.17.24,9	

Clymene.

AOUT 12.	11. 3.28	-0.25,93	-11. 9,9	12:12	22.22.24,18	1,367 <i>n</i>	-14.32.37,8	
18.	10.49.38	+0. 8,22	- 6. 3,3	12:10	22.17.59,77	1,304 <i>n</i>	-14.57.55,5	

Denning.

AOUT 16.	9.27.23	+0.15,13	+ 9.25,4	20:12	15.24.23,12	1,780	+49.23.36,2	
18.	9.36.11	+2.42,47	-10. 6,9	18:10	15.25.58,29	1,773	+46.22.39,8	
19.	10.27.55	+0. 2,41	+13. 5,8	10:10	15.26.47,83	1,806	+44.47.52,2	

Undina.

AOUT 26.	11. 0.29	+1.24,19	+ 0.50,5	14:14	22.58.59,88	1,506 <i>n</i>	-19.53. 8,9	
27.	12.53.53	+0.38,51	- 6.20,4	12:12	22.58.14,21	2,652 <i>n</i>	-20. 0.19,8	

Positions des étoiles de comparaison.

	Gr.	R moy. 1890,0.	Réd. au j.	Q moy. 1890,0.	Réd. au j.	Autorités.
.....	7.0	22. 10. 53,87	+2,13	— 2. 8. 39,8	+10,5	W ₁ , XXII ^h , n° 177.
.....	7.0	22. 10. 53,87	+2,14	— 2. 8. 39,8	+10,6	W ₁ , XXII ^h , n° 177.
.....	7.8	22. 7. 43,76	+2,16	— 2. 11. 42,7	+10,7	W ₁ , XXII ^h , n° 100.
.....	9.0	22. 9. 22,35	+2,19	— 2. 36. 19,5	+11,0	W ₁ , XXII ^h , n° 137.
.....	10.0	22. 5. 2,66	+2,21	— 2. 39. 56,6	+11,0	W ₁ , n° 8711.
.....	8.0	21. 30. 30,73	+2,34	— 21. 59. 31,5	+10,2	B., t. VI, Z. — 22, n° 41.
.....	8.5	21. 26. 24,36	+2,37	— 22. 15. 41,0	+ 9,9	B., t. VI, Z. — 22, n° 37.
.....	9.0	22. 22. 47,84	+2,27	— 14. 21. 40,3	+12,4	B., t. II, Z. 236, n° 114.
.....	9.0	22. 17. 49,19	+2,36	— 14. 52. 4,6	+12,4	Catalog. de Bruxelles (1).
.....	9.5	15. 24. 7,33	+0,66	+49. 13. 57,2	+13,6	B., t. VI, n° 2387.
.....	9.2	15. 23. 15,20	+0,62	+46. 32. 33,5	+13,2	B., t. VI, n° 2068.
.....	9.0	15. 26. 44,78	+0,64	+44. 34. 33,5	+12,9	B., t. I, Z. 118, n° 36.
.....	8.9	22. 57. 33,24	+2,45	— 19. 54. 13,7	+14,3	B., t. II, Z. 262, n° 38.
.....	»	22. 57. 33,24	+2,46	— 19. 54. 13,7	+14,3	Id.

**OBSERVATIONS DES COMÈTES BROOKS (1890, mars 19), COGGIA (1890, juillet 18),
DENNING (1890, juillet 23) ET DES PLANÈTES**

(103), (159), (214), (223), (230), (251), (282), (293), (294), (296), (297), (298),

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE NICE (équatorial Gautier, 0^m,38 d'ouverture);

PAR M. CHARLOIS.

Dates.	T. m. de Nice.	Δ R.	Δ Q.	N. de c.	R app.	log f. p.	Q app.	log f. p.	*
☛ Brooks (1890, mars 19).									
1890.	h m s	m s	°	h m s					
MARS 28.	9. 25. 9	+2. 30,71	+ 3. 30,2	6 14. 59. 8,28	1,338	27. 3. 52,8	0,445	1	
AVRIL 1.	10. 5. 5	— 2. 44,73	+ 4. 48,7	4 14. 38. 37,10	1,670	28. 30. 45,9	0,278	2	
2.	9. 49. 28	+4. 29,90	— 5. 43,3	5 14. 32. 39,37	1,645	29. 1. 0,1	0,278	3	
3.	10. 0. 15	+1. 33,64	+ 4. 36,1	6 14. 26. 54,76	1,699	29. 32. 29,5	0,190	4	
4.	8. 50. 37	— 1. 7,70	— 6. 29,9	6 14. 21. 48,02	1,465	30. 2. 44,0	0,336	5	
☛ Coggia (1890, juillet 18).									
JUIL. 22.	9. 25. 18	— 2. 19,24	— 6. 54,9	5 9. 18. 22,93	1,686	48. 12. 25,3	0,833 n	6	
23.	9. 5. 15	+2. 47,44	— 5. 12,2	5 9. 25. 13,92	1,705	49. 0. 6,3	0,811 n	7	
24.	9. 9. 48	+3. 45,40	— 3. 44,1	5 9. 31. 56,61	1,698	49. 49. 40,7	0,816 n	8	

(*) On a trouvé que le Catalogue de Weisse est en erreur de 2' en déclinaison.

Dates. T. m. de Nice. ΔR . ΔP . N. de c. R app. log f. p. Φ app. io

• Denning (1890, juillet 23).

1890.	h	m	s	m	s	h	m	s		h	m	s	
JUILL. 24.	11.45.	8		+1.53,	16	— 5.	3,	4	4	15.14.	18,01	0,270	12.29.43,1 $\bar{1}$,
25.	10. 6.23		+4. 9,11		+ 0. 6,8	6	15.14. 0,00	0,128		13.23.18,1	0,		13.23.18,1 0,
28.	14. 7. 6		+0.16,58		+ 6.45,1	6	15.13.49,39	0,151		16.34.23,0	0,1		16.34.23,0 0,1
30.	10.39. 3		—3. 0,40		+10. 0,0	5	15.14.10,98	0,065		18.33. 4,3	0,1		18.33. 4,3 0,1
AOUT 5.	8.57.24		—0.55,79		— 8.45,3	7	15.16.46,19	$\bar{1}$,801		25.27.53,3	0,1		25.27.53,3 0,1
6.	9.15.17		+2. 2,68		— 5.18,4	5	15.17.20,84	$\bar{1}$,826		26.44. 7,3	0,1		26.44. 7,3 0,1
16.	8.51. 6		+0.13,53		—12.40,2	7	15.24.21,49	$\bar{1}$,681		40.33. 9,2	$\bar{1}$,8		40.33. 9,2 $\bar{1}$,8
20.	8.44.32		+0.26,13		— 5.55,3	7	15.27.32,86	$\bar{1}$,643		46.36.39,9	0,1		46.36.39,9 0,1

(103).

SEPT. 4.	12. 2.47		—0.53,00		+ 1. 6,9	5	22.20.52,07	$\bar{2}$,861		103.38.13,1	0,8		103.38.13,1 0,8
5.	9.46.54		+1.29,00		— 0.21,0	5	22.20.12,08	$\bar{1}$,242 n		103.43.56,1	0,8		103.43.56,1 0,8
6.	11.30.50		+0.40,89		+ 6.23,5	5	22.19.23,98	$\bar{2}$,470		103.50.40,7	0,8		103.50.40,7 0,8

(159).

AOUT 12.	9.55. 4		—1.31,94		+ 0.58,3	5	20.13.12,87	$\bar{1}$,015 n		108.41. 4,8	0,8		108.41. 4,8 0,8
14.	8.42. 2		—2.50,78		+ 8. 7,9	5	20.11.54,03	$\bar{1}$,344 n		108.48.14,5	0,8		108.48.14,5 0,8

(211).

SEPT. 10.	9.25 14		+0.34,40		+ 3. 8,6	5	22.23.52,91	$\bar{1}$,261 n		100.20.54,8	0,84		100.20.54,8 0,84
11.	9. 3.25		—0.14,36		+ 6.26,1	6	22.23. 4,15	$\bar{1}$,325 n		100.24.12,3	0,84		100.24.12,3 0,84

(223).

SEPT. 10.	10.43.52		—1.20,72		+ 0.44,3	5	22.59.32,71	$\bar{1}$,021 n		99.14.36,9	0,84		99.14.36,9 0,84
11.	10. 0.18		—2. 4,23		+ 4.54,5	5	22.58.49,21	$\bar{1}$,242 n		99.18.47,1	0,84		99.18.47,1 0,84

(236).

AOUT 30.	8.54.45		+1. 4,14		— 7.21,2	5	21.54.17,28	$\bar{1}$,401 n		94.45.47,5	0,81		94.45.47,5 0,81
SEPT. 1.	9.23. 7		—0.17,59		+ 9. 1,6	6	21.52.55,55	$\bar{1}$,282 n		95. 2.10,2	0,81		95. 2.10,2 0,81

• (251).

AOUT 16.	12.43.18		—0. 7,45		— 4.23,1	4	21.41.29,32	$\bar{2}$,910		100.11.19,4	0,8		100.11.19,4 0,8
18.	12.56. 2		—2. 2,64		+ 2. 4,9	3	21.40. 2,70	$\bar{1}$,087		100.24.16,1	0,8		100.24.16,1 0,8

(282).

JUILL. 11.	9.53. 4		—1. 7,08		— 0.58,2	6	17.28.54,70	$\bar{2}$,508 n		101.55.17,4	0,8		101.55.17,4 0,8
------------	---------	--	----------	--	----------	---	-------------	--------------------	--	-------------	-----	--	-----------------

Dates. T. m. de Nice. ΔR . $\Delta \varphi$. N. de c. R app. log f. p. φ app. log f. p. *

(203).

1890.	h	m	s	m	s	''	h	m	s		h	m	s				
MILL. 8.	10.56.31			+3.52,25		—	1.27,9	4	15.43.11,01		1,432	114.20.47,8			0,887 n	26	
9.	10.13.24			+3.37,10		+	0.34,8	6	15.42.55,86		1,304	114.22.50,5			0,900 n	26	

(204).

MILL. 13.	13. 9. 5	+0.52,27	+ 4.37,5	4	21.22.56,77	2,768 n	103.39.31,9	0,870 n	27
16.	10.38.59	+0.29,24	+ 9.15,9	6	21.22.33,76	1,502 n	103.44.10,2	0,843 n	27
17.	11.34.45	+0. 9,26	— 4.44,2	6	21.22. 5,35	1,357 n	103.49.42,7	0,859 n	28
18.	11.38.46	—0.19,16	+ 0.43,8	6	21.21.36,95	1,330 n	103.55.10,6	0,861 n	28
22.	11.34.49	—3.32,46	+ 1.38,6	5	21.19.32,70	1,279 n	104.18. 6,1	0,865 n	29
27.	13.53.50	—2.53,16	+ 4.45,6	5	21.16.31,45	1,058	104.49.40,3	0,874 n	30
UT 5.	10.33.39	+1.14,02	+ 5. 4,0	5	21.10.37,91	1,270 n	105.48.15,7	0,872 n	31
7.	10.31.30	+0. 6,92	— 9.38,8	5	21. 9.14,97	1,240 n	106. 1.41,5	0,874 n	32
14.	9.29.29	+1.22,81	+12. 5,6	5	21. 4.27,94	1,356 n	106.48. 6,4	0,871 n	33
21.	9.20.48	+1.18,18	— 3.43,8	5	21. 0. 1,46	1,272 n	107.32. 6,1	0,879 n	34
T. 6.	9.22.21	—4.57,05	— 4.31,2	5	20.53. 5,34	2,728 n	108.52.48,0	0,893 n	35

(205).

r 20.	12.50.19	—2.19,10	— 0.36,2	3	22.20.44,80	2,706	102.14.12,6	0,863 n	36
21.	11.53. 1	—2.25,33	— 6.30,0	5	22.19.54,42	2,694 n	102.20.23,6	0,864 n	37
22.	10.30.14	—0.37,62	— 1.14,7	5	22.19. 4,67	1,284 n	102.26.29,8	0,857 n	38
23.	10.53.27	—1.31,92	+ 5.21,9	5	32.18.10,38	1,155 n	102.33. 6,4	0,862 n	38
26.	14.49.37	+0.28,64	+ 4.54,7	5	22.15.19,25	1,481	102.53.28,8	0,843 n	39
1.	8.16.41	—0.42,67	+ 6.21,6	3	22.10.14,29	1,510 n	103.28.55,8	0,841 n	40
2.	8.24.11	—1.34,59	+12.14,4	5	22. 9.22,38	1,488 n	103.34.48,6	0,845 n	40
6.	11.15.26	+3. 2,34	+ 7.38,8	5	22. 5.56,33	2,410	103.57.45,2	0,873 n	41
16.	9.35.59	+3.34,00	— 9.15,9	5	21.59. 5,73	2,886 n	104.41.42,8	0,874 n	42

(207).

9.	9.44.35	+0.46,12	— 1.30,1	5	22.21.48,40	1,180 n	99. 2.29,1	0,843 n	43
10.	8.41. 9	+0. 2,88	— 0. 9,8	6	22.21. 5,17	1,397 n	99. 3.49,4	0,835 n	43
12.	8.40.31	—1.25,86	+ 2.27,6	5	22.19.36,43	1,373 n	99. 6.26,8	0,837 n	43

(208).

9.	13.21.38	—0.58,77	— 4.40,5	4	0.38.19,10	3,061 n	87.19. 7,7	0,762 n	44
10.	11.21.15	—1.44,92	— 2.11,8	4	0.37.32,96	1,319 n	87.21.36,3	0,765 n	44
16.	11.24.33	—1.25,73	+11.19,5	4	0.32. 4,85	1,186 n	87.39.54,2	0,765 n	45

Z. 115-17 OBSERVATIONS.

No.	Lat.	Long.	Date	Time	Hour	Azimuth	Altitude	Remarks
1	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	Kr. Z. 437, 438 + 1
2	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	Kr. Z. 434, 435 + 1
3	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	Kr. Z. 435, 436
4	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	Kr. Z. 434, 379
5	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	Kr. Z. 378, 379
6	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	Weisse, 389 h. IX.
7	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	Lit. 18598 (2 obs. Pa)
8	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	S.A.C. 3265—Weis
9	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	B. B. — 578 (2 obs.
10	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	Arg. CE. 15246—
11	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	Kasan.
12	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	Arg. CE. 15283.
13	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	B. B. — 717-22 (3 obs.
14	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	B. B. — 647-1062 rap
15	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	Stargers 8327.
16	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	Helsingfors 8307.
17	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	B. B. t. VI — 497-38
18	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	Weisse, 582, 583.
19	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	Weisse, 418 h. XVII
20	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	Weisse, 343—Ka
21	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	Id.
22	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	C. G. Gould 27876.
23	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	Id.
24	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	W. 451—Lam; 39
25	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	G. 134607
26	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	Id.
27	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	Schjellerup 9489-
28	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	Id.
29	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	Schj. 8954—Art
30	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	Id.
31	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	Santini 2456—L
32	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	Lam; 3760—1/2 S
33	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	46-47
34	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	Lam; 2163—W ₁
35	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	C.G.Gould 21350-
36	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	Id.
37	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	Anon. rapp. a 1/2 (Y.g
38	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	47—Br. 9433)
39	47	17 17 17	1892	17 17 17	17 17 17	17 17 17	17 17 17	Id.

Gr.	R moy. 1890,0.	Réd. au J.	Q moy. 1890,0.	Réd. au J.	Autorités.
1.	8	21.21.54,11	+1,98	103.54.35,3	— 8,4 { $\frac{1}{2}$ (Schj. 8682 + Br. 9476 + W ₁ 456 + Sant. 1985).
3.	8	"	+2,00	"	— 8,5 Id.
2.	9	21.23. 3,09	+2,07	104.16.36,4	— 8,9 $\frac{1}{2}$ (Lam _s 3649 + Sant. 1988).
2.	7,5	21.19.22,44	+2,17	104.45. 3,8	— 9,1 { $\frac{1}{2}$ (Lam _s 3625 + Br. 9451 + Sant. 1979).
1.	9	21. 9.21,58	+2,31	105.43.20,8	— 9,1 Yarnall 9278.
2.	8,8	21. 9. 5,71	+2,34	106.11.29,5	— 9,2 Arg. OE. 21244 (2 obs. Bord.).
3.	9,4	21. 3. 2,74	+2,39	106.36. 9,8	— 9,0 Kam 4174.
4.	8	20.58.40,85	+2,43	107.35.58,5	— 8,6 $\frac{1}{2}$ (C.G. Gould 28894 + 1 obs. B.).
3.	8,5	20.57.59,96	+2,43	108.57.27,1	— 7,9 $\frac{1}{2}$ (Arg. OE. 21078 + Cinc. 3541).
6.	9	22.23. 1,56	+2,34	102.15. 1,3	— 12,5 Lal. 43869 (1 obs. Paris).
7.	8,2	22.22.17,40	+2,35	102.27. 6,2	— 12,6 Kustner 626.
8.	8,5	22.19.39,92	+2,37	102.27.57,0	— 12,5 Lal. 43740 (2 obs. Paris).
8.	8,5	"	+2,38	"	— 12,5 Id.
9.	9	22.14.48,20	+2,41	102.48.46,5	— 12,4 $\frac{1}{2}$ (Lam _s 3885 + W ₁ 251).
2.	6	22.10.54,52	+2,44	103.22.46,4	— 12,2 $\frac{1}{2}$ (Y. 9772 + Br. 9955).
2.	6	"	+2,45	"	— 12,2 Id.
1.	7,5	22. 2.51,53	+2,46	103.50.18,2	— 11,8 Lal. 43155 (2 obs. Paris).
.	7,5	21.55.29,28	+2,45	104.51. 9,8	— 11,1 { $\frac{1}{2}$ (W ₁ 1249 + Sant. 2061 + Arg. OE. 21814).
.	8	22.20.59,86	+2,42	99. 4.12,2	— 13,0 $\frac{1}{2}$ (W ₁ 402 + Lam _s 3905).
.	8	"	+2,43	"	— 13,0 Id.
.	8	"	+2,43	"	— 13,0 Id.
.	8	0.39.15,60	+2,27	87.24. 3,4	— 15,2 Yarnall 363.
.	8	"	+2,28	"	— 15,3 Id.
.	7	0.33.28,21	+2,37	87.28.50,4	— 15,7 $\frac{1}{3}$ (Y. 309 + P. 805 + Glasg. 171).

REMARQUES.

•◀ Coggia (1890, juillet 18).

Juillet 22. — La comète est une nébulosité circulaire de 1',5 de diamètre environ, avec une condensation centrale assez brillante. Elle disparaît en même temps que les étoiles de 10^e grandeur, en éclairant le champ de la lunette. Observation faite avec la Lune.

•◀ Denning (1890, juillet 23).

Juillet 24. — La comète a un noyau de 13^e à 14^e grandeur, entouré d'un faible nébulosité, ronde, de 40" de diamètre environ.

Juillet 30. — Cette observation a été faite à l'équatorial de 0^m,76 d'ouverture, pendant la pleine Lune.

Août 5. — La comète est sensiblement plus brillante que les autres jours. M. Perrotin qui vient de l'examiner avec le grand équatorial trouve qu'elle a une queue de 1' environ, dirigée à l'opposé du mouvement diurne; il évalue le noyau de 13^e grandeur.

Août 16. — On aperçoit assez distinctement une faible queue, de 2' environ de longueur.

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

CATALOG DER ASTRONOMISCHEN GESELLSCHAFT. I^{te} ABTHEILUNG. CATALOG DER STERNE BIS ZUR 9^{ten} GROSSE ZWISCHEN 80° NÖRDLICHER UND 2° SÜDLICHER DECLINATION. — *Viertes Stück* : Zone + 55° bis + 65°, beobachtet in Helsingfors und Gotha. *Vierzehntes Stück* : Zone + 1° bis + 5°, beobachtet in Albany. Leipzig, 1890. 2 vol. gr. in-4°.

Les premiers échantillons du grand Catalogue de la Société astronomique ont vu le jour : ce sont les volumes qui renferment les Catalogues des zones observées par M. Krueger à Helsingfors et à Gotha, et par M. Lewis Boss, à Albany; deux beaux volumes, contenant respectivement les positions de 14680 et de 8241 étoiles, pour l'équinoxe de 1875. Avant d'en parler plus longuement, rappelons en quelques mots l'origine de cette vaste entreprise, dont le succès est désormais assuré.

Les zones de l'*Histoire céleste française*, publiées en 1801 par L. Lalande, comprennent environ 50000 étoiles, de la 1^{re} à la 8^e grandeur; mais elles n'ont été cataloguées que près d'un demi-siècle après leur achèvement. Celles de Bessel, observées à Königsberg de 1821 à 1833, comprennent 62600 étoiles de la 1^{re} à la 9^e grandeur, comprises entre — 15° et + 45° de déclinaison; les deux Catalogues de Weisse ont paru en 1846 et en 1863. De 1841 à 1852, Argelander les a continuées à Bonn; ses zones boréales (publiées en 1846) comprennent 22000 étoiles, situées entre + 45° et + 80°, et les zones australes (publiées en 1852) 17000 étoiles, entre — 15° et — 31°; on sait qu'elles ont été cataloguées par Oeltzen (1851 et 1857). Les positions contenues dans les divers Catalogues dont il vient d'être question reposent sur des observations méridiennes.

En 1872, ayant terminé les zones, Argelander conçut le plan d'un autre travail, d'une étendue beaucoup plus considérable. Il s'agissait de fixer, d'une manière approximative, les positions de toutes les étoiles, jusqu'à la 9^e grandeur et un peu au delà (9,5), qui sont visibles sous nos climats. Pour y parvenir, on se servirait simplement d'un chercheur, muni d'un micromètre à traits; l'observateur, toujours l'œil à la lunette, dicterait à un secrétaire, installé dans une pièce voisine, et chargé de la lecture du chronomètre. Les premiers essais, exécutés par J. Schmidt, ayant réussi, on se mit résolument à l'œuvre, et, grâce au concours de MM. Krueger et Schœnfeld, qui se partageaient la besogne principale, la revision du ciel boréal se trouva achevée dès l'année 1859. C'est ce travail que l'on désigne aujourd'hui sous le nom de *Bonner Durchmusterung*.

Publiée de 1859 à 1862, dans les tomes III, IV et V des *Annales de l'observatoire de Bonn*, la *Durchmusterung* comprend 324 198 étoiles, situées entre 2° de déclinaison australe et le pôle boréal (la zone comprise entre 81° et le pôle est une vérification du Catalogue de Carrington). Le tome VI des mêmes Annales renferme encore 34 000 positions, déterminées par Argelander au cercle méridien, le plus souvent à l'occasion des zones observées par ses collaborateurs. Les étoiles de la *Durchmusterung* figurent sur les Cartes de l'*Atlas céleste*, publié en 1863. On sait que, depuis, M. Schœnfeld a mené à bonne fin un travail analogue pour le ciel austral; la *Südliche Durchmusterung* (1886) comprend plus de 133 000 étoiles, situées entre — 2° et — 23°. M. Gould, à Cordoba, a étendu les zones jusqu'au voisinage du pôle sud.

Lors de la fondation de la Société astronomique internationale, en 1865, il fut tout de suite question d'un travail à entreprendre en commun par un certain nombre d'observatoires, et qui devait aboutir à la détermination exacte des positions de toutes les étoiles, ainsi provisoirement relevées et cataloguées. Le programme, élaboré par une Commission spéciale, fut définitivement arrêté à la réunion de Vienne, en 1869. On bornait la nouvelle revision à la partie du ciel comprise entre — 2° et + 80°, les positions des circompolaires paraissant suffisamment connues par les travaux de Carrington et ceux des astronomes de Hambourg et de Kazan. Voici comment devaient être distribuées les zones à observer :

80°...75° Kazan.	35°...30° Leipzig.
75°...70° Dorpat.	30°...25° Cambridge (A.).
70°...65° Christiania.	25°...15° Berlin.
65°...55° Helsingfors.	15°...10° Leipzig.
55°...50° ?	10°... 4° Manheim.
50°...40° Bonn.	4°... 1° Neuchâtel.
40°...35° Chicago.	+ 1°...— 2° Palerme.

Poulkova se chargeait de la détermination de 53g fondamentales, destinées à servir de points de repère, et soigneusement choisies par M. Auwers.

Dans le cours des vingt années, écoulées depuis le jour où l'exécution du grand Catalogue d'étoiles fut enfin décidée, plus d'un changement a dû être apporté au programme primitif. La distribution de la besogne a été finalement réglée comme il suit :

80...73 Kazan.	35...30 Leyde.
75...70 Dorpat.	30...25 Cambridge (A.).
70...65 Christiania.	25...15 Berlin.
65...55 Helsingfors-Gotha.	15...5 Leipzig.
55...50 Cambridge (E. U.).	5...1 Albany.
50...40 Bonn.	+1...—2 Nicolaïef.
40...35 Lund.	

Le travail d'observation est dès à présent terminé. Quelques-unes des zones ont été publiées (Kazan, Christiania, Helsingfors, Lund), d'autres sont sous presse; les catalogues sont commencés; deux (Albany et Helsingfors-Gotha) viennent de paraître. Ajoutons que, dans l'intervalle, on s'est entendu pour étendre les zones au ciel austral; déjà les zones qui suivent sont en cours d'exécution :

— 2...— 6 Strasbourg.	— 14...— 18 Washington.
— 6...— 10 Vienne (Ottakring).	— 18...— 23 Alger.
— 10...— 14 Cambridge (E. U.).	

Les positions des 303 fondamentales australes sont fournies par les déterminations entreprises au Cap, à Madison, Annapolis, Carlsruhe, Leyde et Strasbourg. Les zones australes de Gould vont de -23° à -80° . On peut donc espérer qu'avant peu il existera un Catalogue embrassant le ciel entier, dont l'utilité ne sera nullement diminuée par l'exécution de la Carte photographique du ciel.

Les deux volumes que nous avons sous les yeux donnent une haute idée de ce que sera ce Catalogue quand il sera terminé. Le tome IV, où se trouvent compris les résultats définitifs des observations de M. Krueger (faites à Helsingfors, de 1869 à 1876, et à Gotha, de 1877 à 1880), renferme les positions de 14680 étoiles, comprises entre $54^{\circ}55'$ et $65^{\circ}10'$ de déclinaison boréale. Les observations elles-mêmes ont été publiées en deux volumes (Helsingfors, 1883 et 1885), complétés par un supplément qui forme le n° 4 des Publications de l'observatoire de Kiel (1890).

L'instrument dont M. Krueger a fait usage à Helsingfors est une lunette

méridienne de Reichenbach dont l'objectif a une ouverture de $0^m,15$. On a dû la pourvoir d'un mouvement en déclinaison et d'un arc auxiliaire de $0^m,40$ de rayon, comprenant $24''$, et divisé de $5'$ en $5'$. Les erreurs de division ont été spécialement étudiées. C'est le même instrument qui a été employé plus tard à Gotha, où M. Krueger l'avait emporté avec lui; depuis 1881, il est de nouveau installé à Helsingfors. La plupart des zones ont été observées par M. Krueger, avec l'assistance d'un aide chargé de la lecture des microscopes. Quelques-unes cependant ont été observées par M. Fabritius et par M. Donner.

Il s'est trouvé qu'au point de vue de la précision obtenue les observations de Gotha étaient inférieures à celles d'Helsingfors, ainsi que le montre la comparaison suivante :

	Erreur probable d'une obs. en $\mathcal{R}$ et en $\mathcal{D}$.	
Helsingfors.....	$\pm 0'',101$	$\pm 0'',51$
Gotha.....	$\pm 0'',125$	$\pm 0'',76$

M. Krueger soupçonne qu'à Gotha les piliers étaient imparfaitement isolés. Les erreurs probables en question comprennent d'ailleurs, en quelque mesure, l'incertitude des fondamentales employées comme repères.

Le Catalogue donne, en regard de l'ascension droite et de la déclinaison, pour 1875, la précession et sa variation séculaire, calculées avec les constantes de Struve, puis, en note, le mouvement propre, toutes les fois qu'il a été possible de le connaître. Une Table spéciale sert à calculer le troisième terme de la précession; une autre Table donne, pour un certain nombre d'étoiles, un terme de correction de la variation séculaire qui dépend du mouvement propre. Enfin M. Krueger a reproduit, dans l'Introduction, les positions de 43 étoiles de l'amas de Persée, qu'il avait mesurées autrefois (1860-1862) avec l'héliomètre de Bonn, et qui font partie des zones actuelles; les positions ont été réduites à 1875. Les grandeurs inscrites dans le Catalogue de M. Krueger ont été estimées directement.

Le Catalogue de M. Lewis Boss comprend, ainsi que nous l'avons dit, 8241 étoiles, comprises entre $0^h50'$ et $5^h10'$ de déclinaison boréale. Les zones ont été observées, de 1875 à 1882, à l'observatoire Dudley (Albany), au cercle méridien qui a été construit en 1856 par Pistor et Martins (ouverture de l'objectif $0^m,20$). Il existe trois copies des observations originales, dont l'une a été communiquée au président de la Société astronomique; mais l'on n'a pas encore trouvé les fonds nécessaires pour l'impression. Toutes les zones ont été d'ailleurs observées par M. L. Boss, assisté d'un aide qui lisait les microscopes. Ses aides ont

été, tour à tour, MM. Landreth, Palmer et Tucker. Le procédé d'observation est expliqué, avec beaucoup de détails, dans l'Introduction de 40 pages qui se trouve en tête du Catalogue général. Il y est aussi question des difficultés ou des sources d'erreur, fort heureusement découvertes à temps, qui résultaient de certains défauts de l'instrument (instabilité de la monture de l'objectif, etc.).

A Albany, les passages ont été enregistrés par la méthode chronographique, tandis que M. Krueger s'en est tenu à l'ancienne méthode, qui lui paraissait à la fois plus commode et plus sûre. L'erreur probable d'une observation peut être évaluée à $\pm 0^s,036$ en ascension droite, et à $\pm 0^s,55$ en déclinaison. Il paraîtrait toutefois que la précision obtenue était un peu plus grande pour les étoiles de la 7^e à la 9^e grandeur, que pour les étoiles plus brillantes ou plus faibles. Quant à l'erreur probable d'une position du Catalogue, M. Boss l'évalue comme il suit :

Nombre des déterminations.	En R.	En Q.
2.....	$\pm 0^s,025$	$\pm 0^s,39$
3.....	021	32
4 ou plus.....	018	27

Des expériences spéciales, effectuées avec des diaphragmes ou des écrans de gaze métallique, ont montré qu'à une variation d'éclat de 1 grandeur correspondait, en moyenne, une variation de $0^s,014$ de l'équation personnelle dans l'observation des passages. De la 1^{re} grandeur à la 10^e, l'écart dépasse $0^s,11$.

M. Lewis Boss a complété son travail pour une comparaison minutieuse de son Catalogue avec les suivants :

D'Agelet (Gould).	Argelander (B. B. VI.).
Piazzi.	Schjellerup.
Struve (Pos. m.).	Lalande (H. C. et Asten).
Rümker.	Bessel.

Ces comparaisons forment un appendice de 54 pages, dont les résultats sont indiqués dans l'Introduction (p. 18-27).

Il est bien à souhaiter, maintenant que l'exécution photographique de la Carte du Ciel va devenir une réalité, que les Catalogues des autres zones de la Société astronomique soient promptement terminés et mis à la disposition du public.

R.

BALL (L. DE). — CATALOGUE DE 382 ÉTOILES FAIBLES DE LA ZONE $DM + 2^\circ$, OBSERVÉES A L'INSTITUT ASTRONOMIQUE DE LIÈGE DE 1886 A 1889. Bruxelles, 1890, grand in-4°.

Les étoiles de la *Durchmusterung* qui tombent au-dessous de la 9^e grandeur étant exclues du programme de la revision entreprise par la Société astronomique, M. de Ball s'était proposé d'observer, au cercle méridien de l'Institut astronomique de Liège, une partie au moins de ces étoiles faibles, et il avait commencé par celles de la zone $+ 2^\circ$. « Mais les merveilleux progrès réalisés dans ces derniers temps par l'application de la Photographie à l'Astronomie stellaire, dit M. de Ball, permettent d'atteindre beaucoup plus rapidement le but que je poursuivais. C'est pourquoi je me décide à suspendre mes observations, et à publier les résultats que j'ai pu obtenir jusqu'à présent. »

La lunette méridienne de Liège a 0^m,19 d'ouverture et 2^m,23 de distance focale; le cercle a 0^m,75 de diamètre; il y a deux microscopes pour faire les lectures. L'instrument n'est pas réversible. Le réticule a onze fils, dont cinq ont été employés dans les observations par zones. Les passages ont été ordinairement observés à trois fils (par la méthode de l'œil et de l'oreille). Le cercle est divisé de 5' en 5'; malheureusement, la division est très défectueuse, ce qui rend la lecture des déclinaisons difficile. Un cercle concentrique et mobile, également divisé de 5' en 5', a cependant permis d'étudier les erreurs de division du premier, ainsi que les erreurs progressives ou périodiques des vis des microscopes. M. de Ball a aussi déterminé l'excentricité du cercle, après avoir constaté que la distance angulaire des microscopes différait sensiblement de 180° (ils sont fixes, et placés à une distance de $177^\circ 35'$; le rapport $\frac{e}{r}$ s'élève à $17''$).

En somme, M. de Ball a fait tout ce qu'il était possible de faire pour neutraliser les défauts de l'instrument; il a su, par des procédés ingénieux, éliminer l'influence des erreurs inévitables et arriver à des résultats d'une haute précision, comme le montrent les comparaisons des positions d'étoiles observées en même temps à Liège, à Albany et à Berlin. D'après M. de Ball, l'erreur probable d'une observation isolée et celle d'une position fondée sur la moyenne de quatre observations peuvent être évaluées comme il suit :

	M.	Q.
Erreur probable d'une observ.	$\pm 0^s,063$	$\pm 0^s,58$
» de quatre observ.	$\pm 0^s,031$	$\pm 0^s,29$

Le Catalogue de M. de Ball donne les ascensions droites et les déclinaisons.

naisons de 382 étoiles, de grandeur 9 à 9,5, réduites à l'équinoxe moyen 1887,0, avec la précession et la variation séculaire. Il apporte une preuve nouvelle de l'infatigable activité de M. de Ball, et de sa connaissance parfaite des ressources de l'Astronomie pratique.

R.

VIERTELJAHRSSCHRIFT DER ASTRONOMISCHEN GESELLSCHAFT, 24^e année, fascicule IV. Leipzig, 1889.

Ce fascicule renferme le compte rendu de la réunion de la Société astronomique internationale qui a eu lieu à Bruxelles, du 10 au 12 septembre 1889. C'est à Munich que doit avoir lieu la prochaine réunion.

Les Rapports qui ont été lus concernent, en première ligne, l'entreprise des zones. Nous nous contenterons de dire que les observations des zones boréales peuvent être considérées comme terminées. Quelques observatoires ont déjà publié leurs zones. Le travail de réduction est en bonne voie; pour un certain nombre de zones, les Catalogues sont prêts, ou même déjà sous presse. L'observation des zones australes se poursuit activement à Strasbourg, Vienne (Ottakring), Cambridge (États-Unis) et Alger; on s'y prépare à Washington.

La revision photométrique des zones de Bonn, entreprise par M. Pickering, est achevée, et les résultats sont en cours de publication.

M. H. Kreutz a présenté, au nom de M. Krueger, un Rapport détaillé sur l'état des travaux relatifs aux comètes; il y signale celles dont les orbites ont besoin d'être calculées à nouveau. Les petites planètes, dont le nombre s'accroît tellement que les calculateurs de l'*Annuaire* de Berlin se déclarent débordés, ont donné lieu à une discussion intéressante qui paraît devoir entraîner la nomination d'une Commission.

Parmi les Communications qui ont été faites par les différents membres de la Société venus à Bruxelles, nous mentionnerons les suivantes :

Steinheil (A.). — Distribution de la lumière dans les images stellaires qui se forment en dehors de l'axe optique; influence de la construction de l'objectif sur cette distribution (calculs numériques exécutés avec les données relatives à l'héliomètre de Königsberg).

Lagrange (Ch.). — Sur le magnétisme des globes (8 pages).

Perrotin. — Note sur Uranus (observations de bandes sombres parallèles, semblables aux bandes qui se montrent sur Jupiter).

Janssen. — Influence d'une couche d'oxygène sur la lumière qui la traverse. Spectres de l'oxygène.

Bruns. — Tables de M. Astrand pour la solution du problème de Kepler.
Lunette terrestre de M. Hasert.

Brendel. — Sur le micromètre à double image de M. Wellmann.

Hartwig. — L'observatoire de Bamberg.

Weiss (E.). — Sur une nouvelle édition du Catalogue Oeltzen (tiré des zones australes d'Argelander).

Lehmann-Filhès. — Recherches sur le mouvement de la comète Wolf.

Bredichin. — Quelques propriétés remarquables des courants météoriques (7 pages).

Montigny. — Sur la scintillation des étoiles.

Marcuse. — Perturbations brusques des niveaux, observées à Berlin.

Bakhuyzen (H.-G.). — Détermination de l'équation personnelle dans les observations de passages.

Gylden. — Formules et Tables de M. Masal pour le calcul des perturbations absolues des planètes. R.

BUSCHBAUM (CARL). — UNTERSUCHUNGEN UEBER DIE BAHN DES COMETEN 1886 IX (BARNARD-HARTWIG). *Thèse de doctorat soutenue devant la Faculté de Philosophie de Göttingue.* Göttingue, 1889. In-4°, 45 pages.

HAYN (FRIEDRICH). — BAHNBESTIMMUNG DES COMETEN 1862 III. *Thèse de doctorat soutenue devant la Faculté de Philosophie de Göttingue.* Leipzig, 1889. In-4°, 56 pages.

STROOBANT (PAUL). — OBSERVATIONS DE SATURNE, FAITES EN 1890 A L'OBSERVATOIRE ROYAL DE BRUXELLES. (*Bulletins de l'Académie royale de Belgique*, 3^e série, t. XIX, n° 6.)

Cette Note, qui est accompagnée de deux dessins de Saturne, datés du 3 et du 30 avril 1890, renferme des observations intéressantes, faites au grand équatorial de Bruxelles. Les anneaux se présentent, dit M. Stroobant, dans des conditions de moins en moins bonnes; le petit axe diminue rapidement.

M. Stroobant ayant entrepris une étude complète sur les anneaux de Saturne, qui comprend, outre une monographie du système, des recherches sur le mouvement des anneaux, sera reconnaissant aux astronomes

qui voudront bien lui transmettre des renseignements (inédits ou non), se rapportant de près ou de loin à son travail. Adresser les envois à M. Paul Stroobant, docteur ès sciences physiques et mathématiques, 8, rue d'Édimbourg, Ixelles-Bruxelles. R.

BULLETIN DU COMITÉ INTERNATIONAL PERMANENT POUR L'EXÉCUTION PHOTOGRAPHIQUE DE LA CARTE DU CIEL.

Cinquième fascicule.

Une Introduction de l'amiral Mouchez, président du Bureau, annonce d'abord un don généreux de M. Bischoffsheim : il offre 10000^{fr} pour la construction d'un appareil parallaxique de mesure des clichés. A cette somme s'ajouteront les 500 dollars donnés dans le même but par Miss Bruce par l'intermédiaire de M. E. C. Pickering.

Conformément à l'avis favorable des membres du Comité, la prochaine réunion du Comité permanent aura lieu à l'Observatoire de Paris, le mardi 31 mars 1891 et jours suivants.

Le reste de l'Introduction résume la Correspondance qui termine le fascicule et dont nous parlerons après avoir analysé les Mémoires contenus dans ce cinquième fascicule.

Holden (E.-S.). — Sur la détermination des grandeurs stellaires à l'aide de la Photographie (1).

Le but principal que se propose la Photométrie photographique est le même que celui de la Photométrie visuelle : fournir les moyens de constater les variations d'éclat des étoiles.

Mais tandis que l'œil est impressionné par l'énergie lumineuse de la portion du spectre comprise entre C et F, la plaque photographique enregistre celle de la région qui s'étend de F à N. Il résulte nécessairement de là des différences plus ou moins considérables entre les résultats fournis par les deux genres de photométrie, et ils ne sont pas comparables. Dans ces conditions, faut-il chercher à mettre d'accord les grandeurs photométriques et les grandeurs photographiques? L'auteur ne le croit pas, et il montre que pour les déterminations faites jusqu'ici, et qui n'ont porté que sur des régions restreintes, cet accord n'a pu être obtenu que par des changements fréquents de méthode. Ainsi conclut-il avec le Dr Scheiner que l'échelle photographique doit être construite à nouveau, sans rien emprunter à aucune autre méthode. D'ailleurs les procédés à employer ne sont pas encore fixés et il faudra de nombreuses expériences avant de pouvoir résoudre cette question d'une manière définitive et satisfaisante.

(1) Ce Mémoire et quelques autres ont été traduits ou résumés par M^{lle} Klumpke.

Schaeberle (J. M.). — Sur l'éclat photographique des étoiles.

M. Schaeberle a cherché la relation qui existe entre le diamètre d du disque photographique d'une étoile, l'ouverture D du diaphragme qui limite l'ouverture de l'objectif et la durée t d'exposition; il est arrivé ainsi à l'expression

$$d = \alpha + \beta \log D + \gamma D \log t,$$

où α , β , γ sont des constantes dépendant de la plaque sensible et de l'état atmosphérique. L'accroissement du diamètre varie en raison inverse du temps, d'où il résulte que la différence entre l'énergie photographique de deux étoiles s'obtient plus exactement avec de longues poses qu'avec des courtes. C'est donc sur des plaques surexposées qu'il faudra déterminer les éclats stellaires au moyen des diamètres des disques.

En comparant les grandeurs photographiques qu'il a ainsi obtenues aux grandeurs photométriques, M. Schaeberle trouve des écarts considérables, qui montrent qu'on ne peut songer à faire coïncider les deux échelles, comme l'avait fait remarquer le professeur Holden.

Holden (E.-S.). — Remarques relatives au Mémoire de M. Charlier sur les grandeurs photographiques des étoiles.

M. Charlier, dans son Mémoire sur les grandeurs photographiques des étoiles, s'était proposé de déterminer la fonction qui relie les diamètres des disques photographiques aux éclats photographiques correspondants, et de déterminer les constantes de cette fonction de manière que les éclats photographiques qui en résultent correspondent constamment et exactement aux éclats photométriques.

Comme on l'a vu ci-dessus, M. Holden ne croit pas que le problème ainsi posé soit susceptible d'une solution.

M. Charlier part de la formule $H = 0,4^m$; il vaudrait mieux, dit M. Holden, partir de celle $H_m = 0,4^{m-1}$; il pense que les formules du Dr Charlier, du professeur Schaeberle, ne peuvent, à l'heure actuelle, être appliquées en toute sécurité qu'à des étoiles *surexposées*.

Lindemann (Ed.). — Détermination des grandeurs stellaires de la Bonner Durchmusterung.

Au moyen d'un photomètre de Zöllner adapté à un équatorial de 5^p, M. Lindemann a déterminé le rapport photométrique qui existe entre les classes des grandeurs stellaires de la *Bonner Durchmusterung*.

Ce travail renferme deux parties : 1^o les observations, qui s'étendent du 22 septembre 1870 au 20 août 1883; 2^o des considérations sur l'instrument employé, la discussion des observations et l'établissement des

résultats définitifs, qui sont d'accord avec ceux de MM. Rosén, Ceraski, Pickering et Pritchard.

Pour le logarithme β du rapport d'éclat, M. Lindemann obtient :

Grandeurs comparées.	β .	Erreur prob.	Nomb. de couples d'étoiles.
3 et 5.....	0,291	$\pm 0,007$	48
5 et 6.....	0,303	$\pm 0,007$	78
6 et 7.....	0,394	$\pm 0,008$	88
7 et 8.....	0,392	$\pm 0,016$	103
8 et 9.....	0,437	$\pm 0,018$	74
9 et 25.....	$\frac{1}{2} \beta = 0,397$	$\pm 0,024$	27

On voit que la valeur de β relative aux étoiles comprises entre 9 et 9,5 est double de celle qui correspond aux autres étoiles, c'est-à-dire que les étoiles notées 9,5 dans la *Bonner Durchmusterung* sont de la 10^e grandeur et peut-être plus faibles encore.

Les valeurs de β se groupent en trois catégories bien distinctes; on peut écrire en nombres ronds :

$\beta = 0,300$ pour les étoiles visibles à l'œil nu,

$\beta = 0,400$ pour les étoiles télescopiques plus brillantes que la 9^e grandeur.

Pour les étoiles plus faibles, β atteint une valeur bien plus grande.

Enfin les valeurs de β relatives aux différentes classes de grandeurs comprises entre $m = 3$ et $m = 9$ sont représentées par l'équation

$$\beta = 0,367 + 0,035(m - 6,5),$$

où m désigne la grandeur correspondant à la valeur considérée de β .

Common (A.-A.). — Sur la carte photographique du Ciel.

M. Common appelle l'attention sur une question qui a été trop négligée. celle du développement des clichés. Il est difficile de déterminer l'instant précis où un cliché ordinaire d'images stellaires est convenablement développé, parce que ces images ne peuvent être aperçues que difficilement dans la chambre noire.

Pour obvier à cette difficulté et obtenir un certain degré d'uniformité dans la mesure du développement, il recommande l'emploi d'une série de carrés analogues à ceux qu'a employés M. le capitaine Abney dans la mesure de l'intensité photographique de la lumière de la Couronne solaire. Ici trois ou cinq carrés pourraient peut-être suffire; au lieu de carrés, on pourrait avoir recours à des bandes entourant la plaque.

Pour l'impression du réseau sur les plaques avant leur exposition au ciel, M. Common préfère la méthode proposée par M. le Dr Gill (p. 19 du *Bulletin du Comité*). Le châssis de M. Gill (p. 23) lui paraît rem-

plir à peu près toutes les conditions désirables. Peut-être y aurait-il avantage, dit-il, à pouvoir donner à la lunette-pointeur un déplacement de $\pm 2^\circ$ indépendamment de la lunette photographique. Enfin il indique une méthode facile pour s'assurer de la perpendicularité de la plaque sensible et de l'axe optique de la lunette.

Turner (H.-H.). — Sur la Carte photographique du Ciel.

M. Turner se préoccupe des étoiles-guides, qui devront être au nombre d'environ 20000, et dont il faut connaître les positions exactes avant le commencement de la Carte photographique; à ces étoiles il faut ajouter encore un nombre considérable de fondamentales, dont chaque cliché doit contenir un certain nombre. On pourrait, à l'aide de la Photographie même, obtenir rapidement les positions des étoiles-guides par des mesures faites sur des clichés à grandes surfaces, tels que ceux obtenus par le professeur Pickering à l'aide d'un objectif à 4 verres.

Les corrections à appliquer aux positions des étoiles pour les ramener à l'équinoxe moyen d'une époque donnée pourraient, pense M. Turner, être facilement simplifiées : les corrections relatives aux étoiles éloignées du pôle se composent de la somme de deux termes, dont l'un dépend de la longitude du Soleil et l'autre de celle de la Lune. Ces deux termes pourraient se mettre en Table à double entrée qui dispenserait de l'emploi des quantités f , g , G .

Enfin dans la mesure des clichés il serait à désirer que l'on pût mesurer simultanément les clichés qui contiennent les mêmes étoiles, ce qui pourrait se faire de la manière suivante : si, après avoir orienté deux de ces clichés et avoir pointé, à l'aide de deux microscopes, les deux images d'une même étoile, on réunissait ces microscopes par une barre rigide qui ne pût se déplacer que parallèlement à elle-même, quand l'un des microscopes viserait une étoile, l'autre microscope viserait la même étoile sur le second cliché, abstraction faite, bien entendu, des effets de la réfraction, de l'aberration, de la distorsion, etc. Ce système de micromètre serait d'un grand avantage dans l'identification des étoiles et dans la mesure rapide des clichés.

Common (A.-A.). — Sur un instrument permettant de comparer et de mesurer les clichés d'images stellaires.

Préoccupé de la même idée que M. Turner, M. Common a été conduit à imaginer un instrument qui permet de comparer et de mesurer rapidement deux clichés comprenant les mêmes étoiles. Contentons-nous de dire qu'il offre une grande analogie avec le pantographe de M. J. Roberts, décrit à la page 153 du *Bulletin du Comité*.

Christie (W.-H.). — Sur le choix des positions des centres des plaques.

Une Commission de cinq membres (MM. Bakhuysen, Christie, Gill, Kapteyn, Lœwy) avait été chargée de déterminer la position des centres de toutes les plaques en se conformant d'ailleurs aux résolutions du Congrès de 1887. M. Christie expose les deux projets qui remplissaient ces conditions et fait connaître celui qui a été adopté par la Commission. Un Tableau final donne pour chaque déclinaison les positions que doivent occuper les centres des plaques.

Christie (W.-H.). — Sur la distribution du travail entre les différents observatoires.

En 1889, le Comité permanent a adopté, pour la distribution du travail de la Carte entre les observatoires participants, un projet qui assigne à chaque observatoire une zone aussi voisine que possible de son zénith, afin de rendre minima les effets de la réfraction. Mais il est difficile de photographier près du zénith à cause des condensations d'humidité qui se produisent alors sur l'objectif.

M. Christie propose une distribution légèrement différente, telle que, à l'exception de un ou deux observatoires, nul n'ait à photographier des zones d'une distance zénithale inférieure à 12° environ.

Trépied (Ch.). — Sur la nécessité de constituer des types photographiques conventionnels des étoiles des grandeurs 9, 11 et 14.

La question des grandeurs photographiques des étoiles, longuement agitée dans la réunion du Comité permanent de 1889, se termina par le vote d'une résolution laissant à chacun le soin d'apprécier si ses clichés donnent bien les étoiles de la 11^e grandeur (Catalogue) et de la 14^e (Carte). Mais on ne put s'arrêter à aucun moyen pratique de s'assurer si ces conditions étaient bien remplies. M. Trépied insiste sur les difficultés qui se présentent dans la pratique et croit qu'il est nécessaire de soumettre à l'examen du Comité permanent les questions suivantes.

1^o Les étoiles de la grandeur 14, limite adoptée pour la Carte, seront-elles définies, comme celles de la grandeur 11, au moyen de l'échelle d'Argelander, prolongée au delà de la grandeur 9 par l'emploi du coefficient 2,5? Dans le cas de la négative, quelle sera la définition de cette grandeur d'étoiles?

2^o Nécessité de constituer des types photographiques conventionnels des étoiles de grandeur 11 et 14, en partant d'un type moyen d'image adopté pour la représentation des 9^e grandeurs.

Pickering (E.-C.). — Sur les résultats photométriques auxquels peut conduire la Photographie céleste.

Quelques détails sur les instruments employés à la station de Chosica (Pérou).

Correspondance.

M. *Edw. Pickering*. Il ne croit pas que les photographies faites avec des objectifs à quatre verres fassent double emploi avec ceux de la Carte du ciel; depuis longtemps il a recommandé l'emploi d'un instrument d'une construction particulière que la libéralité de Miss Bruce met aujourd'hui à sa disposition. Le contrat pour la construction de la lunette de 0^m,60 a été signé récemment par MM. Alvan Clark et fils.

M. A. Seed, fabricant de plaques photographiques, espère pouvoir réduire la grandeur des particules d'argent sans nuire à la sensibilité.

M. *Obrecht*, directeur de l'Observatoire de Santiago, écrit, le 28 septembre 1889, que le gouvernement chilien est disposé à faire les dépenses nécessaires à l'organisation d'un bon observatoire.

L'équatorial photographique destiné au Chili ne pourra être installé que lorsque les constructions du nouvel établissement seront prêtes.

M. Maturana, astronome chilien qui s'exerce à l'Observatoire de Paris, ramènera avec lui l'instrument, déjà terminé depuis quelque temps.

M. *Biver*, directeur général des glacières de la Compagnie de Saint-Gobain, tenant à honneur de fournir les glaces pour le Comité international, les livrerait au strict prix de revient, c'est-à-dire à raison de 12^{fr} le mètre carré superficiel, sur une épaisseur de 2^{mm},5.

MM. *Lumière*, fabricants de plaques photographiques, déclarent aussi généreusement ne pas vouloir accepter le moindre bénéfice si les astronomes veulent utiliser leurs produits. Il leur serait facile d'augmenter la sensibilité pour des rayons voisins d'une longueur d'onde donnée.

Le P. *Denza*, à la date du 9 décembre 1889, confirme la fondation de l'observatoire du Vatican, dans des jardins éloignés de tout éclairage et du mouvement de la ville.

M. *Christie* (8 février 1890) a essayé à Dublin chez le constructeur, Sir H. Grubb, l'instrument photographique destiné à Greenwich. Le mouvement d'horlogerie est parfait, l'objectif est excellent, et au bord extrême du champ (80' à 90' du centre) les images sont bien symétriques par rapport aux deux axes radial et transversal : c'est tout ce que peut faire jusqu'ici l'opticien.

M. *Gill* fait connaître son opinion sur le système à employer pour le raccordement des plaques : on a vu ci-dessus que la Commission compétente a fixé cette question.

Pour les étoiles guides il faut connaître leur position précise avant, dit-il, d'exécuter la photographie; il les voudrait assez brillantes pour que non seulement l'observateur pût les suivre sans effort dans un champ suffisamment éclairé, mais encore pour qu'elles fussent observables sans difficulté et avec précision dans les instruments méridiens ordinaires. Il n'y aurait pas grand inconvénient à prendre, au besoin, ces étoiles guides loin du centre du champ, l'influence de la variation de la réfraction étant très faible parce qu'on photographiera des régions peu éloignées du zénith.

En conséquence, M. Gill résume ainsi ses propositions relativement aux étoiles guides :

« 1° Toutes les fois que l'on pourra trouver à 30' du centre de la plaque une 8^e ou une étoile plus brillante dont il existe des observations anciennes et exactes, on l'adoptera pour étoile guide. S'il s'en trouve plusieurs à 30' du centre, on choisira l'étoile la plus brillante (inférieure toutefois à la 4^e grandeur) ou celle qui a été le mieux observée.

» 2° A défaut d'une 8^e ou d'une étoile plus brillante, observée antérieurement, on choisira, à l'intérieur du cercle de 30' de rayon, une étoile au moins égale à la 9^e grandeur dont il existe des observations.

» 3° A défaut d'une étoile de la grandeur voulue, on prendra parmi les 9^{es} celle qui se trouve le plus près du centre du champ et on l'observera immédiatement à l'instrument méridien ».

Sir Howard Grubb écrit, à la date du 28 avril 1890, que tous les instruments qui lui ont été commandés seront livrés à la fin du mois de mai.

M. *Dunér* annonce qu'il dispose d'un crédit pour doter l'observatoire d'Upsal d'une nouvelle coupole et d'un réfracteur astro-photographique de 0^m,33 d'ouverture; il ne compte pas entreprendre une zone, mais s'adonner à des recherches sur des questions spéciales; au besoin cependant il accepterait une demi-zone.

M. *Dunér* demande que le *Bulletin* publie en temps utile la liste des questions restant à résoudre pour servir à la formation du programme des travaux pour la réunion du Comité en 1891. Relativement à la vérification des clichés d'essai, il sera à peu près impossible d'y procéder en pleine réunion du Comité; il faudra nommer une sous-commission qui pourrait fonctionner dès maintenant.

MM. *Rayet*, *Baillaud*, *Trépied* ont déjà obtenu de bons clichés.

M. *Anguiano*, directeur de l'observatoire de Tacubaya, annonce que le Gouvernement mexicain concentrera tous ses moyens sur un seul observatoire, de sorte que l'École militaire de Chapultepec ne prendra pas part au travail astro-photographique de la Carte du ciel.

M. *Gill* annonce qu'il a reçu son instrument photographique et qu'il assistera à la réunion du Comité en 1891.

M. *Donner*, directeur de l'Observatoire de Helsingfors, a reçu de Paris les objectifs, dont les premiers essais lui ont donné pleine satisfaction. La partie mécanique, exécutée par M. M. Repsold, ne laisse non plus rien à désirer.

M. *Vogel* écrit, à la date du 5 juillet 1890, que la « construction de réseaux irréprochables présente de si grandes difficultés que M. Wanschaff, constructeur à Berlin, ne peut, comme du reste il était à prévoir, livrer ces réseaux dans le court espace de temps demandé..... et je consens que M. Gautier prenne part à la construction des réseaux ». Il est partisan de donner aux plaques des réseaux exactement les mêmes dimensions qu'aux plaques photographiques, contrairement à une opinion qui a été exposée récemment. En outre, il lui paraît indispensable que le réseau et la plaque soient en contact pendant l'impression du réseau.

M. *Christie*, pour assurer la conservation du réseau, ne voudrait pas qu'il y eût contact entre le réseau et la plaque; il suffit, croit-il, qu'ils soient à une petite distance l'un de l'autre, 0^{mm},5 par exemple.

M. *P. Gautier* voudrait que les plaques des réseaux eussent 0^m,17 de côté au lieu de 0^m,16 qui est la dimension des plaques sensibles : cela permettrait de maintenir convenablement les réseaux et de les rapprocher autant que possible des plaques sensibles.

M. *Paul Henry* adopterait pour les réseaux les dimensions proposées par M. Gautier et ne voit aucun inconvénient à ne pas mettre en contact le réseau et la plaque sensible; mais il lui paraît bon de faire des expériences avant de se prononcer définitivement.

M. *Pickering*, en adressant une circulaire datée du 10 juillet 1890 et annonçant un don fait par M^{lle} Bruce pour aider à des recherches astronomiques, recommanderait à la donatrice quelque dépense relative à la Carte internationale du ciel.

M. *Mouchez* lui recommande la construction de l'appareil parallaxique des mesures, demandé particulièrement par le professeur Kapteyn, et qui coûterait sans doute 4 à 5000 dollars. M. Pickering a répondu qu'il proposerait à miss Bruce d'accorder dans ce but 500 dollars : on a vu que le don généreux de M. Bischoffsheim complète la somme nécessaire.

M. *Tacchini* écrit que la participation de l'observatoire de Catane est certaine : la partie mécanique sera faite à Milan et la construction de l'objectif a été confiée à M. Steinheil.

M. *Trépied* est très satisfait des résultats obtenus avec son objectif photographique.

Pour les étoiles guides il s'était chargé de déterminer les étoiles de la zone comprise entre -5° et $+5^{\circ}$ de déclinaison : ce travail sera terminé à la fin de l'année 1890.

M. H. C. Russel n'a pas encore reçu son objectif, mais il a appris qu'il est terminé.

M. Ricco annonce sa nomination à la direction de l'observatoire de Catane, qui possédera un instrument astro-photographique. Il sera par suite membre de droit du Comité permanent.

G. B.

COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

t. CX, n° 22-26, et t. CXI, n° 1-11.

Renou (E.). — Le mois de mai 1890 à l'observatoire du Parc de Saint-Maur. Froid du 1^{er} juin.

Faye (H.). — Plan et coupe verticale d'une tempête. Sa comparaison avec les faits connus de tous les navigateurs (deux Notes).

Angot (Alfred). — Sur l'amplitude de la variation diurne de la température.

Cette amplitude α , dans une station donnée, est liée à la position de la Terre sur son orbite par la formule

$$\alpha = \frac{K}{r^2} (A + B \sin l + C \cos 2l),$$

où l désigne la longitude du Soleil, r sa distance à la Terre et K une fonction de la nébulosité, qui devient égale à l'unité si le ciel est libre de nuages. Enfin A , B , C sont des coefficients qui dépendent seulement de la position géographique de la station et de son régime climatique.

Dechevrens (Marc).* — Sur la variation de la température avec l'altitude dans les cyclones et les anticyclones.

Janssen (J.). — Sur l'éclipse partielle de Soleil du 17 juin.

A Candie, le temps a favorisé la mission de M. de la Baume, chargé principalement : 1° d'obtenir pendant la phase annulaire une série de photographies de l'éclipse sur plaques argentées, pouvant se prêter à des mesures de diamètres du Soleil et de la Lune; 2° d'obtenir le spectre photographique de l'anneau au moment où celui-ci est réduit à

une très petite épaisseur, et ainsi de décider si le spectre de l'extrême bord du disque solaire présente les bandes de l'oxygène.

M. Janssen rappelle en outre ce qu'il disait à propos de l'éclipse de Soleil du 19 juillet 1879, sur l'intérêt que peuvent présenter des photographies d'éclipses solaires partielles, quand elles sont assez parfaites pour montrer les granulations de la surface solaire; si, en effet, ces granulations conservent leur netteté et leur définition jusqu'au bord lunaire, on aura une nouvelle preuve de l'excessive rareté de l'atmosphère lunaire, si cette atmosphère existe.

Huggins (W.). — Sur le spectre visible et photographique de la nébuleuse d'Orion.

On a prétendu récemment que la raie brillante principale du spectre de certaines nébuleuses, comme celles d'Orion, etc., coïncide avec la première cannelure de la bande brillante du spectre du magnésium brûlant dans l'air, et dont la longueur d'onde est $\lambda 5006,5$. Cependant, des mesures antérieures de M. Huggins plaçaient cette raie principale un peu plus vers le bleu, en lui attribuant une longueur d'onde comprise entre $\lambda 5004,6$ et $\lambda 5004,8$. Il a été ainsi conduit à vérifier ses premières déterminations et à comparer la raie de la nébuleuse directement avec la cannelure du spectre du magnésium brûlant dans l'air, à l'aide d'un spectroscopie à forte dispersion, qui, confirmant ses premiers résultats, lui a montré que la raie de la nébuleuse est un peu plus voisine du bleu que la cannelure du magnésium. A l'observatoire de Lick sur le mont Hamilton, M. Keeler vient d'obtenir le même résultat pour le spectre de la nébuleuse $\Sigma 5$.

Les résultats obtenus par M. Huggins sur le spectre photographique ne sont pas moins intéressants :

« Deux photographies prises cette année (1890) m'ont surpris, dit-il, en ce que les raies de l'hydrogène plus réfrangibles que $H\gamma$, que j'avais cherchées en vain dans mes anciennes photographies, s'y montrent avec beaucoup de force. On reconnaît sur la plaque non seulement les raies brillantes de l'hydrogène h et H , mais aussi les raies α , β , γ du spectre ultra-violet que je découvris en 1880 comme raies obscures d'absorption dans les spectres des étoiles blanches, et que plus tard M. Cornu est parvenu à obtenir comme raies brillantes, en éliminant du tube à hydrogène spectral toutes les impuretés.

« Les raies de la nébuleuse, tant visibles que photographiques, ne sont pas uniformes dans toute l'étendue de leur longueur, mais contiennent des points ou nœuds qui deviennent subitement plus brillants,

ces points correspondant aux petites parties plus brillantes qu'on remarque dans la surface marbrée de la nébuleuse. »

Janssen (J.). — Sur l'éclipse partielle de Soleil du 17 juin.

Communication d'une lettre de M. de la Baume, donnant des détails sur son observation.

Huggins (W.). Sur le spectre photographique de Sirius.

Depuis longtemps M. Huggins avait soupçonné dans ses photographies du spectre de Sirius un groupe de raies obscures, plus réfrangibles encore que les raies de l'hydrogène qu'il avait découvertes en 1879 dans le spectre ultra-violet des étoiles blanches. Or, dans une photographie de Sirius prise le 4 avril, ce groupe soupçonné se montre assez distinctement pour permettre des mesures; les deux raies extrêmes de ce groupe ont respectivement pour longueur d'onde λ 3338 et λ 3199. Ces raies obscures sont aussi fortes et aussi larges que les raies de la série ultra-violette de l'hydrogène, et M. Huggins considère comme probable qu'elles appartiennent à une même substance, à présent inconnue.

Mouchez. — Photographies spectrales d'étoiles de MM. Henry, de l'Observatoire de Paris.

Ces photographies ont été obtenues, les unes à l'aide d'un prisme de flint de 0^m, 12 de diamètre et d'un angle de 45°, les autres à l'aide d'un prisme de 22°, placé en avant de l'objectif de l'équatorial photographique.

Callandreau (O.). — Études sur la théorie des comètes périodiques.

M. Callandreau fait connaître encore quelques résultats de ses études sur la capture des comètes, études qui seront publiées en détail dans le Tome XX des *Annales de l'Observatoire de Paris (Mémoires)*. « En somme, conclut-il, la théorie de la capture des comètes périodiques suffit à expliquer les propriétés caractéristiques de leurs orbites, et les objections qu'on pourrait lui opposer : rareté des approches des comètes et des planètes, absence d'orbites hyperboliques, ne résistent pas à un examen approfondi. »

Rayet (G.). — Sur une photographie de la nébuleuse annulaire de la Lyre, obtenue à l'observatoire de Bordeaux le 24 juin 1890.

Cette photographie, obtenue par M. Courty avec une pose de trois heures, montre vers le centre de l'anneau une étoile de 14^e-15^e grandeur, aperçue pour la première fois par Hahn dans les premières années de ce siècle, vue ensuite par le P. Secchi en 1855, par Lassell, Schultz, Holden, etc., mais cherchée en vain à d'autres époques, de sorte que sa variabilité est bien établie. En outre, M. Mouchez a soupçonné sur le même cliché et aussi dans l'intérieur de la nébuleuse 4 autres étoiles beaucoup plus faibles qui seraient peut-être de la 17^e grandeur.

Faye (H.). — Nouvelles études sur la rotation du Soleil. Analyse des travaux récents de M. Wilsing et de M. Dunér.

Dans un Mémoire dont le *Bulletin* a parlé plusieurs fois (V, p. 372, 458), M. Wilsing a fait connaître les résultats qu'il a obtenus en déterminant la rotation du Soleil par les observations de facules; et l'on sait qu'il est arrivé ainsi à cette conclusion tout à fait inattendue que la vitesse de rotation des facules est sensiblement constante sur tous les parallèles. Mais, dit M. Faye, qui ne peut accepter un tel résultat, les facules « sont très difficiles à retrouver lorsque, après une rotation complète, elles ont regagné leur première place, avec des contours différents et au milieu de facules nouvelles. Il y a là une telle cause d'incertitude que l'observateur est exposé à aboutir inconsciemment à tout résultat dont il aura l'esprit prévenu. Et, comme il lui faudra s'aider d'une première évaluation antérieure de la rotation, ce sera cette évaluation qu'il retrouvera probablement au bout de ses mesures et de ses calculs. »

M. Dunér a adopté la méthode spectroscopique, qui doit son origine à une belle suggestion de M. Fizeau, et il a fait usage d'un excellent réseau de diffraction de Rowland, adapté au réfracteur de l'observatoire de Lund. Ce spectroscope est d'une puissance optique telle qu'il permet de mesurer la différence de longueur d'onde de raies voisines à $\frac{1}{50000}$ près de l'unité de ces longueurs (unité égale au millionième de millimètre). L'auteur a suivi d'ailleurs la méthode différentielle indiquée par Thollon, et qui consiste à prendre pour repère des raies non affectées par la rotation (raies telluriques), très voisines de raies du fer qui, appartenant au Soleil, sont susceptibles d'être déplacées par cette même rotation.

Contrairement aux résultats déduits par M. Wilsing des observations de facules, les observations de M. Dunér confirment le ralentissement de la rotation à mesure que la latitude héliocentrique augmente. L'ensemble des observations est d'ailleurs d'accord avec les formules empiriques données à diverses reprises, pour exprimer la loi de ce ralentis-

sement, par M. Faye, M. C.-H.-F. Peters et M. Spörer, formules qui ont été déduites d'observations des taches.

D'ailleurs, ajoute M. Faye, « le mouvement des taches ne saurait être rigoureusement identique à celui des courants de la photosphère où ces taches se forment et dont elles suivent le fil. Les tourbillons solaires (pores et taches) exécutent en effet un certain travail, celui qui donne lieu à la grandiose circulation de l'hydrogène incandescent. Ce travail s'exécute aux dépens des inégalités de vitesse des courants superficiels parallèles à l'équateur. Un de ses résultats consiste à introduire des matériaux froids de la chromosphère jusqu'à une profondeur notable au-dessous de la photosphère et à modifier, par suite, les courants verticaux de convection qui l'alimentent. Il semble donc que les courants de la photosphère et, par suite, la rotation superficielle puissent varier sensiblement avec le nombre, la grandeur et la position des taches, et n'être plus rigoureusement les mêmes aux époques de minima, alors que les taches cessent de se produire. Ces petites mais très importantes variations nous ont échappé jusqu'ici, parce qu'avec la méthode des taches on se trouve désarmé aux époques décisives. Heureusement, cette lacune va être comblée par la méthode spectroscopique. »

Guilbert (G.). — Sur la prévision des tempêtes, par l'observation simultanée du baromètre et des courants supérieurs de l'atmosphère.

Stéphan. — Découverte d'une comète par M. Coggia (le 18 juillet 1890), à l'observatoire de Marseille.

Zenger (Ch.-F.). — Sur la production, par les décharges électriques, d'images reproduisant les principales manifestations de l'activité solaire.

Moureaux (Th.). — Sur une anomalie magnétique, constatée dans la région de Paris.

M. Moureaux a été chargé par M. Mascart de procéder à une revision complète et détaillée d'une Carte magnétique de la France, basée sur des mesures à effectuer dans 600 stations environ. La région du Nord et le bassin de Paris, seuls explorés jusqu'ici, ont montré deux zones principales d'anomalies. La première, correspondant à un excès de déclinaison, s'étend de la Manche (Dieppe) à la Loire (Gien), en augmentant graduellement d'intensité vers le Sud; la seconde, correspondant au

contraire à des déclinaisons relativement plus faibles, est située à l'ouest de la première. Les choses se passent comme si le pôle Nord de l'aiguille aimantée était attiré de part et d'autre vers une ligne presque droite qui, partant de Fécamp, irait à Châteauneuf-sur-Loire (et probablement au delà), par Elbeuf et Rambouillet, en faisant à l'ouest du méridien géographique un angle de 25° environ. Les Cartes des autres éléments montrent en effet, le long de cette ligne, une augmentation marquée de l'inclinaison et une diminution de la composante horizontale. C'est aux géologues qu'il appartiendrait de rechercher si la constitution du sol permet d'expliquer cette anomalie singulière, qui n'a jamais été signalée, bien qu'elle affecte la déclinaison à Paris même.

Landerer (J.-J.). — Sur l'angle de polarisation des roches ignées et sur les premières déductions sélénologiques qui s'y rapportent.

L'auteur avait déjà déterminé l'angle de polarisation du sol obscur de la Lune (voir *Bulletin*, VI, p. 453) et trouvé pour cet angle $33^\circ 17' \pm 7'$. En admettant la communauté d'origine de la Terre et de la Lune, M. Landerer a été naturellement conduit à déterminer l'angle de polarisation des roches ignées qui constituent la croûte terrestre, et il trouve que celle qui, sous ce rapport, se rapproche le plus de la constitution de la surface lunaire, est le *vitrophyre*, roche noire où de gros cristaux de sanidine, de magnétite, de hornblende sont enveloppés dans une pâte à texture fluidale, non perlitique, s'éteignant complètement entre les nicols croisés.

L'angle de polarisation de la glace a été trouvé de $37^\circ 20' \pm 5'$, ce qui s'écarte trop de la valeur $33^\circ 17' \pm 7'$ trouvée pour la Lune pour qu'on puisse admettre, avec Hirn, que le sol de la Lune soit constitué par de l'eau solide.

Abbadie (A. d'). — Notes sur la géographie de l'Éthiopie (t. I).

La Baume Pluvinel (A. de). — Sur l'observation de l'éclipse annulaire de Soleil du 17 juin 1890.

La station choisie d'abord était Candie, située presque exactement sur la ligne de l'éclipse centrale et où la durée de la phase annulaire devait être de quatre minutes. Mais, par suite des circonstances, il fallut s'installer à la Canée, où l'éclipse a été observée dans des conditions atmosphériques particulièrement favorables. La pureté de l'air était telle que l'on a pu voir des étoiles au moment de la phase annulaire, et

la diminution de la lumière a été accompagnée d'un abaissement de température de 6° C.

Ainsi qu'on l'a vu ci-dessus, le but principalement poursuivi était de profiter du moment où la partie visible du Soleil serait réduite à un anneau étroit, pour obtenir un spectre aussi pur que possible des rayons émis par l'extrême bord du disque solaire. La photographie du spectre, obtenue dans ces conditions, devait être particulièrement intéressante; car les rayons analysés auraient traversé une épaisse couche de l'atmosphère solaire et, par suite, auraient pu subir une absorption que devait révéler le spectroscopie. Il en aurait été ainsi notamment pour l'oxygène, mais le spectre de l'extrême bord du Soleil s'est trouvé identique à celui du centre, et les clichés ne présentent aucune trace des bandes d'absorption de l'oxygène. Il semble donc que, si ce gaz existe dans le Soleil, il ne s'y trouve pas dans les conditions requises pour produire les phénomènes d'absorption auxquels donne lieu notre atmosphère et qu'on peut reproduire dans les laboratoires.

Colin (R. P.). — Tremblements de terre à Madagascar.

De janvier à juin 1890, on a ressenti à Madagascar 5 tremblements de terre. Peut-être faut-il attribuer à ces mouvements sismiques les changements parfois considérables de l'azimut de la lunette méridienne de l'observatoire de Tananarive.

Tacchini (P.). — Résumé des observations solaires faites à l'observatoire royal du Collège romain pendant le second trimestre de 1890.

Le nombre des taches augmente lentement et celui des jours sans taches diminue; on est donc sorti de la véritable période du minimum. Le phénomène des protubérances solaires a été stationnaire, très faible, ce qui s'accorde avec le retard de son minimum par rapport à celui des facules. « Or, ajoute l'auteur, comme la rotation du Soleil a été trouvée la même pendant le maximum et le minimum de l'activité solaire, il en faut évidemment conclure que des causes bien plus puissantes que la rotation solaire doivent régler la période undécennale des phénomènes solaires, causes encore entièrement inconnues. »

Mascart. — Tables météorologiques internationales.

Bourgeat (abbé). — Observations sur le cyclone du 19 août dans le Jura (2 Notes).

Faye (H.). — Sur la signification du mot *cyclone*.

Distinction entre le cyclone et la trombe.

Tacchini. — Phénomènes solaires observés pendant le premier semestre de l'année 1890.

Les protubérances hydrogéniques ont été bien plus fréquentes dans l'hémisphère Sud, et le maximum de fréquence correspond à la zone (40° - 50°) comme dans tous les trimestres de 1889. Pendant le second trimestre, on a observé des protubérances même très près des pôles, ce qui indique que l'activité solaire va en augmentant.

Les facules présentent leur maximum à la même distance de l'équateur dans les deux hémisphères, mais leur fréquence n'est plus prédominante au Sud, et la distribution des groupes des taches s'accorde avec celle des facules. Nous sommes donc en présence d'un changement dans la distribution en latitude des phénomènes solaires; car, tandis que les protubérances ont conservé leur grande prédominance dans l'hémisphère Sud, les facules et les taches ont été plus fréquentes au Nord.

Denza (P.). — Les étoiles filantes du 9-11 août 1890, observées en Italie.

La pluie météorique, surtout dans la nuit du 11 au 12, a été cette année beaucoup plus abondante que dans les années précédentes et a, relativement, atteint le maximum.

Le plus grand nombre de météores, qui autrefois se montrait ordinairement du 10 au 11, a été un peu en retard, ayant commencé à se montrer le soir du 11 au lieu du 10. La position du radiant, déduite des observations de plusieurs stations, est la suivante : $\alpha = 46^{\circ}$, $\delta = +55^{\circ}$. Cette pluie, dont les météores offraient pour la plupart l'aspect typique et la couleur jaune qui caractérisent les Perséides, a été remarquable cette année tant par le grand nombre que par l'éclat des étoiles filantes qui la constituaient : plusieurs étaient d'une grandeur plus qu'ordinaire; d'autres avaient des traînées lumineuses, et l'on a également observé des bolides.

Fauthier (L.). — La trombe-cyclone du 19 août 1890.

Elle a commencé à Saint-Claude (Jura), pour finir à la gare de Croy (ligne de Pontarlier-Lausanne), parcourant ainsi 58^{km} , 5 en 52 minutes, soit une vitesse de translation de 68^{km} à l'heure.

Zenger (Ch.-V.). — Les orages du mois d'août 1890 et la période solaire.

L'extension à trois continents de ces perturbations tend à faire exclure les causes terrestres et locales. L'influence du Soleil se manifesterait par les trois grandes perturbations atmosphériques qui ont eu lieu du 3 au 5, du 16 au 18 et du 27 au 31 août, séparées par un intervalle de 12 à 13 jours égal à la période solaire. Les tempêtes et les orages du 9 et du 10 août seraient dus à l'influence du passage des Perséides.

Observations de l'éclipse de Soleil du 16-17 juin 1890.

A Nice, l'empereur dom Pedro a observé le second contact par projection avec l'équatorial de 0^m,38 d'ouverture; et les contacts ont été observés en outre directement par MM. Charlois, Javelle et Perrotin.

A Lyon, M. Gonnessiat avait placé sur l'objectif un réseau de toile métallique. Outre l'observation des contacts, il a déterminé les angles de position des cornes. Pendant toute la durée de l'éclipse, le contour de l'échancrure s'est montré parfaitement net et la pointe des cornes n'a présenté aucune déformation. M. Gonnessiat n'a pu distinguer le bord de la Lune dans la partie projetée hors du Soleil; mais à Alger, M. Trépied a pu apercevoir ce bord sur une longueur de 3' à 4', pendant l'éclipse seulement. Au même observatoire d'Alger, les contacts ont été observés par MM. Rambaud, Renaux, Sy et Trépied.

A Meudon, M. Trouvelot a obtenu quatre photographies et a pu fixer sur la plaque sensible des traces bien évidentes des petits corps lumineux qu'il observe depuis 1878 dans le voisinage du Soleil et qu'il a fait connaître en 1880, sous le nom de *spectres fugitifs*, dans le Tome XIX des *Annales de Chimie et de Physique*.

A Marseille, quelques amateurs réunis ont également observé les contacts; mais, au lieu de donner les résultats individuels, ils indiquent seulement les moyennes, de sorte qu'on ne peut juger de la valeur de leurs observations. Ils ont fait de même pour l'occultation de β Scorpion par la Lune, observée le 29 juin 1890.

Comète Brooks (1890 mars 19). — Observation photographique par Trépied; observations par Cosserat, Courty, Rambaud, Rayet, Renaux, Picart.

Comète Coggia (1890 juillet 18.) — Observations par Borrelly, Coggia, Cosserat, Courty, M^{lle} Klumpke, Picart, Rambaud, Sy. Éléments et éphémérides par Fabry, Lubrano et Maître.

Comète Denning (1890 juillet 23). — Observations par Bigourdan, Courty, Picart, Rayet. Éléments et éphéméride par Charlois.

- ②93 Éléments et éphéméride par Charlois.
- ②94 Découverte, éléments et éphéméride par Charlois.
- ②95 Observations par M^le Klumpke.
- ②97 Observations par Bigourdan.

G. B.

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, n° 2990-2994.

Oertel (K.). — Comparaison des positions d'étoiles contenues dans le tome VI des Observations de Bonn avec le Catalogue de Schjellerup.

Argelander avait déjà lui-même essayé de fixer les corrections systématiques à appliquer aux positions du Catalogue de Schjellerup pour les réduire au système Wolfers, sur lequel reposent ses propres positions à partir de 1859. Mais les résultats que lui avaient donnés des comparaisons directes ou indirectes ne laissaient pas d'être assez discordants; car, après avoir trouvé directement (par 19 étoiles seulement)

$$W. - Sj. = + 0^s,097 \quad \text{et} \quad + 0^s,59,$$

il avait obtenu, par l'intermédiaire du Catalogue d'Armagh,

$$W. - Sj. = + 0^s,095 \quad \text{et} \quad - 0^s,67;$$

puis, par celui d'Abo,

$$W. - Sj. = + 0^s,061 \quad \text{et} \quad - 0^s,55.$$

Il avait adopté, en définitive,

$$W. - Sj. = + 0^s,097 \quad \text{et} \quad - 0^s,09.$$

Le nouveau Catalogue des zones de Lamont ayant été comparé tour à tour à celui d'Argelander et à celui de Schjellerup, on dut se convaincre que les différences $W.-Sj.$ n'étaient rien moins que constantes, et M. Oertel se décida à en déterminer la marche par une nouvelle comparaison directe, comprenant toutes les étoiles communes aux deux Catalogues.

Il a commencé par ramener au système Wolfers les observations d'Argelander antérieures à l'année 1859 (qui reposaient sur le système du Catalogue d'Abo). La comparaison de plus de 500 positions a montré ensuite que les écarts en ascension droite variaient très peu, et qu'il suffisait d'adopter la moyenne

$$\text{Arg.} - \text{Sj.} = + 0''.147,$$

tandis que les écarts en déclinaison dépendent manifestement de l'ascension droite, comme le prouvent les nombres suivants :

R.	$\Delta\delta$.	R.	$\Delta\delta$.
0 ^h	$-0'',10$	12 ^h	$+0'',02$
6 ^h	$-0'',38$	18 ^h	$+0'',46$

Quant à la cause de ces différences systématiques, M. Oertel avoue qu'il ne sait où il faut la chercher.

Spærrer. — Observations des taches solaires.

Bidschof. — Orbite de la planète (279) Thulé.

L'orbite est fondée sur deux oppositions (1888 et 1889). C'est, jusqu'à nouvel ordre, l'astéroïde qui a la plus grande distance moyenne (4,26).

Tarrant. — Mesures micrométriques d'étoiles doubles, faites dans le cours de l'année 1888.

M. Tarrant se sert d'un réflecteur. Pour l'éclairage, il a maintenant recours à l'électricité.

Bélopolsky. — Sur les mouvements qui s'observent à la surface du Soleil.

Revenant sur une Communication antérieure, M. Bélopolsky déclare que, à son avis, les résultats de M. Wilsing, relatifs aux facules, ne contredisent pas la loi de rotation, déduite du mouvement des taches, parce que ces observations n'embrassent qu'un intervalle de six mois, insuffisant pour trancher la question; on sait, en effet, que les taches elles-mêmes montrent parfois des vitesses presque constantes pendant une année entière. M. Bélopolsky cite encore une série de faits (notamment les résultats des observations spectroscopiques de M. Dunér) qui lui paraissent militer en faveur de l'opinion que les couches profondes du Soleil tournent plus rapidement que les couches extérieures.

Græben. — Sur le calcul des perturbations spéciales des coordonnées polaires.

L'auteur fait voir que le procédé indiqué par Oppolzer (t. II, p. 150) peut être abrégé en remplaçant le calcul direct par un calcul indirect.

Weiss (E.). — Observations de planètes et de comètes, faites à l'observatoire de Vienne pendant l'année 1889.

Cerulli. — Éléments et éphéméride de la planète (225) Henriette.

Charlois. — Découverte de deux nouvelles planètes (297) et (298).

Elles ont été trouvées, l'une et l'autre, le 9 septembre, à Nice.

Hackenbergl. — Éléments et éphéméride de la planète (286) Icléa.

Spitaler. — Observations de comètes et de nébuleuses, faites avec le réfracteur de 27 pouces de l'observatoire de Vienne.

Schwab (F.). — Observations de planètes et de comètes, faites à l'observatoire de Kremsmünster.

Küstner (F.). — Sur les variations de la hauteur du pôle, constatées de 1884 à 1885, à Berlin et à Poulkova.

Nous avons longuement parlé (*Bulletin*, V, p. 541) des recherches de M. Küstner, concernant la variabilité des latitudes, et contenues dans son Mémoire de 1888. Il les a complétées en discutant, au même point de vue, les résultats fournis par chacun des sept couples d'étoiles, pour trois époques différentes. Les moyennes seraient, pour ces trois époques :

Époques.	Latitude (Berlin).	
1884,32.....	52°.30'.16",73	—0,82 ΔA
1884,70.....	16,96	+0,83 »
1885,31.....	16,52	—0,85 »

où ΔA représente la correction de la constante de l'aberration (M. Küstner a pris, cette fois, $A = 20'',492$ d'après Nyrén). On voit que, dans l'espace de sept mois, la latitude de Berlin paraît avoir éprouvé

une diminution de $0'',44$. Or une variation presque aussi forte est accusée par les observations de la Polaire, faites, à la même époque, au cercle vertical de Poulkova, par M. Nyrén, car ce dernier trouve :

Époques.	Latitude (Poulkova).
1882,31.....	59°.46'.18'',52
1883,51.....	18,54
1884,70.....	18,63
1885,23.....	18,31
1885,31.....	18,30

soit une diminution de $-0'',33$ à partir de 1884,70. Ce sont là des coïncidences qui méritent, en tout cas, d'être signalées.

Holden. — Lettre à l'Éditeur.

Il y est question d'observations du mouvement des nébuleuses suivant le rayon visuel, et de déterminations photographiques de leurs parallaxes.

Schulhof et Bossert. — Éphémérides hypothétiques de la comète 1873 VII (Coggia-Winnecke).

On pourrait la revoir cette année, si elle a réellement une durée de révolution d'environ 5^h,6.

Berberich. — Les comètes 1889 I et 1889 II, toujours visibles.

M. Barnard a pu facilement observer sa comète de septembre 1888 (1889 I) au mois d'août dernier, avec le grand réfracteur de l'observatoire Lick; il espère la suivre encore pendant un an ou deux. On verra alors si l'attraction newtonienne suffit à rendre compte des positions observées, jusqu'à une distance aussi grande du Soleil. Il a aussi retrouvé, le 23 août, sa comète du 31 mars 1889 (1889 II), qui était encore bien visible, et qu'il a dû encore observer dans ces derniers temps.

Bidschof. — Éléments et éphéméride de la planète (245).

Laska. — Éléments et éphéméride de la planète (275) Sapientia.

Franz. — Éphéméride du cratère lunaire Moesting A.

DOCUMENTS RELATIFS A L'ÉQUATION DÉCIMALE;

PAR M. P. BRÜCK.

Je me propose d'ajouter de nouveaux exemples, tirés de mes observations, à ceux qui ont été donnés par MM. Boquet et Gonessiat et résumés par M. Radau (*Bulletin*, t. VI, p. 337 et 471; t. VII, p. 179). Je les ferai suivre de quelques remarques très brèves.

I. Étoiles équatoriales (comprises entre -5° et $+5^{\circ}$ de déclinaison). Observations faites de 1889 avril 19 à 1890 mars 28 :

Nombre d'observations du dixième.										Somme.
0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	
143	85	89	94	83	95	77	93	122	119	1000

Observations faites de 1890 mars 28 à 1890 octobre 14 :

Nombre d'observations du dixième.										Somme.
0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	
137	73	79	88	140	135	109	91	77	81	1000

Pour l'ensemble de ces observations, nous avons donc :

Nombre d'observations du dixième.										Somme.
0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	
280	158	168	182	213	230	186	184	199	200	2000

ou bien

140 79 84 91 106 115 93 92 100 100⁽¹⁾ 1000

II. Autres étoiles comprises entre -26° (α Scorpion) et $+68^{\circ}$ (δ Dragon), en excluant celles des zones où le même dixième se reproduit à presque tous les fils.

Observations faites en 1890, de janvier 2 à octobre 30 :

Nombre d'observations du dixième.										Somme.
0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	
550	366	359	432	387	457	388	362	308	371	3980

ou bien

138 92 90 108 97 115 98 91 77 93 1000

(*) Exactement 500 pour chaque moitié de la seconde.

III. L'ensemble des résultats précédents qui sont fournis par toutes les étoiles pour chacune desquelles tous les dixièmes sont à très peu près également probables se résume ainsi :

Nombre d'observations du dixième.										Somme.
0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	
830	524	527	614	600	687	574	546	507	571	5980

ou bien

139	88	88	103	100	115	95	91	85	96 ⁽¹⁾	1000
-----	----	----	-----	-----	-----	----	----	----	-------------------	------

Quelques mots maintenant sur les observations d'où sont tirés ces nombres.

Elles ont été faites avec la lunette méridienne de Besançon. Ce sont en très grande majorité, presque exclusivement, des observations de jour dont le Soleil et les planètes sont le principal objet. Dans les étoiles équatoriales, j'ai laissé quelques observations de nuit (qui, d'ailleurs, n'offrent pas de marche spéciale), pour ne pas être obligé de m'étendre sur une trop longue période. En hiver, les observations se prolongent ordinairement bien après la tombée de la nuit; mais la plupart de ces étoiles ont été, je le répète, observées de jour, ce qui exclut toute influence due à la grandeur. Elles sont presque toutes des fondamentales de la *Connaissance des Temps*. Les observations sont faites à vingt fils en ascension droite. J'ai laissé de côté toutes les étoiles, en assez petit nombre du reste, observées fortuitement à moins de vingt fils et je n'ai omis que celles-là dans mes relevés. Je disposais ainsi d'un grand nombre de passages obtenus avec peu d'étoiles. Le Tableau III provient de 299 étoiles seulement.

Ces circonstances ne sont assurément pas les plus favorables à la détermination de l'équation décimale.

Mais le relevé de mes observations de 1889 et 1890 m'a montré que le résultat ne varie pas avec la saison. C'est ce qui m'a permis de grouper ensemble des observations s'étendant sur une assez longue période de temps. Ainsi 60 observations, soit 1200 passages, faites en février et mars 1890, donnent les résultats suivants :

Nombre pour 1000 d'observations du dixième.									
0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
121	103	79	98	99	105	112	89	87	106

(¹) 508 pour les 5 premiers dixièmes, 482 pour les 5 derniers.

Ces nombres ne diffèrent pas sensiblement de ceux du Tableau III, qui embrasse dix mois d'observations.

Je me suis demandé si ma manière d'observer change notablement avec la déclinaison de l'étoile. On voit déjà que les résultats donnés par les étoiles équatoriales (je les avais isolés pour me placer dans des conditions bien définies) ne diffèrent guère de ceux fournis par l'ensemble des autres. Mais, pour mieux préciser, j'ai relevé toutes mes observations d'étoiles comprises entre $+28^{\circ}$ (β Gémeaux) et $+68^{\circ}$ (δ Dragon). J'en ai trouvé 33 à peu près uniformément réparties dans cette région. Voici les nombres obtenus au moyen de ces 660 passages :

Nombre pour 1000 d'observations du dixième.									
0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
142	110	94	110	68	103	97	89	79	108

Comparés au Tableau III, ils n'accusent aucune anomalie appréciable.

Ainsi donc, en ce qui me concerne, l'équation décimale paraît consister uniquement en une tendance à noter trop fréquemment le dixième 0, et cette tendance ne varie pas avec la déclinaison de l'étoile.

Avant d'aller plus loin, je veux signaler ici un fait qui me semble intéressant. J'ai dit qu'à partir du 15 décembre 1888, jour où furent instituées les observations de passage à vingt fils, ma manière d'évaluer les dixièmes était demeurée invariable. J'ai voulu rechercher si elle était la même que pour les observations antérieures. Celles-ci étaient faites à dix fils seulement.

Voici ce que j'ai trouvé :

127 observations faites de 1887 septembre 3 à octobre 21 (c'est-à-dire 1270 passages), prises en bloc et sans faire de distinction, donnent :

Nombre pour 1000 d'observations du dixième.									
0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
108	103	77	93	61	54	47	107	145	205

et 78 observations faites du 3 au 12 décembre 1888 :

Nombre pour 1000 d'observations du dixième.									
0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
143	77	70	75	71	86	58	108	163	169

Ces observations, faites toutes de nuit, n'avaient guère d'autre but que de déterminer l'heure et l'état de l'instrument nouvellement posé pendant que se poursuivait dans le jour l'étude des erreurs de division du cercle. Une amélioration considérable et persistante se manifeste donc brusquement avec l'introduction des observations à vingt fils ⁽¹⁾.

Elle est due uniquement à ce que c'est à partir de cette époque qu'on a cherché à obtenir dans les observations la plus grande précision et que je me suis scrupuleusement étudié pour partager la seconde avec autant d'exactitude que possible; mais je n'avais aucune indication sur l'allure de mes observations antérieures. Avant le 15 octobre 1890 je n'avais entrepris aucun relevé relatif à mes dixièmes observés, persuadé que la préoccupation d'obtenir un dixième ou d'en éviter un autre peut gêner l'observateur et vicier ses résultats. C'est donc simplement par suite d'une vigilante attention que je suis arrivé des résultats précédents à ceux qui sont consignés au commencement de cette Note.

Ma conviction absolue, telle que l'ont faite des observations méridiennes déjà nombreuses, est que tout observateur qui s'étudie lui-même peut arriver à rendre négligeable son équation personnelle, du moins en tant qu'elle provient d'une fausse estimation du dixième; car l'équation décimale peut avoir d'autres causes indépendantes de l'observateur. Tous les astronomes savent combien il est relativement rare qu'une étoile parcoure le champ d'un mouvement uniforme. Elle procède souvent par bonds plus ou moins irréguliers. J'évaluerais à la moitié du nombre total de mes observations celles où ces circonstances se présentent, surtout pendant le jour. Il y a là sans nul doute une cause d'erreur dans l'estimation du dixième ⁽²⁾.

Comme M. Gonessiat, j'ai reconnu depuis longtemps la nécessité de suivre l'étoile après le fil et j'évalue toujours les dixièmes à la fois directement et par complément.

Il me reste à parler d'un point intéressant que j'avais aussi

(1) Bien entendu, j'ai constaté que tous les dixièmes se présentent indifféremment à tous les fils.

(2) Ainsi mes observations faites cet automne, peu avant le coucher du Soleil, avec des images parfaitement calmes et d'un mouvement uniforme, n'offrent plus un excès du dixième 0.

signalé à l'un de mes collègues longtemps avant que M. Gonesiat eût publié sa Note : c'est l'influence de la disposition des fils du réticule sur les observations.

Le micromètre de la lunette méridienne de Besançon a la disposition déclarée vicieuse par l'auteur précité : tous les fils y sont à peu près équidistants. Il se compose de deux groupes de dix fils équidistants séparés par un intervalle égal à quatre fois la distance des fils. Dans l'équateur la distance est de $9^s,9$ pour 14 des intervalles formés par les fils et de $10^s,0$ pour les autres. La distance des fils qui comprennent le méridien est de $39^s,6$. Pour l'étoile α Orion par exemple, si l'observation se faisait avec une exactitude absolue, on obtiendrait seulement trois dixièmes consécutifs, celui du milieu très prédominant.

Pour d'autres étoiles : 37 sextant, α Cygne, π' Orion, α Serpent, on aurait des résultats analogues. Les années 1889 et 1890 m'ont fourni 66 observations faites dans ces conditions. On obtient quelquefois trois dixièmes consécutifs seulement, comme cela était prévu, avec des nombres d'observations tels que 2, 7, 11 ou 8, 9, 3 ou 3, 14, 3. Le plus souvent on obtient quatre ou cinq dixièmes toujours consécutifs avec des nombres tels que 4, 3, 11, 2 ou 7, 10, 2, 1 ou 2, 7, 10, 1. Mais il est remarquable que le dixième qui a le maximum d'observations est alternativement un dixième ou l'autre sans en excepter aucun. D'ailleurs les étoiles en question ont toutes été réduites pour la détermination de l'heure et je n'ai jamais constaté d'anomalie qui leur fût spéciale. Le nombre de ces observations exceptionnelles est sans doute trop restreint pour que je puisse rien affirmer d'une manière absolue à leur sujet, mais je suis très fortement porté à croire qu'elles ne sont pas observées moins exactement que les autres. Je me propose de trancher cette question par une expérience décisive. Dès que les circonstances le permettront, j'observerai l'étoile α Cygne aux dix fils fixes avant le méridien et, après le méridien, en plaçant dix fois le fil mobile devant l'étoile, dont le mouvement est assez lent. D'une part, j'aurai le même dixième à tous les fils, d'autre part des dixièmes quelconques. Il suffira de comparer les résultats quand j'en aurai obtenu un grand nombre pour conclure.

Pour finir, voici le résultat de mes 25 dernières observations de

Mercure, Vénus et Mars (septembre et octobre, 500 passages du premier bord, sauf deux fois le second bord de Mercure) :

Nombre pour 1000 d'observations du dixième.									
0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
92	56	124	90	118	128	104	124	86	78

OBSERVATIONS DE LA COMÈTE DENNING (1890. juillet 23),

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE TOULOUSE (équatorial Brunner);

PAR M. SAINT-BLANCAT.

Dates. 1890.	Étoiles de comparaison.	Gr.	* — * .		N. de c.
			$\Delta M.$ m s	$\Delta (Q).$	
Aout 11.....	a 1804 B. D. + 56°	7,8	-1.29,58	+29. 5,8	12 : 12
16.....	b 2383 B. D. + 49"	8,4	+3.47,50	+ 7.10,4	9 : 12
16.....	c 2387 B. D. + 49°	9,5	+0.21,70	- 1.26,4	12 : 12

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1890.	★	Moy. 1890. 0.			Réf. au J.	(Moy. 1810. 0	Réf. au J.	Autorités
		h	m	s		s		
Aout 11.....	a	15.22.12,72			+0,71	55.59.49,2	+14,5	B. B. VI.
16.....	b	15.20.38,01			+0,62	49. 9.39,3	+13,6	Arg. (E ₁).
16.....	c	15.24. 7,34			+0,64	49.13.57,2	-13,6	B. B. VI.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1890.	T. moyen de Toulouse.			Rapp.	Log. fact parall.	(Q)app.	Log. fact parall.
	h	m	s	h m s			
Aout 11.....	11.17.50			15.20.43,85	7,880	55.29. 9,5	0,355
16.....	11. 8.29			15.24.26,13	7,807	49.17. 3,3	0,510
16.....	12.16.16			15.24.29,68	7,811	49.12.44,4	0,661

La comète est très faible.

Ces observations ont été faites à l'aide d'un micromètre à gros fils: l'épaisseur apparente d'un fil est de 15".

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

F. TISSERAND. — TRAITÉ DE MÉCANIQUE CÉLESTE, t. II. *Théorie de la figure des corps célestes et des mouvements de rotation*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890. In-4°, 552-XIV pages.

Deux années se sont écoulées depuis l'apparition du Tome I du *Traité de Mécanique céleste* de M. Tisserand, que nous avons été heureux d'annoncer ici même, peu de temps après. L'espoir que nous exprimions alors de voir ce beau travail se continuer sans interruption n'a pas été trompé; le second Volume a paru, et tout porte à croire que le troisième ne se fera pas attendre au delà d'un raisonnable délai, exigé par les derniers soins à donner à la rédaction des vastes matériaux qu'il comprend. M. Tisserand se propose d'y reprendre le fil des recherches relatives à la théorie des perturbations, pour conduire ses lecteurs à travers le labyrinthe des ingénieuses et subtiles méthodes inventées par quelques astronomes contemporains; il y fera pénétrer le jour et la clarté. En attendant, il a résumé, dans le Tome II, tout ce qui concerne la théorie de la figure des corps célestes et de leur mouvement de rotation.

La théorie des figures d'équilibre est un corollaire de celle de l'attraction, puisque les forces en jeu sont simplement la gravitation et les forces centrifuges. Aussi M. Tisserand a-t-il jugé nécessaire de consacrer les premiers Chapitres à une étude d'ensemble, où l'on trouve réunis les théorèmes généraux sur l'attraction qui découlent de la notion du potentiel.

On sait combien l'introduction de ce mot nouveau et l'usage du signe qui le représente ont contribué à simplifier la solution d'une foule de problèmes de Mécanique. L'idée qu'il exprime (celle d'une fonction dont les dérivées sont les composantes des forces en action) n'était sans doute pas nouvelle, puisqu'elle est déjà familière à Laplace, à Legendre, à Lagrange; il n'en est pas moins vrai que des clartés inattendues ont été répandues sur certaines questions depuis l'emploi méthodique d'un symbole nettement défini. On peut en juger par la lecture des Chapitres I, II, III, où M. Tisserand démontre l'équation de Laplace ($\Delta_2 V = 0$) et celle de Poisson, pour passer ensuite à la théorie des surfaces et des couches de niveau, et aux célèbres théorèmes de Gauss, de Chasles et de Green. Les applications de ces théorèmes se rencontrent, nombreuses, dans la suite de l'Ouvrage.

Les Chapitres IV et V sont consacrés à l'attraction des corps d'une forme donnée. C'est une série d'intéressants problèmes de Calcul intégral,

résolu avec autant d'élégance que de rigueur. L'attraction des ellipsoïdes homogènes est traitée de deux manières différentes, d'abord par l'analyse de Lagrange, en faisant intervenir le théorème d'Ivory, auquel se rattache le théorème de Laplace sur les ellipsoïdes homofocaux; ensuite par la méthode de Gauss. Dans le Chapitre V, on trouve les formules pour l'attraction des ellipsoïdes de révolution, et les développements en séries qui s'obtiennent dans le cas où l'aplatissement est petit.

Enfin M. Tisserand établit, par des méthodes de calcul très élégantes, les formules relatives à l'attraction de quelques solides simples : pyramide, prisme élémentaire, parallélépipède rectangle de très petite hauteur, disque circulaire, cylindre, segments de révolution, segments sphériques, etc. Ces formules comportent plus d'une application en Géodésie. Chemin faisant, se trouvent discutées d'intéressantes questions de maximum, relatives à l'attraction des cylindres et des segments sphériques à une base. On constate qu'à égalité de volume la sphère n'exerce pas sur un de ses points la plus grande attraction, et l'on se trouve ainsi conduit à chercher la forme du *solide de plus grande attraction*, problème résolu par Gauss, et avant lui par l'astronome marseillais Saint-Jacques de Silvabelle.

Dans le Chapitre VI, M. Tisserand aborde la théorie de la figure d'équilibre d'une masse fluide homogène, animée d'un mouvement de rotation. On y trouve la discussion complète des ellipsoïdes de révolution de Maclaurin, avec l'application numérique des formules aux cas de la Terre, du Soleil et des planètes Mercure, Vénus, Mars, Jupiter, Saturne. Les ellipsoïdes à trois axes inégaux de Jacobi forment le sujet du Chapitre VII, où M. Tisserand reproduit la discussion des conditions d'équilibre, due à Otto Meyer et à Liouville. Il expose enfin le théorème de M. Poincaré, qui donne pour la vitesse de rotation une limite au delà de laquelle l'équilibre relatif est impossible avec une figure quelconque. Le Chapitre VIII est consacré aux figures d'équilibre d'une masse fluide, soumise à l'attraction d'un point éloigné, avec application au cas de la Lune.

Le problème épineux de la figure de l'anneau de Saturne a exercé, dans ces derniers temps, la sagacité de plusieurs géomètres, qui ont senti la nécessité de le reprendre après Laplace. M. Tisserand y a consacré quatre Chapitres, où il expose successivement les recherches classiques de Laplace, celles de James Clerk Maxwell, concernant l'instabilité d'un anneau circulaire hétérogène, puis les travaux de M^{me} Sophie Kowalewski et ceux de M. Poincaré sur la figure annulaire d'équilibre d'une masse fluide homogène, enfin la théorie de Maxwell sur l'anneau de Saturne, considéré comme une agglomération d'un grand nombre de petits satellites.

On sait que le Mémoire de Maxwell est difficilement abordable. On le cite souvent; très peu de personnes l'ont lu. M. Tisserand s'est imposé la tâche pénible d'en extraire ce qu'il renferme d'essentiel, afin de faciliter la lecture de ce Mémoire, qui est important, bien que les raisonnements manquent parfois de rigueur.

Les recherches de Maxwell ont donné un haut degré de probabilité à l'hypothèse de Cassini, d'après laquelle l'anneau de Saturne serait constitué par un essaim de satellites; ce n'est même, sans doute, qu'un nuage de poussières cosmiques, d'une densité moyenne extrêmement faible, comparable à celle de l'air atmosphérique. Cette manière de voir est confirmée par les récentes recherches photométriques de M. Seeliger et peut-être aussi par les travaux de M. H. Struve sur les satellites de Saturne.

L'hypothèse de l'homogénéité introduit une simplification notable dans les conditions qui déterminent les figures d'équilibre d'un même fluide, mais il est incontestable qu'elle s'éloigne beaucoup de la réalité lorsqu'il s'agit des corps célestes. On ne peut donc se dispenser d'étudier le cas général d'une masse hétérogène et, en particulier, celui d'une condensation graduelle vers le centre. Pour cette étude, deux voies se présentent, ouvertes, l'une par Clairaut, l'autre par Laplace. « Chacune, dit M. Tisserand, a ses avantages et ses inconvénients. Dans la première, on suppose immédiatement que les surfaces de niveau sont des ellipsoïdes de révolution; mais l'on n'a recours qu'aux formules très simples qui expriment l'attraction de ces corps, et l'on arrive à quelques théorèmes d'une grande généralité, car ils ont lieu quelle que soit la loi de variation des densités, continue ou non. La méthode de Laplace exige des développements analytiques beaucoup plus étendus; la constitution intérieure peut être plus complexe, les surfaces de niveau n'étant pas supposées de révolution; mais elle donne lieu, relativement à la convergence des séries employées, à des difficultés qui n'ont pas encore été entièrement surmontées. Je partage finalement l'opinion de M. Airy, qui préfère la théorie de Clairaut; j'ai exposé néanmoins celle de Laplace avec tous les développements qu'elle comporte. »

La théorie de Clairaut forme l'objet des Chapitres XIII et XIV. M. Tisserand commence par démontrer (en s'appuyant sur une thèse de M. Hamy) que les surfaces de séparation ne peuvent pas être des ellipsoïdes, rigoureusement parlant. La solution de Clairaut est une solution approchée; elle suppose que la vitesse angulaire de rotation est faible. On peut alors établir certaines propositions générales: les ellipticités vont en croissant du centre à la surface; de l'équateur au pôle, la pesanteur varie proportionnellement au carré du sinus de la

latitude, etc. En désignant par φ le rapport de la force centrifuge équatoriale à la pesanteur, Clairaut trouve encore que l'ellipticité superficielle e_1 doit être comprise entre $\frac{1}{2}\varphi$ et $\frac{5}{4}\varphi$. M. Tisserand montre que la limite inférieure $\frac{1}{2}\varphi$ peut être remplacée par une limite plus élevée, qui dépend de la densité moyenne Δ , et qui, pour la Terre, devient $\frac{1}{2}\varphi$.

Pour avoir des formules tout à fait maniables, il faut admettre que la masse fluide est formée d'une infinité de couches, infiniment minces, et que la densité y varie d'une manière continue. On obtient alors les équations différentielles de Clairaut, si souvent citées dans ces derniers temps et dont l'étude s'est montrée si féconde, entre les mains de MM. Tisserand, Stieltjes, Poincaré, Callandreau, etc., comme l'ont prouvé une série de Notes ou de Mémoires insérés au *Bulletin astronomique*. Dans le Chapitre XV, M. Tisserand applique les formules générales à l'étude des principales hypothèses qui ont été proposées pour la constitution intérieure de la Terre, à commencer par celle de Laplace ou de Legendre.

Les Chapitres suivants (XVI-XIX) résument la théorie de la figure des planètes, telle qu'elle a été conçue par Laplace, qui l'a fondée sur les développements en séries de fonctions sphériques. On y trouve d'abord les propriétés des polynômes de Legendre, celles des fonctions Y de Laplace, qui servent au développement du potentiel, puis les théorèmes relatifs à l'attraction des sphéroïdes. On lira avec intérêt les réflexions finales sur la théorie de Laplace (p. 317) où sont signalées les difficultés qu'elle soulève au point de vue de la convergence des développements, et qui en limitent la généralité. Le Chapitre XIX se termine par la démonstration du théorème de Stokes, concernant le potentiel de l'attraction d'une planète sur un point extérieur, et d'où il résulte que ce potentiel est indépendant de la constitution interne. Il en résulte aussi que la pesanteur à la surface est indépendante de cette constitution, et qu'elle suivrait encore la loi de Clairaut, si l'hypothèse de la fluidité, sur laquelle s'appuie Clairaut, n'était pas justifiée.

Comme conclusion de cet exposé des théories des figures d'équilibre, M. Tisserand a jugé utile de présenter un aperçu sommaire des principes sur lesquels repose la Géodésie, et des vérifications qu'elle apporte aux spéculations théoriques. Deux Chapitres (XX et XXI) sont consacrés à la discussion des résultats fournis par les mesures des arcs de méridiens et par les observations du pendule. On y trouvera un résumé très lucide de la *méthode de la condensation*, proposée par M. Helmert, et qui a pour but de diminuer le désaccord qu'on a souvent constaté entre les intensités de la pesanteur observées et celles que demanderait la formule de Clairaut, la réduction au niveau de la mer étant calculée à la manière ordinaire. Le principe de M. Helmert consiste à condenser

les masses superficielles sur une surface intérieure, parallèle à la surface des mers, à une profondeur de 21^{km} . Le Tableau de la page 361 permet de juger du succès plus ou moins complet de ce procédé ingénieux. Il faut toutefois avouer qu'en Géodésie il reste encore beaucoup à faire, et que la théorie est loin d'avoir dit son dernier mot; c'est qu'aussi elle est obligée d'emboîter le pas derrière la Géologie, qui n'avance qu'en hésitant.

Les huit derniers Chapitres (XXII à XXX), qui forment la seconde partie du Tome II de l'Ouvrage de M. Tisserand, sont consacrés à la théorie des mouvements de rotation des corps célestes. Pour l'exposé de cette théorie, M. Tisserand a choisi, à l'exemple de Poisson, la méthode de la variation des constantes arbitraires, qui offre cet avantage qu'elle permet de traiter, par la même analyse, les deux problèmes principaux de la Mécanique céleste : celui des perturbations et celui des mouvements de rotation. A ceux qui trouveraient que plusieurs des résultats les plus importants auraient pu s'obtenir plus rapidement par une autre voie (ce qui n'est pas certain), M. Tisserand répond qu'il ne s'agissait pas uniquement d'arriver par le plus court chemin à des résultats connus, mais qu'il importait de familiariser ses lecteurs avec des méthodes éprouvées et sûres. « Je pense, dit-il, qu'en raison de sa simplicité théorique, la méthode de la variation des constantes arbitraires présente ici des avantages réels; l'instrument qu'elle met à la disposition du calculateur est d'un maniement facile et uniforme, et se prête sans effort à la solution de tous les problèmes qui peuvent être soulevés. »

Dans l'intégration des équations du mouvement non troublé, M. Tisserand a suivi la méthode de Hamilton-Jacobi, qui fournit immédiatement les formules différentielles pour le mouvement troublé. On sait que la petitesse extrême du module des fonctions elliptiques, dans le cas de la Terre, permet d'obtenir facilement des expressions approchées des vitesses de rotation et des angles d'Euler, en fonctions des constantes arbitraires. Quelques changements de variables conduisent ensuite aux équations définitives dont l'intégration fournira les formules de la précession et de la nutation. Avant d'y procéder, M. Tisserand s'occupe du développement de la fonction perturbatrice (Chap. XXV); puis, dans le Chapitre suivant, il examine la question de la fixité des pôles à la surface du globe et de l'invariabilité de la vitesse de rotation, toujours dans l'hypothèse de la Terre solide; il calcule avec soin les petits déplacements périodiques des pôles et les très faibles inégalités qui peuvent se manifester dans la durée du jour sidéral. Le Chapitre XXVII est consacré aux formules de la précession et de la nutation, dont la mise en nombres est conforme au Mémoire de Serret.

Le mouvement de la Lune autour de son centre de gravité, avec les

phénomènes de libration qui en sont la conséquence, est le second exemple d'un mouvement de rotation accessible à l'observation, et qui a pu être traité complètement par la théorie. M. Tisserand, qui avait déjà, il y a quelques années, réussi à éclaircir un point obscur de ce difficile problème, l'a traité à fond dans le Chapitre XXVIII. On sait que, dans ces derniers temps, la question de la libration réelle ou physique de notre satellite a pris une grande importance au point de vue de l'observation.

Le problème de la rotation de la Terre n'a pu être complètement résolu que dans l'hypothèse de la rigidité absolue du sphéroïde terrestre. On a toutefois essayé de se rendre compte de l'influence que pourraient exercer sur cette rotation les phénomènes géologiques ou météorologiques qui produisent des changements à la surface du globe et à une certaine profondeur; les marées sont au nombre de ces phénomènes dont il y a lieu de se préoccuper. Divers géomètres ont abordé, avec plus ou moins de succès, cet ordre d'idées; nous citerons W. Hopkins, Sir William Thomson et M. G. Darwin, M. Gylden, M. Helmert. On a tenté, dans les deux derniers Chapitres, de présenter un résumé substantiel de leurs travaux. Peut-être la théorie du mouvement de rotation d'un corps de forme variable fournira-t-elle aux jeunes astronomes des sujets de recherches intéressantes. Ce ne sera pas l'un des moindres mérites de M. Tisserand d'avoir rendu accessibles les questions les plus difficiles, d'avoir signalé des *desiderata* et suggéré bien souvent d'utiles efforts. Nous ne pouvons mieux terminer cette analyse sommaire qu'en répétant ce que disait naguère M. Seeliger à propos du premier Volume: « Nul doute qu'avant peu cet Ouvrage ne se rencontre, à titre de guide indispensable, sur la table de travail de tout astronome. »

R. R.

REBEUR-PASCHWITZ. — RESULTATE AUS BEOBSICHTUNGEN AM HORIZONTAL-PENDEL (*Astronomische Nachrichten*, n°s 3001-3002).

Le principe du pendule horizontal paraît avoir été indiqué pour la première fois par Lorenz Hengler, en 1832⁽¹⁾; mais les expériences de cet observateur, exécutées avec un appareil trop primitif, n'ont pas donné de résultats sérieux. Trente ans plus tard, un instrument fondé sur le même principe fut décrit par A. Perrot⁽²⁾. Enfin, vers 1869,

⁽¹⁾ *Astronomische Pendelwage*, von L. Hengler in München (*Dingler's Pol. J.*, t. XLIII).

⁽²⁾ *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, mars 1869; *Ann. Pogg.*, 1869.

Zöllner, sans avoir connaissance de ces publications antérieures, inventa l'appareil auquel il donna le nom de *pendule horizontale*. Il en a fait l'historique en 1872 ⁽¹⁾.

M. E. de Rebeur-Paschwitz qui, depuis quelques années, s'est attaché à perfectionner cet instrument, pour le faire servir à l'étude des variations de la verticale ⁽²⁾, vient de publier les résultats des observations qu'il a pu faire, en 1889, aux stations de Wilhelmshaven et de Potsdam. Comme à Carlsruhe en 1887, les mouvements du pendule ont été enregistrés par la Photographie.

On sait que le pendule horizontal est un levier mobile autour d'un axe à peu près vertical, et dont les oscillations amplifient les déplacements de la verticale dans le plan perpendiculaire à sa position d'équilibre. Ainsi, le levier étant dirigé suivant le méridien, ses mouvements indiquent les variations dans le sens du premier vertical. Sous sa forme actuelle, le pendule représente un triangle isocèle dont le sommet est lesté d'un poids, et dont la base est maintenue approximativement verticale par deux pointes sur lesquelles s'appuient des capsules d'agate, fixées à ses deux extrémités. Un petit miroir, attaché à cette base (qui est parallèle à l'axe de rotation), réfléchit les rayons émanés d'une lampe à pétrole, qu'une lentille fait converger sur un cylindre tournant; un second miroir, fixé au-dessous du premier, au support du pendule, fournit la ligne de repère à laquelle on rapporte la courbe tracée par le miroir mobile: une interruption qui se produit d'heure en heure y marque le temps. L'appareil, enfermé sous une cloche de verre, est fixé sur un pilier de pierre, soigneusement isolé.

Pour déduire des ordonnées de la courbe les variations cherchées de la verticale, il faut connaître le coefficient d'amplification du pendule, qui est fourni par le rapport des carrés de ses durées d'oscillation dans un plan vertical et dans le plan approximativement horizontal où il doit se mouvoir.

En 1889, les observations ont pu être faites simultanément à Potsdam et à Wilhelmshaven, du mois de mars au mois de septembre, dans des caves disposées à cet effet. A Wilhelmshaven, on était souvent gêné par l'humidité. Les pendules étaient dirigés dans le sens du méridien. Quant à l'échelle des courbes, 1^{mm} représentait environ 0^o,06 à Wilhelmshaven et 0^o,04 à Potsdam.

M. de Rebeur a constaté, de cette manière, des variations progressives, des variations périodiques et des variations irrégulières. Les pre-

⁽¹⁾ *Verhandlungen der Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig.*

⁽²⁾ *Bulletin*, t. IV, p. 541; t. VI, p. 183.

mières (celles de la position moyenne du pendule) paraissent dépendre, à Wilhelmshaven, des oscillations du baromètre, qu'elles reflètent assez exactement, une déflexion de $0^{\circ},25$ répondant à une variation barométrique de 1^{mm} . Mais ces mouvements n'affectent que les couches superficielles du sol, car le niveau du cercle méridien, dont les fondations sont plus profondes, n'en a montré aucune trace. A Potsdam, l'influence du baromètre ne s'est pas fait sentir.

Les variations périodiques consistent principalement dans une variation diurne qui rappelle, chose curieuse, celle de la déclinaison magnétique. M. de Rebeur a trouvé les formules suivantes :

Wilhelmshaven (max. 2^{h} et 16^{h}).

$$+ 1^{\circ},091 \cos(326^{\circ},9 + t) + 0^{\circ},270 \cos(336^{\circ},8 + 2t).$$

Potsdam (max. $3^{\text{h}},5$ et 20^{h}).

$$+ 0^{\circ},261 \cos(270^{\circ},7 + t) + 0^{\circ},075 \cos(274^{\circ},2 + 2t) + 0^{\circ},023 \cos(95^{\circ},7 + 3t).$$

Dans ces formules, t est le temps moyen de Greenwich. L'amplitude est d'ailleurs très variable (elle peut atteindre $4^{\circ},32$ à Wilhelmshaven, et $1^{\circ},13$ à Potsdam). Cette amplitude paraît augmenter, à Potsdam, avec celle de la variation diurne de la température; mais rien de pareil n'a été observé à Wilhelmshaven.

Les deux pendules ont encore accusé de fréquentes perturbations accidentelles, la plupart d'un caractère séismique. Le tremblement de terre qui a eu lieu dans l'Asie centrale, le 11 juillet 1889, a été marqué par les deux appareils à $10^{\text{h}}23^{\text{m}}$ t. m. de Greenwich. Une autre perturbation (17 avril) paraît avoir été en rapport avec une secousse encore plus éloignée.

M. de Rebeur a enfin tenté de discuter ses courbes au point de vue de l'influence de la Lune, qui s'y manifeste par une période semi-diurne. Pour la station de Wilhelmshaven, la variation lunaire est représentée par la formule

$$+ 0^{\circ},140 \cos(349^{\circ},7 - 2t),$$

avec une amplitude totale de $0^{\circ},28$, tandis que l'attraction directe de la Lune ne donnerait qu'un coefficient de $0^{\circ},01$. On peut se demander s'il y a là un effet de la pression exercée par les marées sur le rivage de la mer du Nord. Il nous semble que la grandeur de l'effet que produit ici la pression barométrique vient à l'appui de cette explication. A Potsdam, le coefficient de la variation lunaire descend au-dessous de $0^{\circ},01$.

Comme on l'a déjà dit, il s'agit ici de déviation de la verticale dans

le sens perpendiculaire au méridien. Mais ces déviations peuvent s'interpréter, et c'est là évidemment l'explication la plus naturelle, comme des mouvements du sol, comme des fluctuations de la surface, plus ou moins flexible. Il serait difficile de les rattacher à des marées soulevant l'écorce solide du globe. Il paraît, au contraire, indiqué de les attribuer à la plasticité des couches superficielles arénacées, qui cèdent facilement à la pression exercée par l'atmosphère ou par les eaux. Pour trancher la question, il faudra attendre des observations faites en un certain nombre de stations, loin de la mer.

M. de Rebeur-Paschwitz a transporté l'un de ses appareils à Ténériffe, où il compte reprendre ses expériences, qui seront aussi continuées pendant quelque temps à Wilhelmshaven. Comme il le fait remarquer, il resterait à compléter l'appareil par un second pendule, dirigé dans le premier vertical, qui permettrait d'enregistrer en même temps les variations dans le sens du méridien et d'arriver ainsi à la connaissance de la variation résultante. Peut-être aussi sera-t-il possible de décider expérimentalement jusqu'à quel point les déviations observées affectent la verticale, c'est-à-dire la direction du fil à plomb.

R. R.

NOBILE (A.). — RICERCHÉ NUMERICHE SULLA LATITUDINE DEL R. OSSERVATORIO DI CAPODIMONTE. Parte terza. Napoli, 1890. In-4°, 68 pages.

Il y a deux ans, nous avons rendu compte (*Bulletin*, V, p. 541) d'une série de Mémoires de M. A. Nobile, contenant les résultats de ses recherches sur la latitude de Naples et sur la question générale de la variabilité des latitudes, considérée au point de vue de l'observation. Le Mémoire que nous avons sous les yeux contient la suite de ces recherches, de plus en plus approfondies, à mesure que M. Nobile a mieux discerné toutes les causes d'erreur inhérentes à ce genre d'observations, et mieux combiné les moyens de les éliminer.

Les observations discutées dans le présent Mémoire ont été obtenues dans le cours des années 1886, 1887 et 1888. La méthode employée est toujours celle des distances zénithales absolues, qui se déduisent de lectures faites par le procédé de la réitération et combinées avec l'observation du nadir. L'instrument dont se sert M. Nobile est le cercle méridien Reichenbach-Heurtaux (voir *Bulletin*, VII, p. 230); il peut être retourné à l'aide d'un chariot, et l'on observe tour à tour dans les deux orientations du cercle (C. E. et C. O.). Les valeurs de la latitude s'obtiennent par la combinaison des couples d'étoiles, culminant à distance à peu près égale de part et d'autre du zénith; ces déclinaisons sont empruntées à l'*Annuaire* de Berlin.

M. Nobile transcrit les distances zénithales C. E. et C. O., réduites, pour chacune des douze séries, à une époque moyenne; puis les moyennes de ces distances, pour chaque étoile, avec leurs erreurs probables et les poids qui s'en déduisent pour chaque combinaison. Il obtient ainsi douze séries de latitudes, dont il forme les moyennes simples et les moyennes pondérées. Comme les poids ne dépendent ici que de l'accord intérieur des observations et que le résultat final implique encore l'erreur des déclinaisons employées, on ne saurait dire *a priori* laquelle des deux moyennes mérite la préférence. Voici, par exemple, pour donner une idée de la nature des résultats obtenus, les deux dernières séries de 1888 :

	Mai 1888.	Poids.	Juillet 1888.	Poids.
	40°.51'.45",36	59	40°.51'.45",94	69
	45,79	100	45,56	156
	45,32	44	46,05	100
	44,99	69	45,54	83
	45,51	51	46,18	156
	45,50	100	46,27	100
	...	...	45,70	123
Moyenne pondérée....	40.51.45,45	423	40.51.45,89	787
» simple.....	40.51.45,41	...	40.51.45,89	...

De ces moyennes, il faut encore retrancher la correction nadirale (0",19).

En général, la moyenne simple ne diffère pas beaucoup de la moyenne pondérée, sauf les cas où l'un des couples donne une latitude qui s'écarte sensiblement des autres, comme cela est arrivé pour les séries de juillet 1886 et mars 1887. Les séries de juillet et septembre 1886 n'ont d'ailleurs que des poids très faibles, à cause des discordances accidentelles qui s'y rencontrent. Voici les résultats définitifs :

	Latitude.	Poids.	M simple.	Écart.
1886. Février, mars... ..	40°.51'.45",60	462	45",62	0",28
Mai, juin.....	45,55	462	45,49	0,68
Juillet.....	44,51	91	44,92	1,49
Juill. (excl. un couple).	44,92	54	45,08	0,71
Septembre.....	45,19	99	45,25	1,38
1887. Janvier.....	45,77	420	45,76	0,27
Mars.....	45,63	266	45,66	1,04
Mars(excl. un couple)..	45,47	206	45,56	0,69
Mai, juin.....	45,31	375	45,32	0,68
Juillet.....	45,31	348	45,27	1,10
Décembre, janvier...	45,98	616	46,13	
1888. Mars.....	44,94	856	44,87	0,95
Mai.....	45,26	423	45,22	0,67
Juillet.....	45,70	787	45,69	0,62

. Dans ces résultats, le minimum de mai, constaté en 1884 et 1885, ne se manifeste plus. Les valeurs successives de la latitude de Naples ont une marche assez irrégulière, où il est difficile de démêler une période. Il est possible que ces variations soient dues, en partie, aux erreurs des déclinaisons, dont l'effet se reconnaît d'ailleurs clairement dans les écarts des latitudes fournies pour les couples d'une même série.

M. Nobile cherche encore à élucider la nature des autres causes d'erreur auxquelles sont sujettes les mesures de distances zénithales absolues, et qui tiennent soit aux défauts de l'instrument, soit au mode d'observation et aux habitudes de l'observateur. Il constate d'abord que la différence $C. E. - C. O.$, qu'il désigne par 2ε et qui atteint environ $2''$, est toujours positive pour les étoiles qui passent au sud, et négative au nord du zénith. Cette erreur instrumentale (qui s'élimine en prenant les moyennes) pourrait provenir d'un terme de la flexion, de la forme $\varepsilon \cos \zeta$. Elle est indépendante des opérations de la répétition; on la retrouve en laissant le cercle fixé à l'axe.

M. Nobile constate ensuite que la somme $\Sigma \zeta$ des distances zénithales d'un couple est toujours plus grande que la différence $\Delta \delta$ de leurs déclinaisons; l'excès $\Sigma \zeta - \Delta \delta = 2\omega$ atteint environ $1'',4$. Comme il augmente un peu avec la distance zénithale, M. Nobile pense qu'il est dû, en partie, à la flexion; une série de couples donnent $\omega = 0'',43 + 0'',78 \sin \zeta$. Mais il préfère adopter $\omega = 0'',7$. Il s'agit peut-être ici d'une erreur de pointé, d'origine physiologique. Quoi qu'il en soit, il faut convenir que la méthode des distances zénithales absolues, appliquée à l'étude des variations de la latitude, rencontre de grandes difficultés et laisse toujours place au doute. C'est ce que prouvent les nombreuses tentatives qui ont été faites pour obtenir la valeur de la latitude de l'observatoire de Paris. Il sera d'ailleurs nécessaire, comme le conseille M. Nobile, de combiner toujours des recherches simultanées, entreprises dans plusieurs stations à la fois.

R. R.

SCHWABN (PAUL). — UEBER DIE ÄNDERUNGEN DER LAGE DER FIGUR-UND DER ROTATIONSAXE DER ERDE, SOWIE UEBER EINIGE MIT DEM ROTATIONS-PROBLEM IN BEZIEHUNG STEHENDE GEOPHYSISCHE PROBLEME (*Thèse de doctorat soutenue devant la Faculté de Berlin le 11 juin 1887*). Berlin, in-4°.

L'influence des phénomènes géologiques sur le mouvement de rotation de la Terre a beaucoup occupé, depuis cinquante ans, les astronomes et les physiciens. Dans la thèse que nous avons sous les yeux, M. Paul Schwabn a réuni et discuté un grand nombre de matériaux qui se rapportent à cette question. Il rend compte, notamment, des recherches con-

tenues dans le premier Mémoire de M. Gylden sur la *Rotation de la Terre* et dans une série de Mémoires de Sir W. Thomson et de M. G. Darwin. Ces Mémoires avaient été précédemment analysés dans le *Vierteljahrschrift*, dans les *Fortschritte*, dans le *Traité de Géodésie* de M. Helmert, etc.; nous en avons plus récemment, à notre tour, donné des analyses détaillées qui, nous l'espérons, ne font pas double emploi avec celles qui les ont précédées. Mais M. Schwahn s'étend aussi sur les recherches d'une série de géologues ou de géomètres qui ont examiné l'influence possible de quelques phénomènes géologiques déterminés, contemporains ou remontant très loin dans le passé; nous citerons, en particulier, Hopkins et Hennessy, Evans, Twisden, Waters, S. Haughton, Jules Carret, James Croll, E. Hill, Stark, Zöppritz. Enfin, il résume la théorie de M. Gylden sur les étoiles variables, et les discussions relatives à l'influence du frottement des marées. Son travail renferme de précieux renseignements et beaucoup de remarques judicieuses. Nous aurons peut-être le loisir d'y revenir plus longuement; en attendant, nous ne pouvons qu'en recommander la lecture. Nous donnons d'ailleurs, plus loin, une Bibliographie assez complète des Mémoires qui se rapportent à ces questions, et que nous avons pu, pour la plupart, consulter directement.

R. R.

VIERTELJAHRSSCHRIFT DER ASTRONOMISCHEN GESELLSCHAFT, 25^e année, fascicule I. Leipzig, 1890.

On trouve, en tête du fascicule, une Note de M. Janssen *Sur les spectres de l'oxygène*, qui avait été lue à la réunion de Bruxelles (1889), et dont le manuscrit a été livré trop tard pour être inséré dans le compte rendu de la session.

En dehors des Rapports de M. P. Lehmann sur les planètes, et de M. H. Kreutz sur les comètes découvertes en 1889, le fascicule renferme une série d'analyses et d'annonces bibliographiques.

M. Peter a consacré quelques pages au nouveau Catalogue d'étoiles de M. Safford (*The Williams College Catalogue of North Polar Stars*, Williamstown, 1888), qui renferme les ascensions droites de 261 circumpolaires. La limite de grandeur est, en général, 7,4; mais M. Safford observe aussi des étoiles plus faibles qui ont un mouvement propre sensible. En dehors d'une zone qui s'étend à 10° du pôle, il n'a pris que des fondamentales. L'instrument employé est un cercle méridien de Repsold; pour certaines catégories d'observations, on a eu recours à l'enregistrement électrique.

M. H. Bruns a donné une courte analyse d'un travail de M. Rahts sur la latitude de l'observatoire de Königsberg. M. Rahts a trouvé, en 1887 par les distances zénithales méridiennes de la Polaire,

$$54^{\circ}42'50'',43 \pm 0'',043,$$

tandis que Bessel avait trouvé (1842-1844)

$$54^{\circ}42'50'',56 \pm 0'',030.$$

La différence de $0'',13$ n'a pas une grande importance. M. Bruns s'étonne, avec raison, que, dans les recherches de ce genre, on se préoccupe si peu des variations possibles de la réfraction, et qu'on se contente, le plus souvent, de la calculer par les Tables en usage, que beaucoup d'astronomes se sont habitués à mettre sur la même ligne que les Tables de logarithmes.

Nous avons déjà parlé ici même (*Bulletin*, VI, p. 524) d'un Mémoire de M. Glasenapp (*Orbites des étoiles doubles du Catalogue de Poulkova*) auquel M. Lehmann-Filhès a consacré une analyse critique. M. Glasenapp se sert des formules de Kowalski.

M. Müller rend compte d'un travail de M. E. Lindemann sur la détermination photométrique des grandeurs stellaires du *Durchmusterung*, dont nous avons déjà dit quelques mots (*Bulletin*, V, p. 30). M. Lindemann s'est servi d'un photomètre de Zöllner pour déterminer les constantes de la formule

$$L = \alpha - \beta m,$$

qui représente le logarithme-intensité; il a trouvé, en moyenne, $\beta = 0,384$, mais les valeurs de β diffèrent beaucoup d'une classe à la suivante, comme on le voit par le Tableau que nous transcrivons ci-après :

Grandeurs.	β .	E. pr.	N. des couples.
3-5	0,291	$\pm 0,007$	48
5-6	0,303	007	78
6-7	0,394	008	88
7-8	0,392	016	103
8-9	0,437	018	74
	$(\frac{1}{2} \beta)$.		
9-9,5	0,397	024	27

La dernière valeur (0,397) ne représente que $\frac{1}{2} \beta$; mais ce résultat est incertain pour beaucoup de raisons.

M. B. Peter analyse longuement la dernière *Publication* de l'observatoire de Carlsruhe (n° 3). On y trouve d'abord des observations faites avec le réfracteur de 6 pouces par M. de Rebeur-Paschwitz : ce sont des mesures micrométriques de deux amas d'étoiles (M. 35 et M. 25).

M. Valentiner se propose de répéter ces mesures sur les photographies des mêmes amas, obtenues par M. E. de Gothard. Le même fascicule contient des Mémoires de M. de Rebeur-Paschwitz sur la comète 1882. I (Wells), de M. Boy-Matthiessen sur la comète 1881 V (Denning), des Tables auxiliaires pour le calcul des parallaxes, etc.

M. Schœnfeld rend compte du second Mémoire de M. de Hårdtl sur la comète de Winnecke, dont il a déjà été parlé ici même (*Bulletin*, VI, p. 491), et M. Færster a consacré quelques pages intéressantes au livre du P. Braun (*Cosmogonie vom Standpunkte christlicher Wissenschaft*), dont une seconde édition a paru en 1889. M. Færster s'explique avec beaucoup de franchise sur la question des miracles, considérée au point de vue de la science moderne.

R.

BUSZCZYNSKI (B.). — UEBER HYPERBOLISCHE BAHNEN HELLER METEORE (Thèse de doctorat, présentée à la Faculté de Philosophie d'Erlangen). Thorn, 1890. In-8°.

Nous avons déjà eu l'occasion de parler des calculs de M. Buszczynski, relatifs aux orbites de certains holidés (*Bulletin*, III, p. 566, 610). Dans le travail que nous avons sous les yeux, le même astronome cherche à déterminer l'influence qu'une erreur commise sur la durée de l'apparition (et par suite, sur la vitesse qui s'en déduit) peut exercer, d'une part, sur les valeurs des coordonnées du point radiant, et, de l'autre, sur celles des éléments de l'orbite, et en particulier de l'excentricité. Cette influence, très sensible, expliquerait la fréquence des orbites hyperboliques des holidés, et permettrait de l'attribuer à des erreurs d'observation faciles à commettre. M. Buszczynski se propose de continuer ces recherches, dont il n'a publié qu'un premier chapitre.

ASAPH HALL (J.). — DETERMINATION OF THE ORBIT OF TITAN AND THE MASS OF SATURN (*Transactions of the astronomical observatory of the Yale University*). Newhaven, 1889; in-4°.

M. Asaph Hall fils a entrepris, avec l'héliomètre de Yale, de nouvelles mesures de Titan, pendant les oppositions de 1885-1886 et 1886-1887. Il en a déduit un système d'éléments de Titan pour 1886 mai 1. o, et une nouvelle valeur de la masse de Saturne

$$\frac{1}{3500.5 \pm 1.44},$$

qui confirme le nombre de Bessel $\left(\frac{1}{3502}\right)$. Ce résultat est d'accord avec celui qu'avait déjà obtenu M. Struve (voir *Bulletin*, V, p. 357). On sait que les déterminations de M. Asaph Hall père avaient donné, pour la masse de Saturne, des nombres sensiblement plus grands.

PUBLICATIONS OF THE LEANDER MC CORMICK OBSERVATORY OF THE UNIVERSITY OF VIRGINIA. Vol. I, Part. IV. *Double Stars*, 1885-1886. University of Virginia, 1889. In-8°.

Ce fascicule contient les mesures micrométriques d'étoiles doubles, exécutées par MM. F.-P. Leavenworth et Frank Muller, pendant les années 1885 et 1886, avec l'équatorial de 0^m,66 de l'observatoire Mc Cormick. On n'a observé que des couples dont la distance était inférieure à 4". Les mesures ont été faites à l'aide d'un prisme à réflexion totale (placé devant l'oculaire), que l'on tournait toujours de manière à donner à la ligne de jonction des deux étoiles un angle de position apparent, égal à zéro. Toutes les mesures ont été réduites à une même unité, en tenant compte des erreurs personnelles des deux observateurs, déterminées avec grand soin.

GÉLION TOWNE. — **TRAITÉ D'ASTRONOMIE PRATIQUE POUR TOUS.** Paris, 1890, Bertaux. In-18.

L'auteur de ce Livre, conçu dans un dessein de vulgarisation, se propose d'enseigner : 1° les notions préliminaires sur les observations sidérales; 2° les moyens de régler les instruments; 3° les méthodes d'observation. Il s'est donc placé à un point de vue tout pratique; c'est ce qui distingue son Ouvrage de la plupart des *Traité*s d'Astronomie populaire, et lui donne un cachet d'originalité et d'utilité immédiate. Il le destine « aux amateurs d'Astronomie, explorateurs, ingénieurs, officiers de l'armée, gens du monde », qui pourront s'y renseigner d'une manière très suffisante sur l'emploi des lunettes astronomiques ordinaires, des équatoriaux, des instruments méridiens, théodolites, spectroscopes, appareils de photographie céleste, etc. Ils y trouveront non seulement les indications nécessaires pour appliquer des instruments maniables à l'étude des merveilles célestes, mais encore les moyens de déterminer une position géographique, avec une certaine précision. Beaucoup d'exemples numériques, des figures semées dans le texte, ajoutent à la clarté de l'exposition.

LANCASTER (A.). — LISTE GÉNÉRALE DES OBSERVATOIRES ET DES ASTRONOMES, DES SOCIÉTÉS ET DES REVUES ASTRONOMIQUES (Bruxelles, 1890).

De toutes les sciences, l'Astronomie est sûrement celle où les relations suivies entre ceux qui la cultivent sont le plus nécessaires. La nature des recherches et des observations astronomiques demande que ces rapports soient constants, et rien ne doit être négligé de ce qui peut les rendre plus faciles et plus étendus.

Aussi voyons-nous au dernier siècle Jean, Bernoulli publier, pour les astronomes vivants, une liste qui eut plusieurs éditions et divers suppléments.

Dans ces dernières années, M. Lancaster a suivi cet exemple et le *Bulletin* (III, p. 197) a signalé la deuxième édition de sa brochure, dont il paraît aujourd'hui la troisième considérablement améliorée.

Elle comprend les sections suivantes :

- I. Observatoires, avec leurs longitudes et latitudes;
- II. Sociétés astronomiques;
- III. Institutions diverses;
- IV. Revues et Journaux astronomiques;
- V. Astronomes libres et amateurs;
- VI. Constructeurs d'instruments.

Elle se termine enfin par une *Table alphabétique générale*, qui contient 1142 noms : tel est à peu près le nombre de ceux qui aujourd'hui s'occupent plus ou moins d'Astronomie. La première section (celle des observatoires, au nombre de 299) donne les noms de 696 personnes attachées aux observatoires et, par suite, vouées par profession à l'Astronomie, principalement à l'Astronomie d'observation.

SCHWERER (A.), Lieutenant de vaisseau. — ÉTUDE POUR L'EMPLOI DU SEXTANT POUR LES OBSERVATIONS DE PRÉCISION. (Extrait de la *Revue maritime et coloniale*, avril 1890.)

Dans cette étude toute pratique, l'auteur passe en revue les diverses causes d'erreur que présente l'emploi du sextant et indique les méthodes propres à les éliminer ou à déterminer leur influence. L'excentricité de l'alidade est la plus importante de toutes; elle est en outre la plus laborieuse à déterminer, et même, par suite du jeu inévitable du pivot de l'alidade dans sa douille, sa valeur ne reste pas constante. De l'examen de ces diverses causes d'erreurs, M. Schwerer conclut qu'à la mer, avec un bon sextant, mais qui n'aurait pas été étudié d'une façon spéciale, l'erreur totale sur les angles mesurés peut monter à 2' et même à 3'; a

terre, malgré toutes les précautions, cette erreur pourra dépasser 1'. Aussi, dans les déterminations de l'heure, il recommande spécialement la vieille méthode des hauteurs correspondantes, dans laquelle le sextant n'intervient que comme instrument de comparaison et non pour donner des hauteurs absolues. Il recommande aussi la méthode des hauteurs égales d'étoiles développée récemment par M. Perrin. Le Mémoire se termine par des Tables facilitant la réduction des hauteurs correspondantes du Soleil.

G. B.

SSIAN BONNET. — NOTE SUR LE MOUVEMENT ELLIPTIQUE ET SUR LE MOUVEMENT TROUBLÉ D'UNE PLANÈTE AUTOUR DU SOLEIL (*Annales du Bureau des Longitudes*, t. IV).

Le Mémoire est divisé en deux paragraphes. Dans le premier, l'auteur suppose que l'attraction du Soleil soit la seule force qui s'exerce sur la planète; dans le second, il tient compte de l'action perturbatrice des autres planètes.

I. Partant des six équations différentielles du premier ordre qui définissent le mouvement de la planète, on en déduit, par des combinaisons connues, qu'il existe un plan fixe passant par l'origine et dans lequel se trouvent, pendant toute la durée du mouvement, le centre (x, y, z) de la planète ainsi que le point dont $x' = \frac{dx}{dt}$, $y' = \frac{dy}{dt}$, $z' = \frac{dz}{dt}$ sont les coordonnées. Prenant pour nouveaux axes la trace de ce plan avec celui des (x, y) et une perpendiculaire dans ce plan, on ramène aisément le système des six équations primitives à quatre équations du même type formant un système plus simple

$$\begin{aligned} \frac{dX}{dt} &= X', & \frac{dX'}{dt} &= -\frac{X}{(X^2 + Y^2)^{\frac{3}{2}}}, \\ \frac{dY}{dt} &= Y', & \frac{dY'}{dt} &= -\frac{Y}{(X^2 + Y^2)^{\frac{3}{2}}}, \end{aligned}$$

auquel on doit joindre les deux constantes φ et θ qui fixent la position du plan des (X, Y) par rapport aux anciens axes.

En introduisant les coordonnées polaires r et ν , on substitue au système précédent l'égalité de rapports

$$\frac{dX'}{\cos \nu} = \frac{dY'}{\sin \nu} = \frac{\frac{1}{r}}{X' \cos \nu + Y' \sin \nu} = -\frac{\frac{1}{r} \frac{dr}{dt}}{Y' \cos \nu - X' \sin \nu} = -\frac{dt}{r^2}.$$

Par des combinaisons très simples, on en tire les trois intégrales

$$\begin{aligned} X'^2 + Y'^2 &= \frac{2}{r} - \frac{1}{a}, \\ r(Y' \cos v - X' \sin v) &= K, \\ r &= \frac{K^2}{1 + \beta \cos v - \alpha \sin v}, \end{aligned}$$

où les quatre constantes α , K , α , β se réduisent à trois, à cause de la relation

$$K^2 = a(1 - \alpha^2 - \beta^2),$$

qui existe entre elles. En posant $\beta = e \cos \varpi$, $\alpha = -e \sin \varpi$, on voit par la troisième intégrale que l'orbite de la planète est une ellipse ayant le centre du Soleil pour un des foyers, K^2 pour paramètre, e pour excentricité, et dont le grand axe fait avec OX , du côté de OY , un angle égal à ϖ . Pour connaître la position occupée par la planète sur sa trajectoire, il suffit de considérer l'égalité $dt = \frac{r^2 dv}{K}$, d'y remplacer r par la valeur ci-dessus, d'effectuer la quadrature, ce qui introduit une nouvelle constante l . Il n'est pas sans intérêt de remarquer que cette élégante méthode d'exposition s'applique, avec une égale facilité, au cas d'une force quelconque émanant d'un centre fixe et fonction de la distance.

L'auteur termine la première Partie en résumant les formules établies et en y joignant quatre relations déduites de ces équations et dont il aura à faire usage dans la seconde Partie.

II. Pour intégrer les équations du mouvement troublé, l'auteur adopte la méthode de la variation des constantes arbitraires, mais pour plus de symétrie et de généralité il substitue aux constantes α , K , e , ϖ , l des fonctions quelconques a_1 , a_2 , a_3 , a_4 de ces constantes.

En différenciant, dans l'hypothèse de θ , φ , a_1 , a_2 , a_3 , a_4 fonctions de t , les formules de transformation de coordonnées dont on a fait usage dans le premier paragraphe, on obtient facilement les équations qui déterminent les six constantes. Si l'on pose

$$\begin{aligned} \cos \varphi \frac{\partial Y}{\partial z} - \sin \varphi \left(\sin \theta \frac{\partial Y}{\partial x} - \cos \theta \frac{\partial Y}{\partial y} \right) &= M, \\ \cos \theta \frac{\partial Y}{\partial x} - \sin \theta \frac{\partial Y}{\partial y} &= N, \\ \sin \varphi \frac{\partial Y}{\partial z} + \cos \varphi \left(\sin \theta \frac{\partial Y}{\partial x} - \cos \theta \frac{\partial Y}{\partial y} \right) &= P \end{aligned}$$

où V désigne la fonction perturbatrice, on a, sous une forme très simple, les équations qui donnent

$$\frac{d}{dt}, \frac{d\theta}{dt}, \sum \frac{\partial X}{\partial a_i} \frac{da_i}{dt}, \sum \frac{\partial Y}{\partial a_i} \frac{da_i}{dt}, \sum \frac{\partial X'}{\partial a_i} \frac{da_i}{dt}, \sum \frac{\partial Y'}{\partial a_i} \frac{da_i}{dt}.$$

Les valeurs de $\frac{d\varphi}{dt}$, $\frac{d\theta}{dt}$ étant isolées, il reste à calculer les quatre valeurs de $\frac{da_i}{dt}$. Le calcul est extrêmement simple en s'aidant de ce théorème :

Si j est un nombre déterminé égal à 1, 2, 3 ou 4, i étant toujours un nombre indéterminé pouvant prendre successivement les mêmes valeurs, on a

$$\frac{\partial a_j}{\partial X} \frac{\partial X}{\partial a_i} + \frac{\partial a_j}{\partial Y} \frac{\partial Y}{\partial a_i} + \frac{\partial a_j}{\partial X'} \frac{\partial X'}{\partial a_i} + \frac{\partial a_j}{\partial Y'} \frac{\partial Y'}{\partial a_i} = 1 \quad \text{ou} \quad 0,$$

suivant que

$$i = j \quad \text{ou} \quad i \neq j.$$

théorème dont la démonstration est donnée en note.

Ayant les expressions de $\frac{d\varphi}{dt}$, $\frac{d\theta}{dt}$, $\frac{da_i}{dt}$, pour les rendre propres à l'usage qu'on en fait en *Mécanique céleste*, il faut évaluer les quantités M , N , P , qui entrent dans les seconds membres, en fonction de φ , θ , a_1 , a_2 , a_3 , a_4 . Considérant d'abord la valeur de M , si l'on pose d'une manière générale

$$\cos \varphi \frac{\partial \omega}{\partial z} - \sin \varphi \left(\sin \theta \frac{\partial \omega}{\partial x} - \cos \theta \frac{\partial \omega}{\partial y} \right) = F(\omega),$$

comme F est une fonction homogène et du premier degré des dérivées partielles de ω , à toute relation $\Phi(\omega_1, \omega_2, \dots) = 0$ entre plusieurs fonctions $\omega_1, \omega_2, \dots$ de x, y, z, x', y', z' correspond la suivante

$$\frac{\partial \Phi}{\partial \omega_1} F(\omega_1) + \frac{\partial \Phi}{\partial \omega_2} F(\omega_2) + \dots = 0.$$

En faisant ω successivement égal à x, y, z, x', y', z' , on obtient les valeurs de $F(x), F(y), \dots$. Si l'on prend alors pour la relation $\Phi = 0$ chacune des six formules de transformation de coordonnées du premier paragraphe, on a aisément les valeurs de $F(\varphi), F(\theta), F(X), \dots$ mais

$$M = F(V) = \frac{\partial V}{\partial \varphi} F(\varphi) + \frac{\partial V}{\partial \theta} F(\theta) + F(X) \sum \frac{\partial V}{\partial a_i} \frac{\partial a_i}{\partial X} + \dots$$

d'où l'expression cherchée. Le calcul des quantités N et P se fait d'une manière analogue.

Les résultats que l'on obtient en portant les valeurs de M, N, P dans les expressions de $\frac{d\varphi}{dt}$, $\frac{d\theta}{dt}$ et $\frac{da_i}{dt}$ peuvent se mettre dans une forme beaucoup plus simple et beaucoup plus symétrique. Pour y parvenir, l'auteur part de ce fait que les formules de transformation déjà citées ne changent pas par la permutation de x, y, z, X, Y en x', y', z', X', Y' et réciproquement, par suite les valeurs de M, N, P, uniquement fondées sur ces formules, doivent rester exactes quand on y opère ces changements; comme V ne contient pas x', y', z' , on obtient trois relations qui, combinées avec les valeurs de M, N, P, permettent d'obtenir aisément la simplification dite.

La dernière partie du travail est consacrée au calcul des expressions de la forme

$$1^{\circ} \quad Y \frac{\partial a_i}{\partial X} - X \frac{\partial a_i}{\partial Y} + Y' \frac{\partial a_i}{\partial X'} - X' \frac{\partial a_i}{\partial Y'},$$

$$2^{\circ} \quad \frac{\partial a_i}{\partial X} \frac{\partial a_j}{\partial X'} - \frac{\partial a_i}{\partial X'} \frac{\partial a_j}{\partial X} + \frac{\partial a_i}{\partial Y} \frac{\partial a_j}{\partial Y'} - \frac{\partial a_i}{\partial Y'} \frac{\partial a_j}{\partial Y}.$$

Les premières se ramènent aisément au même type que les secondes à l'aide de l'égalité $XY' - YX' = K$. Dans les secondes, on retrouve les fonctions que Poisson a employées pour la première fois, qu'on désigne habituellement par (a_i, a_j) et que, par abréviation, l'auteur appelle *dérivée canonique de a_i* prise de manière à laisser a_j constant.

Pour obtenir les valeurs de $\frac{d\varphi}{dt}$, $\frac{d\theta}{dt}$, ... sous leur forme définitive, il reste alors à calculer seize dérivées canoniques, mais quatre sont évidemment nulles; de plus, les douze restantes sont égales deux à deux et de signes contraires, en sorte qu'il n'y en a que six de réellement inconnues. L'auteur a pris le soin de donner le détail du calcul de ces six quantités.

En portant les valeurs obtenues dans les expressions de $\frac{d\varphi}{dt}$, ..., on obtient ces quantités sous une forme extrêmement simple.

Comme le fait remarquer l'auteur, ce ne sont pas les équations dont les astronomes font ordinairement usage, mais il serait facile de former les différents systèmes d'équations dont on peut avoir besoin, cela n'exigerait que des transformations simples.

F. BOQUET.

THE ASTRONOMICAL JOURNAL.

N^{os} 218-223.

Searle (Rév. G.-M.). — Méthode de correction d'une orbite parabolique en vue de représenter une observation ultérieure.

Application est faite à la comète α 1890.

Dawson (W.). — Observations de taches solaires en 1889-1890.

Yendell (P.-S.). — Observations de l'étoile variable S Machine pneumatique, du type d'Algol, découverte par M. Paul.

Voir *Bulletin*, VII, p. 327.

Sawyer (E.-F.). — Observations d'étoiles variables en 1890.

Les observations se rapportent à γ Hercule, R Lyre, γ Persée, T Baleine, U Balaine, U Orion, S Serpent, W Cygne.

Gould (B.-A.). — Examen des erreurs dans le *Cælum australe stelliferum* de Lacaille.

Suite des articles antérieurs (*Bulletin*, VII, p. 323).

Stockwell (J.-N.). — Sur les inégalités séculaires et à longue période dans le mouvement de la Lune.

L'article de M. Stockwell, qui occupe deux numéros de l'*Astronomical Journal*, se termine par cette conclusion, qu'en réduisant le coefficient de l'accélération séculaire du moyen mouvement de la Lune de 12" (Hansen) à 8", et en substituant à la valeur adoptée de la variation séculaire de la longitude du périhélie la valeur nouvelle trouvée par M. Stockwell, on réconcilierait la théorie avec les observations des anciennes éclipses.

Il y a lieu toutefois de noter que l'expression de $\frac{d\omega}{dt}$ (p. 29) ne contient pas de termes impairs en $\frac{m}{\mu}$, tandis que de pareils termes figurent dans l'expression correspondante donnée par Delaunay (*C. R.*, 1872), ce qui impliquerait une erreur de la part de l'auteur.

Hall (Asaph). — L'épaisseur de l'anneau de Saturne.

M. Hall réunit les estimations publiées de l'épaisseur de l'anneau. Duséjour (*Traité analytique des mouvements célestes*, t. II, p. 127) et W. Herschel (*Phil. Trans.*, t. LXXX, p. 6 et 7) estiment l'épaisseur de 0",2 environ. Schræter, d'après des mesures soignées de la largeur de la trace de l'anneau sur le globe de la planète, arrive à 0",13 (*Kronographische Fragmente*, p. 157 et 211). Les dernières déterminations (< 0",01) ont été faites en 1848, à Harvard College, par W.-C. et G.-P. Bond (*Annales d'Harvard College*, t. II, p. 121-122). La méthode employée consiste à comparer la quantité de lumière reçue de la surface de l'anneau, peu de temps avant sa disparition, avec la lumière reçue du bord de l'anneau.

M. Hall donne quelques indications sur le calcul de l'épaisseur de l'anneau d'après le rapport des deux quantités de lumière dont il vient d'être parlé.

On sait que la prochaine disparition de l'anneau aura lieu en 1891, du 22 septembre au 30 octobre; mais les conditions d'observation sont peu favorables. Vers le 20 mai 1892, la Terre sera de nouveau peu élevée sur le plan de l'anneau, et l'on pourra profiter de cette circonstance.

On pourra consulter l'article de M. Trouvelot (*Bulletin*, VII, p. 147 et suiv.).

Vendell (P.-S.). — Observations d'étoiles variables du type d'Algol.

Minima observés : Algol. 4; U Céphée, 2; R Grand Chien. 3; S Écrevisse, 2.

Quimby (A.-W.), Leavenworth (P.-P.), Frost (E.-B.). — Observations de taches et phénomènes solaires.

Lewis Boss. — Positions d'étoiles de comparaison déterminées à Albany.

190 positions d'étoiles ayant servi pour la comète Finlay dont M. Schulhof a entrepris le calcul.

Vendell (P.-S.). — Note sur l'étoile variable S Monocéros.

Cette variable présente de soudaines fluctuations de lumière alternant sans régularité avec des périodes d'éclat stationnaire.

Hall (Asaph). — La latitude de l'Observatoire naval.

M. Hall donne un résumé intéressant de l'ensemble des recherches relatives à la latitude de l'Observatoire naval.

Dates.	Latitude + 38° 53.	Remarques.
1846	39,23	Observations de circompolaires au cercle mural.
1863	38,78	Nouvelle série avec des observations par réflexion.
1873	38,38	Résultat des observations au cercle méridien (1866-84).
1883	38,94	Hall. Instrument portatif : méthode Talcott.

M. Hall indique aussi les résultats qu'on peut déduire d'une longue série d'observations de α Lyre à l'instrument des passages dans le premier vertical.

En somme, il n'y a pas d'indice d'un changement séculaire dans la latitude. Les fluctuations des résultats sont attribuables à de petites erreurs de division et de flexion dans le cas du cercle mural; l'instrument dans le premier vertical présente aussi quelques fluctuations au commencement des mesures, alors que les observateurs n'étaient pas complètement exercés. M. Hall attire enfin l'attention sur la difficulté d'avoir la véritable température avec le thermomètre extérieur.

Yendell (P.-S.). — Observations des maxima et minima de T et U Monocéros.

Harkness (W.). — Sur le calcul des erreurs probables.

Indications sur une formule qui simplifie notablement le travail numérique et diminue les chances d'erreur.

Sawyer (E.-F.). — Les Perséides d'août 1890.

D'après les observations du 6 et du 8 août, on trouve pour la position du point radiant $44^{\circ} + 57''$.

Yendell (P.-S.). — Sur la nouvelle variable de M. Gore dans Hercule.

Observations de cette étoile (*Bulletin*, VII, p. 334) qui paraît présenter des irrégularités dans son éclat lors des maxima.

Sawyer (E.-F.). — Observation du maximum de R Hydre.

Stockwell (J.-N.). — Supplément à un article antérieur sur les inégalités séculaires et à longue période du mouvement de la Lune.

Le but de ce supplément est de comparer aux observations modernes les coordonnées de la Lune quand on tient compte de la modification du mouvement séculaire du périhélie (voir plus haut).

Barnard (E.-E.). — Sur les comètes 1889 I et 1889 II. Sur la possibilité de voir à leur aphélie les comètes à courte période.

La comète 1889 I, découverte le 2 septembre 1888 par M. Barnard, n'a pas cessé d'être observable depuis son passage au périhélie. D'après une observation faite le 17 août à la grande lunette de 36 pouces, M. Barnard estime qu'il pourra suivre la comète encore pendant une année. Il est à noter que le 17 août la comète était à une distance 6,0 de la Terre et 6,25 du Soleil. D'après le D^r Berberich, les dernières observations confirment pleinement le caractère hyperbolique de l'orbite.

Quant à la comète 1889 II, aussi découverte par M. Barnard, il a été possible, grâce à une éphéméride du D^r Berberich, de la retrouver avec la grande lunette, le 23 août (elle n'avait pas été observée depuis novembre 1889). A cette date, la comète se trouvait à la distance 4,07 de la Terre et 5,06 du Soleil. M. Barnard estime qu'on peut l'observer deux mois encore.

Ces belles observations donnent l'espérance de pouvoir suivre au moins quelques-unes des comètes périodiques jusqu'à leurs aphélies; mais il faut avoir des éphémérides précises. M. Barnard serait disposé à rechercher les comètes de Winnecke et d'Encke.

M. Barnard observe que, s'il est difficile de voir ainsi les comètes éloignées du Soleil, en revanche les pointés se font avec précision, le diamètre apparent étant réduit à 4" ou 5". Il faut, dans un travail de ce genre, un excellent système d'éclairage des fils. Le procédé de M. Burnham, appliqué à tous les micromètres de Clark, répond admirablement aux besoins.

Il est intéressant de noter que Le Verrier, dans le Rapport magistral qui ouvre le tome I des *Annales de l'observatoire de Paris*, p. 27, parle des comètes « que nous savons suivre par le calcul jusque dans la sphère d'attraction des planètes, en attendant que nos instruments soient assez puissants pour observer les grandes perturbations qu'elles éprouvent alors, non seulement dans leur route, mais dans leur constitution physique ».

Wendell (O.-C.). — Observations de la comète 1889 V et du compagnon à l'observatoire d'Harvard.

Holden (E.-S.). — Sur la photographie des étoiles pendant le jour.

M. Holden a déjà publié une courte notice sur la photographie des étoiles projetées sur un fond éclairé (*Bulletin*, VII, p. 31). Des expériences ont été faites à ce sujet : des photographies de Vénus, de Mercure, de la Lune et de α Lyre ont été prises avec la grande lunette diaphragmée (ouverture réduite à 15, 8 et 4 pouces), de 2^h à 5^h de l'après-midi, la durée de pose étant toujours de 0^s,13. En général, comme la théorie le demandait, les plus petites ouvertures donnent les images les plus noires.

Ces résultats donnent une indication sur la possibilité d'enregistrer les petites différences d'éclat et de photographier la Couronne.

Hill (G.-W.). — Une nouvelle théorie de Jupiter et de Saturne (*Astronomical papers*, t. IV, 1890).

L'éditeur de l'*Astronomical Journal* annonce l'apparition de l'important travail de M. Hill qui ouvre la série des théories revisées des huit grandes planètes poursuivies sous la direction du professeur Newcomb. M. Hill a déterminé les expressions analytiques complètes des coordonnées des deux planètes en question, et il a donné une comparaison provisoire de sa théorie avec l'observation. La méthode suivie est celle de Hansen, excepté que les coordonnées sont exprimées avec les anomalies moyennes, au lieu des anomalies excentriques. Le travail peut être regardé comme une révision et un achèvement du Mémoire de Hansen couronné à Berlin. Pour le développement des quantités en séries périodiques, les méthodes plus courtes du Mémoire postérieur *Auseinandersetzung*..... sont employées.

Les arguments fondamentaux des deux planètes sont arrangés de telle sorte que les Tables fournissent directement les longitudes écliptiques.

O. C.

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, nos 2995-3000.

Vogel (H.-C.). — Sur le mouvement orbital de l'étoile α Vierge.

Les photographies du spectre de cette étoile, obtenues dans le cours du printemps dernier, ont mis hors de doute la réalité d'un mouvement

périodique dans le sens du rayon visuel, et M. Vogel, ayant peu à peu réuni 24 photographies de ce genre, a pu en déduire le temps de révolution. La raie d'absorption H_{γ} , qui devrait être comparée à la raie d'hydrogène de même nom d'un spectre artificiel, est très large et estompée dans le spectre stellaire, ce qui a rendu les mesures difficiles, et M. Vogel explique les artifices auxquels il a eu recours pour assurer la précision des comparaisons (la raie artificielle était rapportée à une bande mobile qui couvrait en partie la raie stellaire). Les vitesses de translation, conclues du déplacement relatif des raies, varient entre + 12 et — 16 milles géographiques, et la période qui se déduit, avec une assez grande approximation, des observations de 1889 et de 1890, paraît être de 4',0134. En adoptant l'hypothèse d'une orbite circulaire, M. Vogel trouve — 2,0 milles pour la vitesse de translation du système (vitesse d'approche), et 12,3 milles (90^{km}) pour la plus grande vitesse orbitaire dans le sens du rayon visuel.

M. Vogel a encore essayé d'utiliser les observations spectroscopiques de Greenwich (comme l'avait déjà tenté M. Bakhuyzen) pour la détermination de la période de α Vierge. Ces observations remontent jusqu'à 1876; mais elle n'ont pas une précision comparable à celles que permet d'atteindre la photographie.

En attribuant aux deux composantes du système la même masse, on trouverait 679000 milles pour la distance au centre de gravité, et 2,6 pour la masse du système (l'unité étant la masse du Soleil). Si la parallaxe de l'Épi de la Vierge ne dépasse pas $0'',2$, les deux composantes ne s'écartent jamais de plus de $0'',014$, et aucune lunette ne peut les séparer. Mais l'examen des photographies du spectre a révélé quelques faibles indices de la présence d'un compagnon, qui pourrait être de 3^e grandeur.

Barnard (E.-E.). — Note sur la nébuleuse G. C. 4036.

M. Barnard maintient, contre M. Dreyer, que la position que Sir J. Herschel assigne à cette nébuleuse est erronée.

Barnard (E.-E.). — Duplicité apparente du premier satellite de Jupiter.

Le 8 septembre dernier, pendant un passage du 1^{er} satellite, M. Barnard et M. Burnham l'ont vu coupé en deux par une bande transversale lumineuse; mais l'ombre du satellite paraissait toujours ronde.

Schulhof. — Sur la comète 1873, VII (Coggia-Winnecke).

Il paraît que l'identité de cette comète avec 1818 I, qui donnerait un temps de révolution de 5^a, 6, ne peut être admise.

Krueger. — Éléments de la comète Denning (1890).

Millosevich. — Éléments de la comète 1889 II.

Kloock (H.). — Tables du troisième terme de la précession

Ces Tables, très commodés, sont publiées par l'observatoire de Kiel (Publications, n° V).

Knorre (V.). — Recherches touchant l'emploi des vis micrométriques.

M. Knorre s'est proposé d'élucider les causes du *temps perdu* dans la marche des vis micrométriques, et celles des variations qui s'observent dans les coïncidences des fils fixes et des fils mobiles, suivant l'angle de position du micromètre.

Il s'appuie, d'une part, sur des considérations théoriques, et de l'autre, sur de longues séries de mesures, exécutées avec les deux micromètres filaires de l'observatoire de Berlin (micromètre Bamberg et micromètre Fraunhofer), qui sont de construction très différente. M. Knorre pose en principe que le temps perdu ne provient pas seulement, ainsi qu'on l'admet d'ordinaire, du jeu laissé à la vis, mais encore de l'épaisseur variable de la couche d'huile. Cette couche d'huile s'étend et se déforme sous l'action de la pression, constante ou intermittente, qui s'exerce entre les surfaces de la vis et de l'écrou, et surtout à la suite du glissement que provoque un tour de vis; mais la distribution qui en résulte doit varier avec la position du micromètre: elle ne peut être la même dans la position horizontale et dans la position verticale. M. Knorre a tenté de donner une sorte de théorie de ces effets, assez complexes, et il fait voir comment ses formules représentent ses nombreuses séries d'expériences, instituées en vue de vérifier la théorie en question. La conclusion pratique qui se dégage de ces recherches, c'est que, pour obtenir des mesures très précises, il faut s'astreindre à tourner la vis *toujours dans le même sens*, à savoir, dans le sens favorable au rapprochement des mêmes surfaces que tendent à rapprocher l'action de la pesanteur ou celle des ressorts. En tournant dans le sens opposé, on écarte les surfaces, et l'on détermine un appel des huiles qui ne peut que nuire à la précision. Il importe de réduire l'épaisseur de la couche d'huile à un minimum. M. Knorre termine son travail par une série de conseils relatifs à la construction des

micromètres. Il développe les raisons qui le portent à condamner l'emploi des ressorts. Il veut que les colliers de la vis soient fixes, et l'écrou mobile; l'écrou doit être fait d'une seule pièce, assez longue, etc.

Doberck (W.). — Sur la marche de la pendule normale de l'observatoire de Hongkong.

Pickering. — Nouvelle variable dans le Scorpion.

L'examen des photographies de spectres stellaires, rapportées du Pérou, a montré qu'une étoile de Scorpion ($\alpha : 16^h 48^m, 4$; $\delta : -44^{\circ}57'$) est invariable; elle descend de la 7^e à la 12^e grandeur. C'est l'étoile 22855 du Catalogue général de Cordoba.

Fleming. — Étoiles à spectres remarquables. Nouvelle variable dans le Sagittaire.

Ces étoiles ont été relevées sur les photographies du Pérou. On y a rencontré aussi une variable nouvelle ($\alpha : 20^h 9^m, 4$; $\delta : -39^{\circ}29'$).

Ball (L. de). — Mouvement propre de l'étoile 19229 Lalande.

M. de Ball trouve que cette étoile a un mouvement propre de $+0,01$ en α et de $-0,72$ en δ .

Bidschof. — Éphéméride de la planète (279) Thulé.

Franz. — Éphéméride du cratère Mæsting A.

Palisa. — Découverte d'une nouvelle planète (289).

Elle a été trouvée le 6 octobre dernier (à Vienne).

Barnard. — La comète de D'Arrest.

M. Barnard a découvert, le 6 octobre, au mont Hamilton, une comète très faible, qui n'est autre que la comète de D'Arrest. On a pu l'observer à Strasbourg le 9 octobre, puis ensuite à Rome, à Munich et à Vienne.

L'éclipse de Soleil du 16 juin 1890.

Observations faites à Poulkova, Utrecht, Berlin, Kremsmunster, Zurich, Iéna, Copenhague et Rome.

Gore. — Orbite de l'étoile double OΣ 215.

L'étoile a été observée depuis 1844. M. Gore trouve un temps de révolution de 108 ans ($a = 0^{\circ},73$).

Barnard. — Données supplémentaires, relatives au compagnon C de la comète Brooks.

Barnard. — Sur un amas de 18 petites nébuleuses, découvert avec le grand réfracteur de l'observatoire Lick.

Stumpe (Oscar). — Recherches sur le mouvement de translation du système solaire.

Ce travail a été entrepris en vue de décider si les déplacements séculaires des étoiles présentent des traces de mouvements systématiques autres que ceux qui proviennent de la translation du Soleil. M. Stumpe n'a voulu faire usage que de matériaux triés et contrôlés avec soin. La liste qu'il a dressée à cet effet comprend les étoiles de Bradley, dont les mouvements propres ont été fixés par M. Auwers, celles que l'on trouve dans les deux Mémoires d'Argelander, et un certain nombre d'autres, éparses dans diverses publications, telles que le Catalogue de l'observatoire de Paris, un Mémoire de M. Dreyer, etc. Toutes les positions ont été réduites à 1855,0, les ascensions droites rapportées au système de M. Newcomb, les déclinaisons à celui de M. L. Boss. M. Stumpe explique longuement les corrections et réductions qu'il a appliquées aux positions fournies par les catalogues. Sa liste contient 1054 étoiles, dont le mouvement propre dépasse $0^{\circ},16$, un arc de grand cercle.

On sait que Sir John Herschel a signalé la possibilité d'une rotation d'ensemble du système sidéral, en dehors des mouvements apparents ou parallactiques (dus à la translation du Soleil). M. Schœnfeld a développé les formules qu'il faut substituer à celles d'Airy pour tenir compte de cette rotation. On a même déjà fait quelques tentatives pour la déterminer; MM. Bolte et L. Struve l'ont fait figurer dans leurs équations de condition; mais ils l'ont trouvée insensible (voir *Bulletin*, V, p. 112; VII, p. 332). M. Stumpe a fait usage des mêmes formules; seulement il a évité de partir, comme ses devanciers, d'une hypothèse sur les rapports des distances des différentes classes de grandeur. Il a préféré supposer qu'en moyenne les mouvements propres sont d'autant plus sensibles que les étoiles sont plus rapprochées de nous, et forment en conséquence les quatre

groupes suivants, auxquels il a attribué des distances moyennes uniformes :

	Étoiles.	Mouv. propres.		Moy.
I	551	0,16	à 0,32	0,23
II.....	340	0,32	à 0,64	0,43
III.....	105	0,64	à 1,28	0,85
IV.....	58	>	1,28	2,39

La résolution des 2108 équations de condition a donné finalement, pour chacun des quatre groupes considérés, les valeurs suivantes des coordonnées de l'apex du Soleil et de la vitesse de son mouvement de translation (divisée par la distance moyenne ρ) :

	R.	(D.	$c : \rho$.
I.....	287,4	+ 42,0	0,140
II.....	279,7	- 40,5	0,295
III. . .	287,9	- 32,1	0,608
IV.....	285,2	+ 30,4	2,057

La dernière colonne, rapprochée des mouvements propres moyens, montre que ces derniers sont approximativement dans le rapport inverse des distances moyennes. Il se trouve d'ailleurs que la grandeur moyenne des étoiles est à peu près la même pour les quatre groupes, ce qui fait penser que l'éclat n'eût pas fourni un bon critérium des distances. On voit encore que les ascensions droites et les déclinaisons de l'apex sont plus fortes que les valeurs trouvées par la plupart des calculateurs. Quant à la rotation d'ensemble, les équations finales montrent qu'elle n'existe pas. Elle est d'ailleurs assez peu probable *a priori*.

Wilsing (J.). — Remarques sur deux Notes concernant la rotation du Soleil.

M. Wilsing répond aux critiques que M. Faye et M. Bépolski ont récemment dirigées contre sa détermination de la vitesse de rotation du Soleil par les facules. Il se défend d'avoir voulu seulement ressusciter l'hypothèse de Kirchhoff; mais il est d'avis qu'elle a du bon, quoi qu'en dise M. Faye. Il pense aussi s'être mis à l'abri du reproche d'avoir retrouvé, par ses calculs, la valeur approchée de la rotation d'où il était parti. Enfin, il ne voit pas pourquoi ses résultats seraient inconciliables avec l'hypothèse de M. Faye, ou avec les résultats connus des observations des taches.

Schwarz. — Éphéméride de la planète (237) Célestine.

Observations de planètes et de comètes, etc.

R. R.



BIBLIOGRAPHIE.

Rotation d'un corps de forme variable. — Variations de la latitude ou de la verticale. — Influence des phénomènes géologiques, des marées, etc.

- A. D'ABBADIE. — *Études sur la verticale* (Assoc. française, Bordeaux, 1872).
 — *Recherches sur la verticale* (Ann. de la Soc. scient. de Bruxelles, V, 1881).
- AIRY. — Voir : *Mem. of the R. Astr. Soc.*, t. XXXII, 1864.
- D'ARCHIAC. — *Histoire des progrès de la Géologie*, t. I, 1847.
- L. DE BALL. — Voir : *A. N.*, 2595, et *Bull. astr.*, V, p. 545.
- J.-G. BARNARD. — *Problems of rotary motion* (Smiths. Contrib., t. XIX, 1874 et t. XXIII, 1881).
- J. BERTRAND. — *Sur l'accélération du moyen mouvement de la Lune* (Comptes rendus, 22 janvier 1866).
- BESSEL. — *Einfluss der Veränderungen des Erdkörpers auf die Polhöhen.* (Zeitschr. f. Astr., 1818, V. p. 25, et Abh., t. III, p. 304. — Voir aussi sa Correspondance avec Olbers, 1814 et 1817).
- J. CARRET. — *Le déplacement polaire*. Paris, 1876 (Bull. Soc. Géogr.).
- J. CROLL. — *Influence of the tidal wave on the Earth's rotation* (Phil. Mag., XXVII, 1864).
 — *On the hypothesis of a change of climate ...* (Geol. Mag., 1878).
- G.-H. DARWIN. — *Influence of geol. changes on the Earth's axis of rotation* (Ph. Trans., 1877).
 — *Bodily tides of viscous and semi-elastic spheroids* (ibid., 1879).
 — *Problems on the tides of a viscous spheroid* (ibid., 1880).
 — *Precession of a viscous spheroid* (ibid., 1880).
 — *Tidal friction of a Planet ...* (ibid., 1881).
 — *Stresses in the interior of the Earth ...* (ibid., 1882).
 — *Variations in the vertical due to elasticity ...* (Phil. Mag., 1882).
 — *Small displacements of the plumb line* (B. A. Rep. et Month. N., 1881, 1882).
- DELAUNAY. — *Sur l'existence d'une cause nouvelle ayant une infl. sensible ...* (Comptes rendus, 11 décembre 1865 et 29 janvier 1866).
 — *Sur l'hypothèse de la fluidité intérieure du globe terrestre* (ibid., 13 juillet 1868).
- DOWNING. — *On the possible ten-month period ...* (Monthly Not., mai 1880).
- CH. DUFOUR. — *Sur l'accélération séculaire du mouvement de la Lune* (Comptes rendus, 9 avril 1866).
- J. EVANS. — *On a poss. geol. cause of changes in the pos. of the axis...* (Geol. Mag., 1866; Proc. R. S., 1867). Voir aussi Quart. J. Geol. Soc., 1876, XXXII.
- FERGOLA. — *Determin. novella della latitudine dell' O. di Capodimonte*. Naples, 1872.

- FERGOLA. — *Posizione dell' asse di rotazione...* Naples, 1874, 1876.
- W. FERREL. — *Effect of the Sun and Moon upon the rotatory motion of the Earth* (*Astr. J.*, III, 1853).
- *Infl. of the tides in causing an app. sec. accel...*, 1864. *Infl. of the rot. veloc. of the Moon on the length of the year...*, 1865 (*Proc. Am. Ac.*, VI, 1866).
- A. GAILLOT. — *Sur la direction de la verticale à l'Observ. de Paris* (*Comptes rendus*, 4 novembre 1878).
- *Influence de l'attraction lunaire sur la direction de la verticale* (*Bull. astr.*, I, p. 113).
- *Sur les variations constatées dans les obs. de la latitude d'un même lieu* (*Comptes rendus*, 20 octobre 1890).
- H. GYLDÉN. — *Ueber den Einfluss welchen Aenderungen der Rotationsaxe der Erde ...* (*Mélanges tirés des Bull. de l'Ac. de Saint-Petersbourg*, t. IV, 1870).
- *Recherches sur la rotation de la Terre* (*Actes de la S. R. d'Upsal*, t. VIII, 1871).
- *Ueber die Rotation eines festen Kerns, ...* (*A. N.*, 1878).
- *Rotationslagarne för en fasta Kropp, ...* (*Bull. de l'Ac. de Stockholm*, 1878, n° 7; 1879, n° 3).
- HÆDENKAMP. — *Veränd. der Rotationsaxe der Erde...* (*Ann. de Pogg.*, t. XC, 1853).
- HAGEN. — *Déviatiou du fil à plomb* (*A. N.*, 2568).
- S. HAUGHTON. — *Notes on physical Geology* (*Proc. R. S., London*, 1878).
- HELMERT. — *Analyse des Mémoires de M. Gyldeu et de M. Darwin* (*Vierteljahrssch.*, 1878, p. 309-316).
- *Die math. und phys. Theorien der h. Geodäsie*, t. II, Leipzig, 1884.
- L. HENGLER. — *Die astronomische Pendelwage* (*Dingler Pol. J.*, 1832).
- H. HENNESSY. — *Researches in terrestrial Physics* (*Phil. Trans.*, 1851).
- *Remarques à propos d'une communication de M. Delaunay* (*Comptes rendus*, 6 mars 1871; *Nature*, 1872).
- *On the limits of hypotheses...* (*Phil. Mag.*, 1878).
- E. HILL. — *Elementary discussion of the influence of geological change...* (*Proc. Ph. S. Cambridge*, III, 1878; *Nature*, 1878).
- *On the possibility of changes in the Earth's axis* (*Geol. Mag.*, 1878).
- W. HOPKINS. — *Researches in physical Geology* (*Phil. Trans.*, 1839, 1840, 1842).
- *Intern. temp. and thickness of the Crust...* (*R. I. Proc.*, III, 1858-1862).
- KANT. — *Untersuchung der Frage, ob die Erde eine Veränderung...*, 1754. (Mémoire rappelé dans le *Moniteur scientifique* de 1866, p. 224 et 321).
- F. KUSTNER. — *Neue Methode zur Bestimmung der Aberrationsconstante...* Berlin, 1888 (Voir *Bull. astr.*, V, p. 541).

- LAGRANGE. — *Mécanique analytique*, t. II, 1815. Note II, *Sur le mouvement de rotation* (Voir *Bull.*, VII, p. 63).
- LASAULX. — *Der Erdball als Ganzes* (*Handwörterbuch der Min., Geol., Paleont.*, 1882-1887).
- LIIOUVILLE. — *Développements sur un Chapitre de la Mécanique de Poisson* (*Addit. à la Conn. des T.* pour 1859. *Journ. de Math.*, 2^e série, t. III, 1858).
- R. MAYER. — *Beitr. zur Dynamik des Himmels*, 1848.
- J. CLERK MAXWELL. — *On a dynamical top* (*Trans. R. S. Edinburg*, 1857).
- S. NEWCOMB. — *On the possible variability of the Earth's axial rotation* (*Am. J. of Sc.*, 1874. *Astron. Papers*, I, 1882).
- A. NOBILE. — *Terza determinazione della latitudine... di Capodimonte*. Naples, 1883.
- *Ricerche numeriche sulla latitudine... di Capodimonte* (I, 1883; II, 1888; III, 1890. Voir *Bulletin*, V, p. 541; VII, p. 428).
- M. NYRÉN. — *Best. der Nutation der Erdachse* (*Mém. de l'Acad. de St-Petersbourg*, 1871).
- *Die Polhöhe von Pulkowa* (*Ib.*, 1873).
- *L'Aberration des étoiles fixes* (*Ib.*, 1883).
- S. OPPENHEIM. — *Rotation und Präcession eines flüssigen Sphäroids* (*Wien. Sitzungsab.*, 1885; *A. N.*, 2701).
- TH. OPPOLZER. — *Lehrbuch der Bahnbestimmung...*, t. I, 1882 (p. 150).
- *Ueber eine Ursache welche den Unterschied...* (*A. N.*, 2573; *Bull.*, I, p. 109, 212).
- C.-A.-F. PETERS. — *Die kleinen Ablenkungen der Lothlinie* (*Bull. Ac. Saint-Petersb.*, III; *A. N.*, 507, 1845).
- *Resultate aus den Beob. des Polarsterns* (*Bull. Ac. S.-P.*; *A. N.*, 509-512, 1845). Voir aussi *Recherches sur la parallaxe des étoiles fixes*.
- J.-H. PRATT. — *A Treatise on attractions... and the figure of the Earth.*, 4^e éd., 1871.
- R. RADAU. — Voir *Bull.*, V, p. 541; VII, p. 63; VII, p. 352.
- *Remarque relative à une cause de variation des latitudes* (*Comptes rendus*, 20 octobre 1890).
- RESAL. — *Mouvement d'un corps solide relié à un système matériel...* (*Ann. de l'Éc. N.*, 1872).
- REBEUR-PASCHWITZ. — *Anwendung des Horizontalpendels* (*A. N.*, 2874, 1889; *Bull.*, VI, p. 183).
- *Beob. am Horizontalpendel* (*A. N.*, 3001-3002; 1890).
- E. RONKAR. — *Sur l'influence du frottement et des actions mutuelles...*, Bruxelles, 1888.
- *Sur l'entraînement mutuel de l'écorce et du noyau terrestres...*, Bruxelles, 1889. (Voir *Bull.*, VII, p. 165.)

- E.-J. ROUTH. — *Dynamics of a system of rigid bodies*, 4^e éd., 1884 (t. II).
- C. ROZÉ. — *Des termes à courte période...* (*Comptes rendus*, 14 août 1882).
- J.-V. SCHIAPARELLI. — *Variazione dell' asse di rotazione* (*Club alpino*, 1883).
- *De la rotation de la Terre sous l'influence des actions géologiques*, Saint-Petersbourg, 1889.
- H. SCHULTZ. — Analyse d'un Mémoire de M. Gylgén (*Vierteljahrschr.*, 1874, p. 199-213).
- P. SCHWAHN. — *Ueber Änderungen der Lage der Figur und der Rotationsaxe der Erde*, Berlin, 1887.
- STARK. — *Möglichkeit einer Azenänderung der Erde*, Munich, 1875.
- E.-J. STONE. — *On the poss. of a change in the pos. of the earth's axis...* (*Month. Not.*, 1867).
- TAGERT. — *Einwirkung der Ebbe und Fluth...* Siegen, 1881.
- W. THOMSON. — *On the rigidity of the Earth* (*Ph. Trans.*, 1863).
- *Dynamical problems regarding elastic spheroidal shells...* (*ibid.*).
- *Address... at the Glasgow meeting* (*Br. Ass. Rep.*, 1876; *Am. J. of Sc.*, 1876).
- Appendice C du Mémoire de M. Darwin (*Infl. of geol. changes*), 1877.
- *Thermodynamic acceleration of the Earth's rotation* (*Proc. R. S. Edinb.*, XI, 1882).
- *Mathematical and physical papers*, t. III, Londres, 1890.
- W. THOMSON et P.-G. TAIT. — *Treatise on Natural Philosophy*, 2^e édité., 1879-1883.
- F. TISSERAND. — *Traité de Mécanique céleste*, t. II, 1890.
- *La question de la variabilité des latitudes devant l'Association géodésique internationale* (*Bull.*, VII, p. 341).
- TWISDEN. — (Voir *Quart. J. Geol. Soc. L.* 1878, etc.).
- Y. VILLARCEAU. — (Voir *Comptes rendus*, 23 décembre 1867. — *Annales de l'Obs. de Paris*, t. VIII).
- A. WATERS. — *Influence of the position of land and sea upon a shifting of the Earth's axis* (*Brit. Ass. Rep.*, 1877).
- *Table of effect of movement of the surface of the globe...* (*Manchester Ph. S.*, 1877).
- *Inquiries concerning a change in the position of the Earth's axis* (*ibid.* 1879).
- F. ZOLLNER. — *Zur Geschichte des Horizontalpendels* (*Verh. der Sächs. Ges. d. W. zu Leipzig*, 1872).
- K. ZOPPRITZ. — *Mittel und Wege zu besserer Kenntniss vom inneren Zustand der Erde* (*Verh. des I. deutsch. Geographentages*, Berlin, 1882).
- *Ueber den heut. Standpunkt der Geophysik* (*Geogr. Jahrb.*, 1880).



MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

HYPOTHÈSES DE LAGRANGE SUR L'ORIGINE DES COMÈTES ET DES AÉROLITHES ⁽¹⁾.

PAR M. F. TISSERAND.

Nous reproduisons ici une leçon dans laquelle nous avons exposé l'hypothèse de Lagrange, en y ajoutant quelques compléments qui nous paraissent en restreindre beaucoup la portée pour ce qui concerne les comètes. M. Faye (*Comptes rendus*, t. CVI, p. 1703) était déjà arrivé à la même conclusion, mais par des raisons différentes. Nous avons eu aussi occasion de parler d'un Mémoire intéressant du P. Carbonnelle, *Étoiles filantes et Météorites*, publié dans la *Revue des questions scientifiques*, octobre 1888 et janvier 1889.

1. Comme suite à l'hypothèse d'Olbers, Lagrange a cherché quelle vitesse il faudrait imprimer brusquement à une planète décrivant une orbite donnée, pour la faire mouvoir ensuite dans une autre orbite également donnée. Le problème est des plus faciles à résoudre.

Soient x, y, z, r les coordonnées rectangulaires et le rayon vecteur héliocentriques, V la vitesse, a, p, i, ϖ le demi-grand axe, le paramètre, l'inclinaison et la longitude du nœud ascendant, dans l'orbite primitive; les intégrales des aires et des forces vives donnent les relations

$$(1) \quad \begin{cases} V^2 = k^2 \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right), \\ k\sqrt{p} \cos i = x \frac{dy}{dt} - y \frac{dx}{dt}, \\ k\sqrt{p} \sin i \sin \varpi = y \frac{dz}{dt} - z \frac{dy}{dt}, \\ k\sqrt{p} \sin i \cos \varpi = x \frac{dz}{dt} - z \frac{dx}{dt}; \end{cases}$$

⁽¹⁾ *Additions à la Connaissance des Temps pour 1811*, et *Mécanique analytique*, t. II.

on en conclut

$$(2) \left\{ \begin{array}{l} k^2 p = r^2 \left(\frac{dx^2}{dt^2} + \frac{dy^2}{dt^2} + \frac{dz^2}{dt^2} \right) - \left(x \frac{dx}{dt} + y \frac{dy}{dt} + z \frac{dz}{dt} \right)^2, \\ \frac{1}{a} = \frac{2}{r} - \frac{1}{k^2} \left(\frac{dx^2}{dt^2} + \frac{dy^2}{dt^2} + \frac{dz^2}{dt^2} \right), \\ \text{tang } \Omega = \frac{y \frac{dz}{dt} - z \frac{dy}{dt}}{x \frac{dz}{dt} - z \frac{dx}{dt}}, \\ \text{tang } i = \frac{\sqrt{\left(y \frac{dz}{dt} - z \frac{dy}{dt} \right)^2 + \left(x \frac{dz}{dt} - z \frac{dx}{dt} \right)^2}}{x \frac{dy}{dt} - y \frac{dx}{dt}}, \end{array} \right.$$

Pour déterminer sans ambiguïté i et Ω , il pourra être utile de recourir aux équations (1). On ne s'occupe pas des deux autres éléments, ϖ et ε . Si l'on prend des coordonnées polaires r, φ, ψ (rayon vecteur, longitude et latitude héliocentriques), on aura

$$x = r \cos \psi \cos \varphi, \quad y = r \cos \psi \sin \varphi, \quad z = r \sin \psi,$$

et les formules (2) deviendront

$$(3) \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{a} = \frac{2}{r} - \frac{1}{k^2} \left[\frac{dr^2}{dt^2} + r^2 \left(\cos^2 \psi \frac{d\varphi^2}{dt^2} + \frac{d\psi^2}{dt^2} \right) \right], \\ k^2 p = r^4 \left(\cos^2 \psi \frac{d\varphi^2}{dt^2} + \frac{d\psi^2}{dt^2} \right), \\ \text{tang } \Omega = \frac{\sin \varphi \frac{d\psi}{dt} - \sin \psi \cos \psi \cos \varphi \frac{d\varphi}{dt}}{\cos \varphi \frac{d\psi}{dt} + \sin \psi \cos \psi \sin \varphi \frac{d\varphi}{dt}}, \\ \text{tang } i = \frac{\sqrt{\frac{d\psi^2}{dt^2} + \sin^2 \psi \cos^2 \psi \frac{d\varphi^2}{dt^2}}}{\cos^2 \psi \frac{d\varphi}{dt}}. \end{array} \right.$$

2. Supposons maintenant que la planète reçoive une impulsion qui, sans changer r, φ et ψ , augmente brusquement $\frac{dr}{dt}$, $\frac{d\varphi}{dt}$ et $\frac{d\psi}{dt}$ de r', φ' et ψ' . Soient A, P, Ω et I les éléments de la nouvelle orbite après le choc; nous supposerons, pour simplifier, que

l'on ait pris pour plan des xy le plan de l'orbite primitive. Nous devrons donc, dans les formules (3), laisser x , y , z et r invariables, remplacer $\frac{dr}{dt}$, $\frac{dz}{dt}$, $\frac{d\psi}{dt}$, α , p , Ω , i respectivement par $\frac{dr}{dt} + r'$, $\frac{dz}{dt} + z'$, $\frac{d\psi}{dt} + \psi'$, A , P , Ω et I , et faire ensuite $\psi = 0$, $\frac{d\psi}{dt} = 0$, ce qui donnera

$$(4) \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{A} = \frac{2}{r} - \frac{1}{k^2} \left[\left(\frac{dr}{dt} + r' \right)^2 + r^2 \left(\frac{dz}{dt} + z' \right)^2 + r^2 \psi'^2 \right], \\ k^2 P = r^4 \left[\left(\frac{dz}{dt} + z' \right)^2 + \psi'^2 \right], \\ \text{tang } \Omega = \text{tang } \varphi, \\ \text{tang } I = \frac{\psi'}{\frac{dz}{dt} + z'}. \end{array} \right.$$

On trouve $\Omega = \varphi$, ce qui était à prévoir. Les formules (3) deviennent d'ailleurs, avec $\psi = \frac{d\psi}{dt} = 0$,

$$\begin{aligned} \frac{1}{a} &= \frac{2}{r} - \frac{1}{k^2} \left(\frac{dr^2}{dt^2} + r^2 \frac{dz^2}{dt^2} \right), \\ k^2 p &= r^4 \frac{d\varphi^2}{dt^2}, \end{aligned}$$

d'où l'on tire

$$(5) \quad \frac{dr}{dt} = k \sqrt{\frac{2}{r} - \frac{1}{a} - \frac{p}{r^2}}, \quad \frac{dz}{dt} = \frac{k \sqrt{p}}{r^2}.$$

Si l'on résout les questions (4) par rapport à r' , z' et ψ' , et que l'on remplace $\frac{dr}{dt}$ et $\frac{d\varphi}{dt}$ par leurs valeurs (5), on trouve aisément

$$(6) \quad \left\{ \begin{array}{l} r' = k \left(\sqrt{\frac{2}{r} - \frac{1}{a} - \frac{p}{r^2}} - \sqrt{\frac{2}{r} - \frac{1}{a} - \frac{p}{r^2}} \right), \\ \varphi' = k \frac{\sqrt{P} \cos I - \sqrt{p}}{r^2}, \\ \psi' = k \frac{\sqrt{P} \sin I}{r^2}. \end{array} \right.$$

Soient maintenant u la vitesse d'impulsion, α, β, γ les angles qu'elle forme avec le prolongement de r , avec la perpendiculaire à r dans le plan de l'orbite primitive, et avec la normale au plan de cette orbite. On aura

$$(7) \quad u \cos \alpha = r', \quad u \cos \beta = r\varphi', \quad u \cos \gamma = r\psi',$$

et, si l'on fait pour abréger

$$(8) \quad F = \sqrt{\frac{2}{r} - \frac{1}{A} - \frac{P}{r^2}}, \quad f = \sqrt{\frac{2}{r} - \frac{1}{a} - \frac{p}{r^2}},$$

les formules (6), (7) et (8) donneront

$$(9) \quad \left\{ \begin{array}{l} u = k \sqrt{\frac{4}{r} - \frac{1}{A} - \frac{1}{a} - \frac{2\sqrt{Pp}}{r^2} \cos I - 2Ff}, \\ \cos \alpha = \frac{F-f}{u} k, \\ \cos \beta = \frac{\sqrt{P} \cos I - \sqrt{p}}{ur} k, \\ \cos \gamma = \frac{\sqrt{P} \sin I}{ur} k. \end{array} \right.$$

Si l'on se reporte à la première des formules (5), on voit que les radicaux représentés par F et f auront les signes de $\frac{dr}{dt}$ dans l'ancienne orbite et dans la nouvelle; ces signes pourront être + ou —.

3. Lagrange cherche ensuite le maximum de u , quand on se donne r et les excentricités e et E des deux orbites. Soient a_1, A_1, p_1 et P_1 les maxima de a, A, p et P, p_2 et P_2 les minima de p et P . Les formules

$$r = \frac{p}{1 + e \cos w} = \frac{a(1 - e^2)}{1 + e \cos w},$$

$$r = \frac{P}{1 + E \cos W} = \frac{A(1 - E^2)}{1 + E \cos W},$$

dans lesquelles w et W désignent les anomalies vraies qui corres-

pondent au rayon vecteur r dans les deux orbites, donneront

$$\begin{aligned} a_1 &= \frac{r}{1-e}, & p_1 &= r(1+e), & p_2 &= r(1-e), \\ A_1 &= \frac{r}{1+E}, & P_1 &= r(1+E), & P_2 &= r(1-E). \end{aligned}$$

On tirera ensuite des formules (8) et (9), si la nouvelle orbite est directe ($\cos I > 0$),

$$\frac{u^2}{k^2} < \frac{4}{r} - \frac{1}{A_1} - \frac{1}{a_1} - \frac{2\sqrt{P_2 p_2}}{r^2} + 2\sqrt{\frac{2}{r} - \frac{1}{A_1} - \frac{P_2}{r^2}} \sqrt{\frac{2}{r} - \frac{1}{a_1} - \frac{p_2}{r^2}},$$

et, si la nouvelle orbite est rétrograde ($\cos I < 0$),

$$\frac{u^2}{k^2} < \frac{4}{r} - \frac{1}{A_1} - \frac{1}{a_1} + \frac{2\sqrt{P_1 p_1}}{r^2} + 2\sqrt{\frac{2}{r} - \frac{1}{A_1} - \frac{P_1}{r^2}} \sqrt{\frac{2}{r} - \frac{1}{a_1} - \frac{p_1}{r^2}},$$

d'où, en remplaçant A_1 , a_1 , P_1 , p_1 , P_2 et p_2 par leurs valeurs :

$$(10) \quad \begin{cases} u^2 < k^2 \frac{2+E+e+4\sqrt{Ee}-2\sqrt{(1-E)(1-e)}}{r}, & \cos I > 0, \\ u^2 < k^2 \frac{2+E+e+4\sqrt{Ee}+2\sqrt{(1+E)(1+e)}}{r}, & \cos I < 0. \end{cases}$$

Si l'on tient compte de l'inégalité

$$2\sqrt{(1+E)(1+e)} < 2+E+e,$$

la seconde des formules (10) peut s'écrire

$$(11) \quad u < \frac{k}{\sqrt{r}} \sqrt{4+2(\sqrt{E}+\sqrt{e})^2}, \quad \cos I < 0.$$

4. Supposons que l'on cherche la vitesse d'impulsion nécessaire pour transformer l'orbite circulaire d'une planète en une orbite cométaire. Il faudra donc faire, dans les formules (10), $e = 0$ et $E = 1$, ce qui donnera

$$(12) \quad \begin{cases} u < \frac{k}{\sqrt{r}} \sqrt{3}, & \cos I > 0, \\ u < \frac{k}{\sqrt{r}} (\sqrt{2}+1), & \cos I < 0. \end{cases}$$

La vitesse moyenne de la Terre dans son orbite autour du Soleil,

est égale à k , à peu près 7 lieues de 4^{km} par seconde. Désignons par v la vitesse d'un boulet de canon parcourant 400^{m} à la seconde; nous aurons, d'après les inégalités (12),

$$u < \frac{1212}{\sqrt{r}}, \quad \cos I > 0,$$

$$u < \frac{1692}{\sqrt{r}}, \quad \cos I < 0.$$

Lagrange considère que, si ces vitesses sont considérables dans le cas de la Terre, il n'en serait plus de même s'il s'agissait d'une planète beaucoup plus éloignée, 100 fois par exemple; il suffirait en effet d'une vitesse 12 ou 17 fois plus grande que la vitesse d'un boulet de canon pour transformer son orbite circulaire en une orbite cométaire directe ou rétrograde.

Si la même planète, sous l'influence de la pression exercée par les gaz et les vapeurs accumulés dans son intérieur à une haute température, vient à se briser en un très grand nombre de fragments, on pourra admettre que les attractions exercées sur chacun d'eux par tous les autres se compensent en partie, et il suffira, d'après ce qui précède, de vitesses d'explosion relativement modérées, pour faire décrire à quelques-uns des fragments des orbites paraboliques. Si un fragment seul est projeté hors de la planète, il faudra tenir compte de l'attraction exercée sur lui par le reste du corps, et il en résultera que, pour lui faire décrire une parabole, on doit lui supposer une vitesse d'impulsion un peu plus grande que celle considérée précédemment. C'est ainsi que dans les idées de Lagrange, l'explosion partielle ou totale des planètes, et surtout des planètes très éloignées du Soleil, aurait pu donner naissance aux comètes. Lagrange ajoutait encore qu'une explosion partielle doit modifier un peu l'orbite de la planète et la position de son axe de rotation; on pourrait ainsi se rendre compte des excentricités des orbites des planètes, de leurs inclinaisons et de celles de leurs équateurs.

5. Pour établir le peu de vraisemblance de cette origine pour les comètes, il suffit de remonter aux formules (9) et d'y faire $A = x$ et $e = 0$, d'où $a = p = r$, $f = 0$; il vient ainsi, en dési-

gnant par Q la distance périhélic de l'orbite cométaire,

$$(13) \left\{ \begin{aligned} u &= \frac{k}{\sqrt{r}} \sqrt{3 + 2\sqrt{\frac{2Q}{r}} \cos I} = \frac{702}{\sqrt{r}} \sqrt{3 - 2\sqrt{\frac{2Q}{r}} \cos I}, \\ \cos \alpha &= \sqrt{\frac{2 - \frac{2Q}{r}}{3 - 2\sqrt{\frac{2Q}{r}} \cos I}}, \\ \cos \beta &= \frac{\sqrt{\frac{2Q}{r}} \cos I - 1}{\sqrt{3 - 2\sqrt{\frac{2Q}{r}} \cos I}}, \\ \cos \gamma &= \frac{\sqrt{\frac{2Q}{r}} \sin I}{\sqrt{3 - 2\sqrt{\frac{2Q}{r}} \cos I}}. \end{aligned} \right.$$

Les distances périhélics des comètes que nous observons sont voisines de 1; d'autre part, nous devons supposer que r est grand (car M. Faye a montré qu'un certain nombre de comètes ne pouvaient pas avoir été détachées des planètes connues). Dans ces conditions, $\frac{2Q}{r}$ est petit, et les formules (13) donnent pour u , α , β , γ des valeurs peu différentes des suivantes

$$u = k \sqrt{\frac{5}{r}}, \quad \cos \alpha = \sqrt{\frac{2}{3}}, \quad \cos \beta = -\frac{1}{\sqrt{3}}, \quad \cos \gamma = 0.$$

Ainsi l'impulsion devrait être égale à très peu près à la vitesse de circulation de la planète multipliée par $\sqrt{3}$, se trouver dans le plan de l'orbite primitive et faire avec le rayon vecteur un angle voisin de $35^{\circ}16'$; ces conditions très restrictives rendent l'hypothèse tout à fait improbable.

6. L'hypothèse de Lagrange ne pourrait donc être maintenue que pour les aérolithes; ce seraient des fragments détachés autrefois de la Terre par des explosions qui leur auraient fait décrire autour du Soleil de nouvelles trajectoires, elliptiques, paraboliques ou hyperboliques. Sur les deux dernières, les corpuscules se seront éloignés indéfiniment de la Terre et pour toujours; mais,

dans les premières, ils auront dû repasser périodiquement par le point de départ et finir par y rencontrer la Terre, qui les aura ainsi reconquis. La Lune aurait pu contribuer aussi au phénomène si, comme le pensent certains géologues, ses cirques sont tous des cratères d'explosion. Le P. Carbonnelle (*loc. cit.*) s'est livré sur ce sujet à une discussion intéressante. Il a calculé notamment la vitesse d'impulsion nécessaire pour qu'un fragment lancé par la Terre décrive autour du Soleil comme foyer une parabole de distance périhélie et d'inclinaison données; il a trouvé par la première des formules (13), en prenant $k = 30^{\text{km}}$,

	$I = 0^\circ$	$I = 30^\circ$	$I = 60^\circ$	$I = 90^\circ$	$I = 120^\circ$	$I = 150^\circ$	$I = 180^\circ$
	km	km	km	km	km	km	km
$Q = 1,00 \dots\dots$	12,4	22,3	37,8	52,0	63,0	70,0	72,4
$Q = 0,75 \dots\dots$	22,3	28,1	40,0	52,0	61,7	67,9	70,0
$Q = 0,50 \dots\dots$	30,0	33,8	42,4	52,0	60,0	65,3	67,1
$Q = 0,25 \dots\dots$	37,8	40,0	45,4	52,0	57,8	61,7	63,0

Ce Tableau montre que le mouvement rétrograde est beaucoup plus difficile à produire que le mouvement direct, ou, du moins, qu'il exige des vitesses d'impulsion bien plus considérables. On voit en outre que, pour les mouvements directs, ce sont les distances périhélies égales à 1,0 qui correspondent aux plus faibles vitesses. Pour $Q = 0,5$ et $I = 0^\circ$, on a $u = 30^{\text{km}} = k$; c'est la vitesse de circulation de la Terre. Si donc on admet, avec le P. Carbonnelle, qu'elle est la limite des explosions ordinaires, on est amené à la distribution suivante :

« Si nos météorites sont des fragments détachés autrefois de la Terre par des explosions, leurs distances périhélies doivent être presque toutes comprises entre 1,0 et 0,5, leurs mouvements doivent être directs, et les inclinaisons de leurs orbites ne doivent qu'exceptionnellement dépasser de beaucoup l'angle de 30° ».

Nous devons faire remarquer que les nombres du Tableau précédent sont relatifs à des orbites paraboliques; on en aurait trouvé de plus petits pour des orbites elliptiques plus ou moins allongées, qui sont seules compatibles avec l'hypothèse considérée.

Il reste à voir si la conclusion obtenue est d'accord avec ce que l'on sait du mouvement des bolides autour du Soleil. Malheureusement, nos connaissances sur ce sujet ont été jusqu'ici très res-

treintes; cependant, M. Newton leur a fait faire un progrès notable il y a deux ou trois ans ⁽¹⁾. Après avoir dépouillé des documents très nombreux, cet astronome est arrivé en effet à calculer les orbites héliocentriques de 116 bolides. Il a trouvé que les mouvements de ces petits astres sont presque tous directs (7 seulement sont rétrogrades), et que 103 des 116 distances périhéliees se trouvent comprises entre 1,0 et 0,5.

On arrive donc à un accord satisfaisant; on ne peut s'empêcher toutefois de trouver arbitraire l'hypothèse que la vitesse d'impulsion ne dépasse pas la vitesse de la Terre; tout au plus pourrait-on dire que les vitesses d'impulsion les plus faibles sont aussi les plus probables. Il faut tenir compte aussi de ce que l'attraction de la Terre diminue l'effet de la vitesse u ; Lagrange a trouvé que cette diminution est au plus égale à 10^{km} (en réalité, elle est presque toujours sensiblement inférieure à cette limite), de telle sorte que les nombres du Tableau précédent devraient être tous augmentés d'une quantité au plus égale à 10^{km} .

Quoi qu'il en soit de ces réserves, il semble que l'hypothèse de Lagrange pourrait être maintenue pour ce qui concerne les aérolithes, au moins jusqu'à nouvel ordre. Elle est séduisante, et expliquerait à merveille les entrecouplements de l'orbite terrestre par un nombre immense d'orbites de bolides; mais elle ne rendrait pas compte des orbites hyperboliques que l'on a calculées pour un petit nombre de ces corpuscules.

COORDONNÉES HÉLIOCENTRIQUES DE JUPITER,

Tirées des Tables de Le Verrier (*suite*);

PAR J. CONIEL.

Dans le *Bulletin astronomique*, tome VI, p. 63 à 84, nous avons publié les coordonnées héliocentriques de Jupiter, tirées des Tables de Le Verrier, pour la période comprise entre le 21 décembre 1814 et le 19 novembre 1843. Nous donnions également, pour l'intervalle de 1815 à 1878, la comparaison des Tables de Bouvard avec celles de Le Verrier.

(1) Voir *Bulletin astronomique*, V, p. 545.

L'accueil bienveillant que les astronomes ont fait à notre travail, en nous démontrant son utilité, a été pour nous un précieux encouragement, et nous a décidé à continuer nos calculs pour l'intervalle compris entre 1814 et 1769. Les coordonnées rectilignes de Jupiter, d'après les Tables de Bouvard, publiées par la Société astronomique internationale, dans ses publications n^{os} I et IV, s'arrêtent dans le courant de l'année 1769. Nous avons pensé qu'il y aurait intérêt, pour les astronomes, de connaître les coordonnées polaires héliocentriques de Jupiter d'après Le Verrier, depuis le commencement de la période choisie par la Société astronomique internationale.

Nous publions donc aujourd'hui les coordonnées polaires héliocentriques de Jupiter pour le méridien de Paris :

Du 7 septembre 1769 au 19 janvier 1775 (rapportées à l'équinoxe moyen de 1770,0);

Du 30 décembre 1774 au 6 janvier 1785 (rapportées à l'équinoxe moyen de 1780,0);

Du 17 décembre 1784 au 14 janvier 1795 (rapportées à l'équinoxe moyen de 1790,0);

Du 25 décembre 1794 au 2 janvier 1805 (rapportées à l'équinoxe moyen de 1800,0);

Du 13 décembre 1804 au 10 janvier 1815 (rapportées à l'équinoxe moyen de 1810,0).

De même que pour notre premier travail, nous avons ajouté la comparaison, de 60 jours en 60 jours, des coordonnées polaires héliocentriques tirées par nous des Tables de Le Verrier avec celles déduites des Tables de Bouvard, que nous avons formées à l'aide des coordonnées rectilignes données dans les publications II et VI de la Société astronomique internationale. Nous donnons les corrections qu'il faudra appliquer aux résultats tirés des Tables de Bouvard pour obtenir les coordonnées basées sur les Tables de Le Verrier. Ces corrections sont fournies pour la longitude et la latitude, en dixième de seconde d'arc; et en unités du sixième ordre décimal pour le logarithme du rayon vecteur. Il conviendra cependant de ne pas attribuer une trop grande exactitude à la dernière unité donnée, attendu que les valeurs basées sur les Tables de Bouvard présentent une marche de différences peu satisfaisante.

Temps moyen de Paris.	Longitude héliocentrique.	Diff.	Latitude héliocentrique.	Diff.	Logarithme du rayon vecteur.	Diff.
--------------------------	------------------------------	-------	-----------------------------	-------	---------------------------------	-------

Équinoxe 1769, décembre 30, 8 (1770, 0).

SEPT. 7...	237.31.16,7		+0.51.19,6		0,7298172	
27...	239. 7.54,9	+1.33.38,2	0.49.40,3	-1.39,3	0,7293740	-4432
OCT. 17...	240.41.44,7	1.33.49,8	0.47.58,6	1.41,7	0,7289195	4545
NOV. 6...	242.15.46,5	1.34. 1,8	0.46.14,6	1.44,0	0,7284541	4654
26...	243.50. 0,5	1.34.14,0	0.44.28,3	1.46,3	0,7279779	4762
DÉC. 16...	245.24.26,9	1.34.26,4	0.42.39,7	1.48,6	0,7274915	4864
JANV. 5...	246.59. 6,0	1.34.39,1	0.40.48,9	1.50,8	0,7269949	4966
25...	248.33.58,2	1.34.52,2	0.38.56,0	1.52,9	0,7264887	5062
FÉVR. 14...	250. 9. 3,8	1.35. 5,6	0.37. 1,1	1.54,9	0,7259731	5156
MARS 6...	251.44.23,0	1.35.19,2	0.35. 4,2	1.56,9	0,7254485	5246
26...	253.19.56,1	1.35.33,1	0.33. 5,4	1.58,8	0,7249151	5334
AVRIL 15...	254.55.43,3	1.35.47,2	0.31. 4,7	2. 0,7	0,7243734	5417
MAI 5...	256.31.44,9	1.36. 1,6	0.29. 2,3	2. 2,4	0,7238238	5496
25...	258. 8. 1,2	1.36.16,3	0.26.58,2	2. 4,1	0,7232667	5571
JUIN 14...	259.44.32,4	1.36.31,2	0.24.52,5	2. 5,7	0,7227024	5643
JUILL. 4...	261.21.18,8	1.36.46,4	0.22.45,3	2. 7,2	0,7221314	5710
24...	262.58.20,5	1.37. 1,7	0.20.36,7	2. 8,6	0,7215540	5774
AOUT 13...	264.35.37,6	1.37.17,1	0.18.26,7	2.10,0	0,7209707	5833
SEPT. 2...	266.13.10,4	1.37.32,8	0.16.15,5	2.11,2	0,7203820	5887
22...	267.50.59,3	1.37.48,9	0.14. 3,2	2.12,3	0,7197883	5937
OCT. 12...	269.29. 4,3	1.38. 5,0	0.11.49,8	2.13,4	0,7191901	5982
NOV. 1...	271. 7.25,6	1.38.21,3	0. 9.33,4	2.14,4	0,7185875	6026
21...	272.46. 3,2	1.38.37,6	0. 7.20,2	2.15,2	0,7179815	6060
DÉC. 11...	274.24.57,4	1.38.54,2	0. 5. 4,3	2.15,9	0,7173723	6092
31...	276. 4. 8,2	1.39.10,8	0. 2.47,7	2.16,6	0,7167605	6118
J1. JANV. 20...	277.43.35,8	1.39.27,6	+0. 0.30,6	2.17,1	0,7161463	6142
FÉVR. 9...	279.23.20,4	1.39.44,6	-0. 1.46,9	2.17,5	0,7155304	6159
MARS 1...	281. 3.22,1	1.40. 1,7	0. 4. 4,7	2.17,8	0,7149137	6167
21...	282.43.40,9	1.40.18,8	0. 6.22,7	2.18,0	0,7142963	6174
AVRIL 10...	284.24.16,9	1.40.36,0	0. 8.40,8	2.18,1	0,7136787	6176
30...	286. 5.10,1	1.40.53,2	0.10.58,8	2.18,0	0,7130615	6172
MAI 20...	287.46.20,6	1.41.10,5	0.13.16,6	2.17,8	0,7124454	6161
JUIN 9...	289.27.48,4	1.41.27,8	0.15.34,1	2.17,5	0,7118307	6147
29...	291. 9.33,4	1.41.45,0	0.17.51,2	2.17,1	0,7112181	6126
JUILL. 19...	292.51.35,6	1.42. 2,2	0.20. 7,7	2.16,5	0,7106081	6100
AOUT 8...	294.33.55,1	1.42.19,5	0.22.23,6	2.15,9	0,7100013	6068
28...	296.16.31,7	1.42.36,6	0.24.38,6	2.15,0	0,7093983	6030
SEPT. 17...	297.59.25,5	1.42.53,8	0.26.52,7	2.14,1	0,7087997	5986
OCT. 7...	299.42.36,3	1.43.10,8	0.29. 5,7	2.13,0	0,7082059	5938
27...	301.26. 4,0	+1.43.27,7	-0.31.17,5	2.11,8	0,7076176	-5883

MÉMOIRES ET OBSERVATIONS.

h. Temps moyen de Paris.		Longitude héliocentrique.	Diff.	Latitude héliocentrique.	Diff.	Logarithme du rayon vecteur.	
1771.	OCT. 27...	301.26. 4,0		—0.31.17,5	—2.10,5	0,7076176	—5
	NOV. 16...	303. 9.48,7	+1.43.44,7	0.33.28,0	2. 9,0	0,7070354	5
	DÉC. 6...	304.53.50,2	1.44. 1,5	0.35.37,0	2. 7,3	0,7064597	5
	26...	306.38. 8,2	1.44.18,0	0.37.44,8	2. 5,6	0,7058912	5
1772.	JANV. 15...	308.22.42,4	1.44.34,2	0.39.49,9	2. 3,7	0,7053305	5
	FÉVR. 4...	310. 7.32,8	1.44.50,4	0.41.53,6	2. 1,6	0,7047783	5
	24...	311.52.39,1	1.45. 6,3	0.43.55,2	1.59,5	0,7042350	5
	MARS 15...	313.38. 1,2	1.45.22,1	0.45.54,7	1.57,1	0,7037012	5
	AVRIL 4...	315.23.38,9	1.45.37,7	0.47.51,8	1.54,7	0,7031774	5
	24...	317. 9.31,8	1.45.52,9	0.49.46,5	1.52,2	0,7026643	5
	MAI 14...	318.55.39,6	1.46. 7,8	0.51.38,7	1.49,5	0,7021623	4
	JUIN 3...	320.42. 2,1	1.46.22,5	0.53.28,2	1.46,6	0,7016719	4
	23...	322.28.39,0	1.46.36,9	0.55.14,8	1.43,6	0,7011939	4
	JUILL.13...	324.15.30,0	1.46.51,0	0.56.58,4	1.40,6	0,7007287	4
	AOUT 2...	326. 2.34,9	1.47. 4,9	0.58.39,0	1.37,3	0,7002767	4
	22...	327.49.52,9	1.47.18,0	1. 0.16,3	1.34,0	0,6998386	4
	SEPT. 11...	329.37.23,6	1.47.30,7	1. 1.50,3	1.30,5	0,6994147	4
	OCT. 1...	331.25. 6,8	1.47.43,2	1. 3.20,8	1.27,0	0,6990037	3
	21...	333.13. 2,1	1.47.55,3	1. 4.47,8	1.23,3	0,6986121	3
	NOV. 10...	335. 1. 9,1	1.48. 7,0	1. 6.11,1	1.19,5	0,6982343	3
	30...	336.49.27,2	1.48.18,1	1. 7.30,6	1.15,5	0,6978725	3
	DÉC. 20...	338.37.56,0	1.48.28,8	1. 8.46,1	1.11,6	0,6975273	3
1773.	JANV. 9...	340.26.34,9	1.48.38,9	1. 9.57,7	1. 7,5	0,6971991	3
	29...	342.15.23,5	1.48.48,6	1.11. 5,2	1. 3,3	0,6968883	3
	FÉVR.18...	344. 4.21,3	1.48.57,8	1.12. 8,5	0.59,1	0,6965954	2
	MARS 10...	345.53.27,7	1.49. 6,4	1.13. 7,6	0.54,7	0,6963206	2
	30...	347.42.42,2	1.49.14,5	1.14. 2,3	0.50,2	0,6960644	2
	AVRIL 19...	349.32. 4,3	1.49.23,1	1.14.52,5	0.45,7	0,6958269	2
	MAI 9...	351.21.33,4	1.49.29,1	1.15.38,2	0.41,2	0,6956085	1
	29...	353.11. 8,8	1.49.35,4	1.16.19,4	0.36,6	0,6954094	1
	JUIN 18...	355. 0.50,0	1.49.41,2	1.16.56,0	0.31,9	0,6952299	1
	JUILL. 8...	356.50.36,4	1.49.46,4	1.17.27,9	0.27,2	0,6950703	1
	28...	358.40.27,5	1.49.51,1	1.17.55,1	0.22,4	0,6949306	1
	AOUT 17...	0.30.22,6	1.49.55,1	1.18.17,5	0.17,5	0,6948111	0
	SEPT. 6...	2.20.21,0	1.49.58,4	1.18.35,0	0.12,9	0,6947120	0
	26...	4.10.22,0	1.50. 1,0	1.18.47,9	0. 8,0	0,6946335	0
	OCT. 16...	6. 0.25,2	1.50. 3,2	1.18.55,9	—0. 3,1	0,6945755	0
	NOV. 5...	7.50.29,8	1.50. 4,6	1.18.59,0	+0. 1,7	0,6945382	—1
	25...	9.40.35,2	1.50. 5,4	1.18.57,3	0. 6,6	0,6945215	—1
	DÉC. 15...	11.30.40,8	1.50. 5,6	1.18.50,7	0.11,4	0,6945254	2
1774.	JANV. 4...	13.20.45,9	1.50. 5,1	1.18.39,3	0.16,3	0,6945500	2
	24...	15.10.49,9	1.50. 4,0	1.18.23,0	0.21,1	0,6945933	6
	FÉVR.13...	17. 0.52,1	1.50. 2,2	1.18. 1,9	+0.25,9	0,6946612	+8
	MARS 5...	18.50.52,0	+1.49.59,9	—1.17.36,0		0,6947177	

Temps moyen de Paris.	Longitude héliocentrique.	Diff.	Latitude héliocentrique.	Diff.	Logarithme du rayon vecteur.	Diff.
MARS 3...	18.50.52,0		-1.17.36,0		0,6947477	
25...	20.40.48,9	+1.49.56,9	1.17. 5,4	+0.30,6	0,6948545	+1068
AVRIL 14...	22.30.42,2	1.49.53,3	1.16.30,1	0.35,3	0,6949816	1271
MAI 4...	24.20.31,3	1.49.49,1	1.15.50,1	0.40,0	0,6951288	1472
24...	26.10.15,5	1.49.44,2	1.15. 5,4	0.44,7	0,6952960	1672
JUIN 13...	27.59.54,3	1.49.38,8	1.14.16,4	0.49,0	0,6954830	1870
JUILL. 3...	29.49.27,1	1.49.32,8	1.13.22,8	0.53,6	0,6956894	2064
23...	31.38.53,3	1.49.26,2	1.12.24,7	0.58,1	0,6959151	2257
AOUT 12...	33.28.12,4	1.49.19,1	1.11.22,3	1. 2,4	0,6961597	2446
SEPT. 1...	35.17.23,7	1.49.11,3	1.10.15,7	1. 6,6	0,6964230	2633
21...	37. 6.26,7	1.49. 3,0	1. 9. 5,0	1.10,7	0,6967046	2816
OCT. 11...	38.55.20,8	1.48.54,1	1. 7.50,1	1.14,9	0,6970043	2997
31...	40.44. 5,5	1.48.44,7	1. 6.31,3	1.18,8	0,6973216	3173
NOV. 20...	42.32.40,4	1.48.34,9	1. 5. 8,6	1.22,7	0,6976562	3346
DÉC. 10...	44.21. 4,9	1.48.24,5	1. 3.42,2	1.26,4	0,6980076	3514
30...	46. 9.18,4	1.48.13,5	1. 2.12,1	1.30,1	0,6983754	3678
13. JANV. 19...	47.57.20,6	+1.48. 2,2	-1. 0.38,5	+1.33,6	0,6987591	+3837

Équinoxe 1780, janvier 0,3.

74. DÉC. 30...	46.17.40,6		-1. 2. 8,3		0,6983754	
75. JANV. 19...	48. 5.42,8	+1.48. 2,2	1. 0.34,6	+1.33,7	0,6987591	+3837
FÉVR. 8...	49.53.33,2	1.47.50,4	0.58.57,5	1.37,1	0,6991583	3992
28...	51.41.11,4	1.47.38,2	0.57.17,1	1.40,4	0,6995726	4143
MARS 20...	53.28.36,9	1.47.25,5	0.55.33,5	1.43,6	0,7000015	4289
AVRIL 9...	55.15.49,4	1.47.12,5	0.53.46,9	1.46,6	0,7004445	4430
29...	57. 2.48,4	1.46.59,0	0.51.57,4	1.49,5	0,7009011	4566
MAI 19...	58.49.33,7	1.46.45,3	0.50. 5,2	1.52,2	0,7013709	4698
JUIN 8...	60.36. 4,8	1.46.31,1	0.48.10,3	1.54,9	0,7018532	4823
28...	62.22.21,5	1.46.16,7	0.46.12,9	1.57,4	0,7023475	4943
JUILL.18...	64. 8.23,3	1.46. 1,8	0.44.13,1	1.59,8	0,7028531	5056
AOUT 7...	65.54.10,1	1.45.46,8	0.42.11,1	2. 2,0	0,7033697	5166
27...	67.39.41,6	1.45.31,5	0.40. 7,0	2. 4,1	0,7038968	5271
SEPT. 16...	69.24.57,6	1.45.16,0	0.38. 0,9	2. 6,1	0,7044337	5369
OCT. 6...	71. 9.57,7	1.45. 0,1	0.35.53,0	2. 7,9	0,7049799	5463
26...	72.54.41,8	1.44.44,1	0.33.43,4	2. 9,6	0,7055347	5548
NOV. 15...	74.39. 9,7	1.44.27,9	0.31.32,3	2.11,1	0,7060976	5629
DÉC. 5...	76.23.21,3	1.44.11,6	0.29.19,8	2.12,5	0,7066680	5704
25...	78. 7.16,3	1.43.55,0	0.27. 6,1	2.13,7	0,7072453	5773
76. JANV. 14...	79.50.54,5	1.43.38,0	0.24.51,2	2.14,9	0,7078290	5837
FÉVR. 3...	81.34.15,7	1.43.21,0	0.22.35,3	2.15,9	0,7084187	5897
23...	83.17.19,9	+1.43. 4,2	-0.20.18,6	+1.16,7	0,7090136	+5943

h Temps moyen de Paris.	Longitude héliocentrique.	D. ff.	Latitude héliocentrique.	D. ff.	Logarithme du rayon vecteur.	Di
1776. FÉVR. 23...	83. 17. 19,9		—0. 20. 18,6		0,7090136	+3
MARS 14...	85. 0. 7,1	+1. 42. 47,2	0. 18. 1,1	+2. 17,5	0,7096130	6
AVRIL 3...	86. 42. 37,1	1. 42. 30,0	0. 15. 43,1	2. 18,0	0,7102165	6
23...	88. 24. 50,1	1. 42. 13,0	0. 13. 24,7	2. 18,4	0,7108235	6
MAI 13...	90. 6. 45,9	1. 41. 55,8	0. 11. 5,9	2. 18,8	0,7114334	6
JUIN 2...	91. 48. 24,4	1. 41. 38,5	0. 8. 46,9	2. 19,0	0,7120457	6
22...	93. 29. 45,7	1. 41. 21,3	0. 6. 27,9	2. 19,0	0,7126600	6
JUILL. 12...	95. 10. 49,9	1. 41. 4,2	0. 4. 8,9	2. 19,0	0,7132756	6
AOUT 1...	96. 51. 36,8	1. 40. 46,9	—0. 1. 50,1	2. 18,8	0,7138918	6
21...	98. 32. 6,6	1. 40. 29,8	+0. 0. 28,4	2. 18,5	0,7145081	6
SEPT. 10...	100. 12. 19,3	1. 40. 12,7	0. 2. 46,5	2. 18,1	0,7151242	6
30...	101. 52. 15,0	1. 39. 55,7	0. 5. 4,0	2. 17,5	0,7157394	6
OCT. 20...	103. 31. 53,7	1. 39. 38,7	0. 7. 20,9	2. 16,9	0,7163533	6
NOV. 9...	105. 11. 15,5	1. 39. 21,8	0. 9. 37,1	2. 16,2	0,7169653	6
29...	106. 50. 20,6	1. 39. 5,1	0. 11. 52,4	2. 15,3	0,7175748	6
DÉC. 19...	108. 29. 9,2	1. 38. 48,6	0. 14. 6,7	2. 14,3	0,7181814	6
1777. JANV. 8...	110. 7. 41,3	1. 38. 32,1	0. 16. 20,0	2. 13,3	0,7187847	6
28...	111. 45. 57,0	1. 38. 15,7	0. 18. 32,1	2. 12,1	0,7193843	6
FÉVR. 17...	113. 23. 56,6	1. 37. 59,6	0. 20. 42,8	2. 10,7	0,7199795	6
MARS 9...	115. 1. 40,3	1. 37. 43,7	0. 22. 52,3	2. 9,5	0,7205699	6
29...	116. 39. 8,1	1. 37. 27,8	0. 25. 0,3	2. 8,0	0,7211551	6
AVRIL 18...	118. 16. 20,2	1. 37. 12,1	0. 27. 6,8	2. 6,5	0,7217347	6
MAI 8...	119. 53. 16,9	1. 36. 56,7	0. 29. 11,6	2. 4,8	0,7223082	6
28...	121. 29. 58,4	1. 36. 41,5	0. 31. 14,7	2. 3,1	0,7228751	6
JUIN 17...	123. 6. 24,8	1. 36. 26,4	0. 33. 16,0	2. 1,3	0,7234351	6
JUILL. 7...	124. 42. 36,6	1. 36. 11,8	0. 35. 15,4	1. 59,4	0,7239879	6
27...	126. 18. 33,9	1. 35. 57,3	0. 37. 12,9	1. 57,5	0,7245331	6
AOUT 16...	127. 54. 16,9	1. 35. 43,0	0. 39. 8,4	1. 55,5	0,7250702	6
SEPT. 5...	129. 29. 45,9	1. 35. 29,0	0. 41. 1,7	1. 53,3	0,7255988	6
23...	131. 5. 1,2	1. 35. 15,3	0. 42. 52,9	1. 51,2	0,7261185	6
OCT. 13...	132. 40. 3,0	1. 35. 1,8	0. 44. 41,9	1. 49,0	0,7266291	6
NOV. 4...	134. 14. 51,7	1. 34. 48,7	0. 46. 28,6	1. 46,7	0,7271303	6
24...	135. 49. 27,5	1. 34. 35,8	0. 48. 12,9	1. 44,3	0,7276216	6
DÉC. 14...	137. 23. 50,6	1. 34. 23,1	0. 49. 54,8	1. 41,9	0,7281028	6
1778. JANV. 3...	138. 58. 1,4	1. 34. 10,8	0. 51. 34,2	1. 39,4	0,7285736	6
23...	140. 32. 0,3	1. 33. 58,9	0. 53. 11,1	1. 36,9	0,7290336	6
FÉVR. 12...	142. 5. 47,3	1. 33. 47,0	0. 54. 45,4	1. 34,3	0,7294827	6
MARS 14...	143. 39. 23,0	1. 33. 35,7	0. 56. 17,0	1. 31,6	0,7299205	6
24...	145. 12. 47,6	1. 33. 24,6	0. 57. 46,0	1. 29,0	0,7303466	6
AVRIL 13...	146. 46. 1,5	1. 33. 13,9	0. 59. 12,3	1. 26,3	0,7307609	6
MAI 3...	148. 19. 4,9	1. 33. 3,4	1. 0. 35,9	1. 23,6	0,7311631	6
23...	149. 51. 58,2	1. 32. 53,3	1. 1. 56,6	1. 20,7	0,7315530	6
JUIN 12...	151. 24. 41,8	1. 32. 43,6	1. 3. 14,4	1. 17,8	0,7319304	6
JUILL. 2...	152. 57. 16,0	+1. 32. 34,2	+1. 4. 29,4	+1. 15,0	0,7322949	6

a. Temps moyen de Paris.	Longitude héliocentrique	Diff.	Latitude héliocentrique.	Diff.	Logarithme du rayon vecteur.	Diff.
3. JUILL. 2...	152.57.16,0		+1. 4.29,4	+1.12,0	0,7322949	+3515
22...	154.29.41,0	+1.32.25,0	1. 5.41,4	1. 9,1	0,7326464	3384
AOUT 11...	156. 1.57,4	1.32.16,4	1. 6.50,5	1. 6,1	0,7329848	3250
31...	157.34. 5,3	1.32. 7,9	1. 7.56,6	1. 3,1	0,7333098	3115
SEPT. 20...	159. 6. 5,2	1.31.59,9	1. 8.59,7	1. 0,1	0,7336213	2978
OCT. 10...	160.37.57,4	1.31.52,2	1. 9.59,8	0.57,0	0,7339191	2838
30...	162. 9.42,2	1.31.44,8	1.10.56,8	0.53,9	0,7342029	2697
NOV. 19...	163.41.20,1	1.31.47,9	1.11.50,7	0.50,7	0,7344726	2555
DÉC. 9...	165.12.51,6	1.31.31,5	1.12.41,1	0.47,6	0,7347281	2412
29...	166.44.16,8	1.31.25,2	1.13.29,0	0.44,5	0,7349693	2267
9. JANV. 18...	168.15.36,2	1.31.19,4	1.14.13,5	0.41,2	0,7351960	2121
FÉVR. 7...	169.46.50,1	1.31.13,9	1.14.54,7	0.38,1	0,7354081	1975
27...	171.17.59,0	1.31. 8,9	1.15.32,8	0.34,8	0,7356056	1826
MARS 19...	172.49. 3,1	1.31. 4,1	1.16. 7,6	0.31,7	0,7357882	1677
AVRIL 8...	174.20. 2,8	1.30.59,7	1.16.39,3	0.28,4	0,7359559	1527
28...	175.50.58,6	1.30.55,8	1.17. 7,7	0.25,1	0,7361086	1376
MAI 18...	177.21.50,6	1.30.52,0	1.17.32,8	0.21,9	0,7362462	1224
JUIN 7...	178.52.39,5	1.30.48,9	1.17.54,7	0.18,6	0,7363686	1073
27...	180.23.25,5	1.30.46,0	1.18.13,3	0.15,3	0,7364759	920
JUILL. 17...	181.54. 9,0	1.30.43,5	1.18.28,6	0.12,0	0,7365679	768
AOUT 6...	183.24.50,3	1.30.41,3	1.18.40,6	0. 8,8	0,7366447	614
26...	184.55.30,0	1.30.39,7	1.18.49,1	0. 5,4	0,7367061	460
SEPT. 15...	186.26. 8,4	1.30.38,4	1.18.54,8	+0. 2,2	0,7367521	306
OCT. 5...	187.56.45,8	1.30.37,4	1.18.57,0	-0. 1,1	0,7367827	+153
25...	189.27.22,7	1.30.36,9	1.18.55,9	0. 4,4	0,7367980	- 1
NOV. 14...	190.57.59,4	1.30.36,7	1.18.51,5	0. 7,7	0,7367979	156
DÉC. 4...	192.28.36,3	1.30.36,9	1.18.43,8	0.11,0	0,7367823	310
24...	193.59.13,8	1.30.37,5	1.18.32,8	0.14,2	0,7367513	465
30. JANV. 13...	195.29.52,2	1.30.38,4	1.18.18,6	0.17,6	0,7367048	618
FÉVR. 2...	197. 0.32,0	1.30.39,8	1.18. 1,0	0.20,8	0,7366430	772
22...	198.31.13,5	1.30.41,5	1.17.40,2	0.24,0	0,7365658	924
MARS 13...	200. 1.57,2	1.30.43,7	1.17.16,2	0.27,2	0,7364734	1076
AVRIL 2...	201.32.43,3	1.30.46,1	1.16.49,0	0.30,5	0,7363658	1226
22...	203. 3.32,3	1.30.49,0	1.16.18,5	0.33,7	0,7362432	1378
MAI 12...	204.34.24,6	1.30.52,3	1.15.44,8	0.36,9	0,7361054	1528
JUIN 1...	206. 5.20,6	1.30.56,0	1.15. 7,9	0.40,1	0,7359526	1677
21...	207.36.20,7	1.31. 0,1	1.14.27,9	0.43,3	0,7357849	1826
JUILL. 11...	209. 7.25,1	1.31. 4,4	1.13.44,5	0.46,4	0,7356023	1974
31...	210.38.34,3	1.31. 9,3	1.12.58,1	0.49,5	0,7354049	2121
AOUT 20...	212. 9.48,5	1.31.14,2	1.12. 8,6	0.52,7	0,7351928	2266
SEPT. 9...	213.41. 8,0	1.31.19,5	1.11.15,9	0.55,7	0,7349662	2411
29...	215.12.33,4	1.31.25,4	1.10.20,2	0.58,8	0,7347251	2554
OCT. 19...	216.44. 4,9	1.31.31,5	1. 9.21,1	-1. 1,8	0,7344697	2695
Nov. 8...	218.15.43,2	+1.31.38,3	+1. 8.19,6		0,7342002	

Ch. Temps moyen de Paris.	Longitude héliocentrique.	DIF.	Latitude héliocentrique.	DIF.	Logarithme du rayon vector.	
1780. Nov. 8...	218.15.43,2	+1.31.45,4	+1. 8.19,6	-1. 4,7	0,7342002	
28...	219.47.28,6	1.31.52,8	1. 7.14,9	1. 7,8	0,7339166	
Déc. 18...	221.19.21,4	1.32. 0,4	1. 6. 7,1	1.10,7	0,7336192	
1781. JANV. 7...	222.51.21,8	1.32. 8,4	1. 4.56,4	1.13,6	0,7333082	
27...	224.23.30,2	1.32.16,8	1. 3.42,8	1.16,4	0,7329836	
FÉVR.16...	225.55.47,0	1.32.25,6	1. 2.26,4	1.19,3	0,7326456	
MARS 8...	227.28.12,6	1.32.34,7	1. 1. 7,1	1.22,0	0,7322946	
28...	229. 0.47,3	1.32.44,1	0.59.45,1	1.24,8	0,7319307	
AVRIL17...	230.33.31,4	1.32.53,8	0.58.20,3	1.27,6	0,7315541	
MAI 7...	232. 6.25,2	1.33. 3,9	0.56.52,7	1.30,1	0,7311651	
27...	233.39.29,1	1.33.14,3	0.55.22,6	1.32,8	0,7307639	
JUIN 16...	235.12.43,4	1.33.25,2	0.53.49,8	1.35,3	0,7303507	
JUILL. 6...	236.46. 8,6	1.33.36,2	0.52.14,5	1.37,9	0,7299260	
26...	238.19.44,8	1.33.47,6	0.50.36,6	1.40,3	0,7294900	
AOUT 15...	239.53.32,4	1.33.59,3	0.48.56,3	1.42,7	0,7290429	
SEPT. 4...	241.27.31,7	1.34.11,3	0.47.13,6	1.45,0	0,7285850	
24...	243. 1.43,0	1.34.23,6	0.45.28,6	1.47,3	0,7281166	
OCT. 14...	244.36. 6,6	1.34.36,2	0.43.41,3	1.49,6	0,7276378	
NOV. 3...	246.10.42,8	1.34.49,0	0.41.51,7	1.51,7	0,7271490	
23...	247.45.31,8	1.35. 2,2	0.40. 0,0	1.53,8	0,7266506	
DÉC. 13...	249.20.34,0	1.35.15,5	0.38. 6,2	1.55,8	0,7261428	
1782. JANV. 2...	250.55.49,5	1.35.29,2	0.36.10,4	1.57,8	0,7256260	
22...	252.31.18,7	1.35.43,0	0.34.12,6	1.59,6	0,7251007	
FÉVR.11...	254. 7. 1,7	1.35.57,3	0.32.13,0	2. 1,5	0,7245672	
MARS 3...	255.42.59,0	1.36.11,6	0.30.11,5	2. 3,1	0,7240258	
23...	257.19.10,6	1.36.26,4	0.28. 8,4	2. 4,8	0,7234767	
AVRIL12...	258.55.37,0	1.36.41,3	0.26. 3,6	2. 6,4	0,7229206	
MAI 2...	260.32.18,3	1.36.56,4	0.23.57,2	2. 7,8	0,7223578	
22...	262. 9.14,7	1.37.11,7	0.21.49,4	2. 9,3	0,7217887	
JUIN 11...	263.46.26,4	1.37.27,2	0.19.40,1	2.10,5	0,7212138	
JUILL. 1...	265.23.53,6	1.37.42,8	0.17.29,6	2.11,7	0,7206336	
21...	267. 1.36,4	1.37.58,7	0.15.17,9	2.12,8	0,7200482	
AOUT 10...	268.39.35,1	1.38.14,7	0.13. 5,1	2.13,8	0,7194581	
30...	270.17.49,8	1.38.30,8	0.10.51,3	2.14,7	0,7188639	
SEPT. 19...	271.56.20,6	1.38.47,2	0. 8.36,6	2.15,5	0,7182660	
OCT. 9...	273.35. 7,8	1.39. 3,7	0. 6.21,1	2.16,2	0,7176648	
29...	275.14.11,5	1.39.20,3	0. 4. 4,9	2.16,7	0,7170611	
NOV. 18...	276.53.31,8	1.39.37,0	+0. 1.48,2	2.17,3	0,7164553	
DÉC. 8...	278.33. 8,8	1.39.53,8	-0. 0.29,1	2.17,6	0,7158477	
28...	280.13. 2,6	1.40.10,6	0. 2.46,7	2.17,9	0,7152388	
1783. JANV. 17...	281.53.13,2	1.40.27,5	0. 5. 4,6	2.18,0	0,7146293	
FÉVR. 6...	283.33.40,7	1.40.44,4	0. 7.22,6	2.17,9	0,7140200	
26...	285.14.25,1	+1.41. 1,3	0. 9.40,5	-2.17,9	0,7134110	
MARS 18...	286.55.26,4		-0.11.58,4		0,7128025	

1. Temps moyen de Paris.	Longitude héliocentrique.	Diff.	Latitude héliocentrique	Diff.	Logarithme du rayon vecteur.	Diff.
3. MARS 18...	286.55.26,4		—0.11.58,4		0,7128025	
AVRIL 7...	288.36.44,7	+1.41.18,3	0.14.16,0	—2.17,6	0,7121951	—6074
27...	290.18.20,0	1.41.35,3	0.16.33,3	2.17,3	0,7115898	6053
MAI 17...	292. 0.12,1	1.41.52,1	0.18.50,1	2.16,8	0,7109870	6028
JUIN 6...	293.42.21,3	1.42. 9,2	0.21. 6,2	2.16,1	0,7103873	5997
26...	295.24.47,4	1.42.26,1	0.23.21,6	2.15,4	0,7097911	5962
JUILL.16...	297. 7.30,5	1.42.43,1	0.25.36,2	2.14,6	0,7091990	5921
AOUT 5...	298.50.30,3	1.42.59,8	0.27.49,7	2.13,5	0,7086115	5875
25...	300.33.46,8	1.43.16,5	0.30. 2,1	2.12,4	0,7080293	5822
SEPT.14...	302.17.20,0	1.43.33,2	0.32.13,2	2.11,1	0,7074528	5765
OCT. 4...	304. 1. 9,8	1.43.49,8	0.34.22,9	2. 9,7	0,7068826	5702
24...	305.45.16,0	1.44. 6,2	0.36.31,0	2. 8,1	0,7063192	5634
NOV. 13...	307.29.38,2	1.44.22,2	0.38.37,8	2. 6,8	0,7057633	5559
DÉC. 3...	309.14.16,3	1.44.38,1	0.40.42,1	2. 4,3	0,7052155	5478
23...	310.59.10,2	1.44.53,9	0.42.44,7	2. 2,6	0,7046762	5393
4. JANV. 12...	312.44.19,7	1.45. 9,5	0.44.45,3	2. 0,6	0,7041460	5302
FÉVR. 1...	314.29.44,6	1.45.24,9	0.46.43,7	1.58,4	0,7036255	5205
21...	316.15.24,6	1.45.40,0	0.48.39,6	1.55,9	0,7031152	5103
MARS 12...	318. 1.19,4	1.45.54,8	0.50.33,1	1.53,5	0,7026156	4996
AVRIL 1...	319.47.28,8	1.46. 9,4	0.52.23,9	1.50,8	0,7021273	4883
21...	321.33.52,4	1.46.23,6	0.54.12,0	1.48,1	0,7016308	4765
MAI 11...	323.20.30,0	1.46.37,6	0.55.57,2	1.45,2	0,7011868	4640
31...	325. 7.21,2	1.46.51,2	0.57.39,4	1.42,2	0,7007356	4512
JUIN 20...	326.54.25,7	1.47. 4,5	0.59.18,4	1.39,0	0,7002977	4379
JUILL.10...	328.41.43,0	1.47.17,3	1. 0.54,1	1.35,7	0,6998736	4241
30. .	330.29.12,7	1.47.29,7	1. 2.26,5	1.32,4	0,6994639	4097
AOUT 19...	332.16.54,5	1.47.41,8	1. 3.55,4	1.28,9	0,6990689	3950
SEPT. 8...	334. 4.47,9	1.47.53,4	1. 5.20,7	1.25,3	0,6986892	3797
28...	335.52.52,5	1.48. 4,6	1. 6.42,2	1.21,5	0,6983250	3642
OCT. 18...	337.41. 7,8	1.48.15,3	1. 7.59,9	1.17,7	0,6979770	3480
NOV. 7...	339.29.33,3	1.48.25,5	1. 9.13,7	1.13,8	0,6976456	3314
27...	341.18. 8,6	1.48.35,3	1.10.23,4	1. 9,7	0,6973311	3145
DÉC. 17...	343. 6.53,1	1.48.44,5	1.11.29,0	1. 5,6	0,6970338	2973
85. JANV. 6...	344.55.46,4	+1.48.53,3	—1.12.30,5	—1. 1,5	0,6967142	—2796

(A suivre.)

REVUE DES PUBLICATIONS ASTRONOMIQUES.

- GYLDÉN (HUGO). — UNDERSÖKNINGAR AF THEORIEN FÖR HIMLAKROPPARNAS RÖRELSE (Supplément aux Mémoires de l'Académie des Sciences de Stockholm, 3 parties, 1881-1882 ensemble 314 pages).
- BACKLUND (O.). — PROFESSOR GYLDÉN'S NEUE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE THEORIE DER BEWEGUNG DER HIMMELSKÖRPER (Copernicus, t. II).
- ANDOYER (H.). — CONTRIBUTION A LA THÉORIE DES ORBITES INTERMÉDIAIRES (Thèse, Paris, 1886, Gauthier-Villars).
- HARZER (PAUL). — UNTERSUCHUNGEN ÜBER EINEN SPECIELLEN FALL DES PROBLEMS DER DREI KÖRPER (Mémoires de l'Académie des Sciences de Saint-Petersbourg, t. XXIV, n° 12, 1886, 156 pages).
- HARZER (PAUL). — QUELQUES REMARQUES SUR UN CAS SPÉCIAL DU PROBLÈME DES TROIS CORPS. APPLICATION A 108 HECUBA (Annales de l'observatoire de Stockholm, t. III, n° 4, 1886, 28 pages).
- BACKLUND (O.). — D^r HARZER'S UNTERSUCHUNGEN ÜBER EINEN SPECIELLEN FALL DES PROBLEMS DER DREI KÖRPER. BERICHT AN DIE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN (Bulletin de l'Académie des Sciences de Saint-Petersbourg, t. VII).
- MARTIN BRENDÉL. — OM ANVÄNDNINGEN AF DEN ABSOLUTA STÖRNINGSTHEORIEN PÅ EN GRUPP AF SMA PLANETERNA, MED NUMERISK TILLÄMPNING PÅ PLANETEN ⁽⁴⁶⁾ HESTIA (Annales de l'observatoire de Stockholm, t. IV, n° 3, 51 pages).
- BRENDÉL (M.). — SUR LES PERTURBATIONS DE LA PLANÈTE ⁽⁴⁶⁾ HESTIA D'APRÈS LA THÉORIE DE M. GYLDÉN (Comptes rendus, t. CVIII, p. 49).
- BRENDÉL (M.). — UEBER DIE ANWENDUNG DER GYLDÉN'SCHEN ABSOLUTEN STÖRUNGSTHEORIE AUF DIE BREITENSTÖRUNGEN EINER GEWISSEN KLASSE KLEINER PLANETEN (Inaugural-Dissertation, Göttingen, 1890, 26 pages).
- WOLF (MAX.). — SUR LES TERMES ÉLÉMENTAIRES DANS L'EXPRESSION DU RAYON VECTEUR (Habilitationsschrift, Stockholm, 1890, 50 pages).
- GYLDÉN (H.). — ON THE DETERMINATION OF THE RADIUS VECTOR IN THE ABSOLUTE ORBITS OF THE PLANETS (Monthly notices of the Royal astronomical Society, t. XLVII).
- BACKLUND (O.). — BEMERKUNG ÜBER DAS AUFTRETEN VON HYPERELEMENTAREN GLIEDERN IN DER STÖRUNGSTHEORIE. ERSTE UND ZWEITE MITTHEILUNGEN (Mélanges mathématiques et astronomiques tirés du Bulletin de l'Académie des Sciences de Saint-Petersbourg, t. VI, 27 pages).

GYLDÉN (H.). — SUR LES TERMES ÉLÉMENTAIRES DANS LES COORDONNÉES D'UNE PLANÈTE (*Comptes rendus*, t. CVIII, p. 79 et 116).

BACKLUND (O.). — UEBER DIE KLEINER DIVISOREN BEI DEN ELEMENTAREN GLIEDERN IN DER THEORIE DER PLANETENBEWEGUNGEN (*Astronomische Nachrichten* n^o, 2920-21).

OLSSON (K.-G.). — BEMERKUNGEN UBER DIE INTEGRATIONSMETHODEN DER ZEITREDUCTION IN DER GYLDÉN'SCHEN THEORIE (*Archiv. for matematik og Naturvidenskab*, Kristiania, 1889).

OLSSON (K.-G.). — UEBER DIE CONVERGENZ DER ANNÄHERUNGEN IN DER GYLDÉN'SCHEN STÖRUNGSTHEORIE (*Ibidem*, 1890).

HANS MASAL. — FORMELN UND TAFELN ZUR BERECHNUNG DER ABSOLUTEN STÖRUNGEN DER PLANETEN (*Kongl. svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar*, t. XXIII, n^o 7, Stockholm, 1889).

Les recherches sur la théorie des perturbations publiées par M. Gyl-dén, en 1881 et 1882, ont inauguré une série de travaux. L'objet de la présente analyse est de renseigner les lecteurs du *Bulletin* sur les nouvelles méthodes qui commencent, témoin les travaux de MM. Harzer, Brendel et Wolf sur les planètes (108) Hécube, (46) Hestia et (1) Cérès, à être mises en pratique.

Avant d'entrer dans l'exposition des nouvelles méthodes, M. Gyl-dén indique son opinion sur la manière d'attaquer le problème des trois corps; il ne lui paraît pas impossible de trouver une solution du problème en question, laquelle adaptée à notre système solaire amènerait dans nos théories des planètes un perfectionnement comme celui qui fut réalisé par la substitution de l'hypothèse elliptique à celle des épicycles; pour ce qui est d'une solution générale, il n'y faut pas penser. Parlant du procédé habituellement suivi, où l'on ordonne les expressions des éléments et des coordonnées suivant les puissances croissantes des masses, M. Gyl-dén dit que « la valeur de ce procédé paraît avoir été confirmée et continuée à l'être dans la pratique, le calcul des positions des corps célestes selon les principes mentionnés s'accordant de très près avec les observations; mais il ne s'ensuit pas que les changements des éléments ou des coordonnées d'une époque d'osculation à une autre puissent être représentés au moyen de séries procédant suivant les puissances croissantes des masses perturbatrices. Calcule-t-on ces changements ou les perturbations sans faire attention si la suite mentionnée des approximations est convergente ou seulement semi-convergente, il peut arriver dans ce dernier cas que les calculs antérieurs du lieu et de la vitesse du corps troublé nécessitent, pour être mis d'ac-

cord avec les observations, un changement convenable de la masse du corps troublant. On ne peut douter que quelques-unes des déterminations déjà obtenues de la masse de Jupiter ne soient affectées par une influence de cette nature. »

Dans le paragraphe suivant, M. Gylden montre en effet « que les développements suivant les puissances ascendantes de la force perturbatrice, même si elle est relativement petite, ne sont pas convergents dans toutes les circonstances ».

La conclusion de ces remarques générales est qu'il paraît utile de prendre comme point de départ pour les approximations une autre orbite que l'ellipse de Képler.

Comment choisir cette nouvelle orbite, à laquelle M. Gylden donne le nom d'orbite *intermédiaire* : c'est ce qu'il paraît difficile de faire sans tomber dans l'arbitraire. Quoi qu'il en soit, on comprend aisément qu'on puisse associer à un point de l'orbite intermédiaire de coordonnées r_0 , v_0 correspondant à une valeur t du temps, un point de l'orbite réelle : il suffit pour cela de prendre pour les coordonnées r et v de l'orbite réelle

$$r = r_0(1 + v), \quad v = v_0 + \chi;$$

d'après la terminologie proposée par M. Gylden, $r_0 v$ est appelé *évection* et χ *variation*. Rien n'empêche aussi de calculer les coordonnées intermédiaires r_0 et v_0 pour une valeur τ légèrement différente de la véritable époque t , les deux valeurs t et τ étant liées par une relation convenable. M. Gylden appelle alors τ *le temps réduit*.

Après ces généralités, vient le § I (p. 14 à 28 du premier fascicule) : *Établissement des équations différentielles du second ordre pour l'évection et la variation*. Leur déduction, un peu longue, a été simplifiée depuis par M. Backlund. (Voir l'article mentionné du *Copernicus*, t. II, ou le n° 2402 des *A. N.*; voir aussi *C. R.*, t. XCIII, p. 779.) On suppose que l'orbite intermédiaire est décrite sous l'action d'une force centrale $f(r)$, telle que $f'(r) = \frac{\mu_1}{r^2} F$, F ne dépendant que de r ; les équations différentielles connues (on suppose que le mouvement se fait dans le plan)

$$\begin{aligned} \frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{\mu_1 x}{r^2} &= \frac{\partial(\Omega)}{\partial x}, \\ \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{\mu_1 y}{r^2} &= \frac{\partial(\Omega)}{\partial y} \end{aligned}$$

donnent, en passant aux coordonnées polaires et faisant $\Omega = (\Omega) + f(r)$,

$$d \frac{\left(r^2 \frac{dv}{dt} \right)}{dt} = \frac{\partial \Omega}{\partial v}, \quad \frac{d^2 r}{dt^2} - r \left(\frac{dv}{dt} \right)^2 + \frac{\mu_1}{r^2} (1 + F) = \frac{\partial \Omega}{\partial r}.$$

M. Gylden introduit une nouvelle variable c définie par l'équation

$$\frac{d\sqrt{c}}{dt} = \frac{\partial\Omega}{\partial v} \quad \text{ou} \quad r^2 \frac{dv}{dt} = \sqrt{c}.$$

Dans le cas où l'on suppose $\Omega = 0$, il désigne r , v , F , c et t par r_0 , v_0 , F_0 , c_0 et τ ; r_0 , v_0 et τ sont alors le rayon vecteur intermédiaire, la longitude intermédiaire et le temps réduit; c_0 est la constante des aires dans l'orbite intermédiaire

$$r_0^2 \frac{dv_0}{d\tau} = \sqrt{c_0}.$$

L'hypothèse $\Omega = 0$ conduit à l'équation de l'orbite intermédiaire

$$\frac{d^2 r_0}{d\tau^2} - \frac{c_0}{r_0^3} + \frac{\mu_1}{r_0^2} + \frac{\mu_1}{r_0^3} F_0 = 0;$$

il reste à définir la relation entre le temps réduit τ et le temps vrai, M. Gylden pose à cet effet la condition

$$\frac{dv_0}{dt} = \frac{\sqrt{c_0}}{r^2},$$

d'où il résulte par comparaison avec $r_0^2 \frac{dv_0}{d\tau} = \sqrt{c_0}$,

$$\frac{d\tau}{dt} = \left(\frac{r_0}{r} \right)^2.$$

Cela posé, des calculs faciles conduisent aux deux équations différentielles pour χ et v ou $\rho = \frac{1}{r_0} - \frac{1}{r}$:

$$\frac{d^2 \chi}{dv_0^2} = \frac{r^2}{c_0} \frac{\partial \Omega}{\partial v},$$

$$\frac{d^2 \rho}{dv_0^2} + \rho = -\frac{\mu_1}{c_0} (F - F_0) + \frac{1}{r} \left[2 \frac{d\chi}{dv_0} + \left(\frac{d\chi}{dv_0} \right)^2 \right] + \frac{r^2}{c_0} \frac{\partial \Omega}{\partial r}.$$

Le § II (p. 28-46) traite de la *détermination de l'orbite intermédiaire* ou du choix de la fonction $F(r)$ laissée indéterminée dans le paragraphe précédent. M. Gylden y montre que, dans les deux hypothèses

$$\mu_1 F = -\mu_2 r^3 \quad \text{et} \quad \mu_1 F = \frac{3\mu_2}{r^2},$$

on peut intégrer rigoureusement l'équation de l'orbite intermédiaire à l'aide des fonctions elliptiques. Mais nous n'insisterons pas, d'autant plus que dans le développement ultérieur de la théorie la considération

Les deux paragraphes suivants : *Développement de la fonction perturbatrice, Recherches préparatoires pour l'orbite absolue* (p. 18-36 et 36-74) sont assez difficiles à suivre à cause de la multiplicité des notations, et surtout parce que l'auteur n'indique pas suffisamment le but des développements; aussi mettrons-nous à profit l'analyse de M. Backlund.

On n'est arrivé jusqu'ici qu'à des expressions assez sommaires des coordonnées intermédiaires

$$\rho_0 = x_0 + x_1 \cos[(1 - \sigma)\nu_0 - \varpi],$$

$$\frac{a}{r_0} = \frac{1 + e \cos[(1 - \sigma)\nu_0 - \varpi]}{1 - e^2};$$

x_0, x_1, a et $e, \dots$ sont des constantes.

Il s'agit maintenant d'établir les équations différentielles pour la recherche de l'orbite absolue. Comme pour l'orbite intermédiaire, on pose

$$\nu = \nu_0 + \chi.$$

Introduit-on cette expression dans l'équation

$$d \frac{r^2 \frac{d\nu}{dt}}{dt} = \frac{\partial(\Omega)}{\partial \nu},$$

et détermine-t-on ν_0 par la condition

$$d \frac{r^2 \frac{d\nu_0}{dt}}{dt} = \frac{c_0}{r^2} [Q_{0,0}],$$

où $[Q_{0,0}]$ désigne la somme de termes qu'on veut séparer de $\frac{r^2}{c_0} \frac{\partial(\Omega)}{\partial \nu}$, il vient

$$\frac{d \cdot r^2 \frac{d\chi}{dt}}{dt} = \frac{\partial(\Omega)}{\partial \nu} - \frac{c_0}{r^2} [Q_{0,0}];$$

$[Q_{0,0}]$ n'est plus ici une fonction de r seulement comme dans le cas de l'orbite intermédiaire, mais une fonction de r et de ρ aussi bien que de ν ; comme toutefois ρ sera finalement exprimé au moyen de ν , on peut regarder $[Q_{0,0}]$ comme fonction de ν seulement.

L'équation précédente peut s'écrire, à cause de $r^2 \frac{d\nu_0}{dt} = \sqrt{c_1}$,

$$\frac{\sqrt{c_1}}{r^2} \frac{d \sqrt{c_1} \frac{d\chi}{d\nu_0}}{d\nu_0} = \frac{\partial(\Omega)}{\partial \nu} - \frac{c_0}{r^2} [Q_{0,0}]$$

et, en développant,

$$\chi.) \quad \frac{d^2 \chi}{dv_0^2} + \frac{1}{2} \frac{d \log c_1}{dv_0} \frac{d\chi}{dv_0} = \frac{c_0}{c_1} \left\{ \frac{r^2}{c_0} \frac{\partial(\Omega)}{\partial v} - [Q_{0,0}] \right\}.$$

L'équation pour le rayon vecteur s'obtient en mettant $v_0 + \chi$ à la place de v dans l'équation bien connue

$$\frac{d^2 r}{dt^2} - r \left(\frac{dv}{dt} \right)^2 + \frac{\mu_1}{r^2} = \frac{\partial(\Omega)}{\partial r}.$$

A-t-on égard à la relation

$$r^2 \frac{dv_0}{dt} = \sqrt{c_1}, \quad \text{d'où} \quad \frac{dv_0}{dt} = \frac{\sqrt{c_1}}{r^2},$$

il vient

$$\frac{dr}{dt} = \frac{dr}{dv_0} \frac{dv_0}{dt} = -\sqrt{c_1} \frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dv_0},$$

$$\frac{d^2 r}{dt^2} = -\frac{\sqrt{c_1}}{r^2} \frac{d \cdot \sqrt{c_1} \frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dv_0}}{dv_0}.$$

En introduisant cette valeur dans l'équation différentielle précédente, et désignant par $\frac{r^2}{c_0} a \frac{\partial(\Omega)}{\partial r}$ par P, on trouve facilement

$$\frac{d^2 \left(\frac{a}{r}\right)}{dv_0^2} + \frac{1}{2} \frac{d \log c_1}{dv_0} \frac{d\left(\frac{a}{r}\right)}{dv_0} + \frac{a}{r} - \frac{\mu_1 a}{c_1} + \frac{a}{r} \left[2 \frac{d\chi}{dv_0} + \left(\frac{d\chi}{dv_0} \right)^2 \right] = -\frac{c_0}{c_1} P.$$

A la place de r , il est avantageux d'introduire ρ en posant

$$\frac{a}{r} = \frac{1+\rho}{\rho_0}, \quad \left(\rho_0 = \frac{c_0}{\mu_1 a} \right);$$

l'équation différentielle devient

$$(\rho) \quad \begin{cases} \frac{d^2 \rho}{dv_0^2} + \frac{1}{2} \frac{d \log c_1}{dv_0} \frac{d\rho}{dv_0} + \rho \\ = -\left(1 - \frac{c_0}{c_1}\right) - (1+\rho) \left[2 \frac{d\chi}{dv_0} + \left(\frac{d\chi}{dv_0} \right)^2 \right] - \rho_0 \frac{c_0}{c_1} P. \end{cases}$$

Les deux équations (χ) et (ρ) correspondent aux équations déjà mentionnées qui déterminent la variation et l'évection.

M. Gylden juge utile de décomposer ρ en deux parties en posant $\rho = \bar{\rho} + \bar{R}$. Ayant surtout en vue les termes élémentaires et évitant que

l'expression du rayon vecteur contienne des termes de la variation, il détermine $\bar{\rho}$ par l'équation

$$(\bar{\rho}) \quad \frac{d^2 \bar{\rho}}{d\nu_0^2} + \frac{1}{2} \frac{d \log c_1}{d\nu_0} \frac{d \bar{\rho}}{d\nu_0} + \bar{\rho} = - \left(1 - \frac{c_0}{c_1} \right) - p_0 \frac{c_0}{c_1} [P],$$

où [P] représente la somme des termes à considérer et, en plus, le terme constant dans le développement de $\left(\frac{d\chi}{d\nu_0} \right)^2$; nous n'aurons pas à parler de l'équation en $\bar{R}$.

Les articles 52 et suivants, où la méthode est appliquée à la recherche des termes principaux de $\bar{\rho}$, donnent une idée plus claire des procédés de M. Gylden.

Dans l'intégration de l'équation $(\bar{\rho})$, M. Gylden se contente de trouver les termes élémentaires ne dépassant pas, relativement aux excentricités, le quatrième ordre; la méthode des coefficients indéterminés est adoptée.

Il s'agit d'abord d'obtenir les termes utiles de la fonction perturbatrice. Comme l'expression de ρ' dans l'orbite absolue n'est pas connue, on se contentera de prendre (le terme constant n'ayant pas d'influence sur les termes élémentaires)

$$\rho' = \kappa' \cos[(1 - \sigma')\nu'_0 - \Gamma'];$$

$\rho' \cos \nu'$ et $\rho' \sin \nu'$, figurant dans la fonction perturbatrice, seront remplacés par

$$\frac{1}{2} \kappa' \cos(\sigma' \nu'_0 + \Gamma') \quad \text{et} \quad \frac{1}{2} \kappa' \sin(\sigma' \nu'_0 + \Gamma');$$

on néglige les termes en $\rho'^2 \cos 2\nu'$, $\rho'^2 \sin 2\nu'$,

μ étant le rapport $\frac{n'}{n}$ des moyens mouvements, on peut poser avec une approximation suffisante $\nu'_0 = \mu \nu_0 + \text{const.}$, et écrire pour les deux mêmes termes

$$\frac{1}{2} \kappa' \cos(\mu \sigma' \nu_0 + \Gamma') \quad \text{et} \quad \frac{1}{2} \kappa' \sin(\mu \sigma' \nu_0 + \Gamma').$$

On aura ensuite $(\Delta = \Pi - \Pi')$

$$\begin{aligned} \rho' \cos \Pi &= \frac{1}{2} \kappa' \cos^2 \frac{1}{2} J \cos(\nu_0 - \mu \sigma' \nu_0 + \Delta - \Gamma'), \\ \rho' \frac{\partial \cos \Pi}{\partial \nu_0} &= \frac{1}{2} \kappa' \cos^2 \frac{1}{2} J \sin(\nu_0 - \mu \sigma' \nu_0 + \Delta - \Gamma'), \end{aligned}$$

les expressions suivantes des dérivées de la fonction perturbatrice :

$$\frac{\partial}{\partial r} \frac{\partial \Omega}{\partial r} = \sum \mathfrak{A}_{s,1}^{(0)} \bar{\rho}^s + \frac{1}{2} x' \cos^2 \frac{1}{2} J \cos(\nu_0 - \mu \sigma' \nu_0 + \Delta - \Gamma') \sum \mathfrak{A}_{s,1}^{(1)} \bar{\rho}^s,$$

$$\frac{\partial}{\partial v} \frac{\partial \Omega}{\partial v} = -\frac{1}{2} x' \cos^2 \frac{1}{2} J \sin(\nu_0 - \mu \sigma' \nu_0 + \Delta - \Gamma') \sum \mathfrak{A}_{s,1}^{(1)} \bar{\rho}^s,$$

ans P $\bar{\rho}$ tient la place de ρ .

et-on dans Q l'expression de ρ_0

$$\rho_0 = x_0 + x_1 \cos[(1 - \sigma)\nu_0 - \Gamma],$$

et-on

$$\nu_0 = (1 - \sigma)\nu_0 - \Gamma,$$

$$\nu_1 = (\sigma - \mu\sigma')\nu_0 + \Delta + \Gamma - \Gamma',$$

endra pour l'expression adoptée de $[Q_{0,0}]$

$$[Q_{0,0}] = -a_2 \sin(\nu_0 + \nu_1) + a_3 \sin \nu_1,$$

et a_3 ayant des valeurs faciles à trouver. De l'équation

$$\sqrt{c_1} d\sqrt{c_1} = c_0 [Q_{0,0}] d\nu_0,$$

mentionnée, on déduit

$$\frac{c_1}{c_0} = 1 + a_2 \cos(\nu_0 + \nu_1) - a_3 \cos \nu_1.$$

fait, d'après la forme que l'expression précédente de P prend qu'on y met à la place de $\bar{\rho}$ la valeur intermédiaire, M. Gylden ne que les termes les plus sensibles dans l'expression de $\bar{\rho}$ contiennent les arguments ν_0 , $\nu_0 + \nu_1$ et ν_1 ; il pose ainsi

$$\bar{\rho} = x_0 + x_1 \cos \nu_0 + x_2 \cos(\nu_0 + \nu_1) + x_3 \cos \nu_1 + \dots$$

Il a lieu ensuite de former les puissances de $\bar{\rho}$ qui figurent dans P. Gylden observe que, si l'on considère x_1 et x_2 comme des quantités du premier ordre, x_3 sera une quantité de deuxième ordre et x_0 du quatrième ordre; il trouve finalement pour les termes à mettre à la place P] dans l'équation ($\bar{\rho}$), une expression telle que

$$[P_{0,0}] = b_0 + b_1 \cos \nu_0 + b_2 \cos(\nu_0 + \nu_1) + b_3 \cos \nu_1 + \dots$$

Il est prêt alors : la valeur de $\bar{\rho}$ étant substituée dans l'équation, on a à zéro les coefficients des divers cosinus et l'on détermine les coefficients indéterminés.

On conçoit comment les approximations se poursuivent. Nous n'insis-

tons pas, et nous laissons aussi de côté les formules relatives au temps réduit.

M. Harzer s'est proposé de déterminer pour la planète $\textcircled{108}$ Hécube non seulement les termes élémentaires des deux formes

$$(A) \quad a \frac{\cos}{\sin}(\sigma v + A), \quad (B) \quad b \frac{\cos}{\sin}[(1 - \sigma)v - B],$$

où v est la longitude, σ une constante de l'ordre de la masse m' , a , b , A et B des constantes, mais encore les termes *semi-élémentaires*

$$(C) \quad \xi \frac{\cos}{\sin}(dv + \Xi), \quad (D) \quad \eta \frac{\cos}{\sin}[(1 - d)v + H],$$

où d est de l'ordre de $1 - \frac{2n'}{n}$ et qu'il est presque aussi important de considérer que les termes élémentaires à cause de la petitesse de d . ξ et η contiennent, il est vrai, le facteur m' , mais les petits diviseurs font que ces coefficients sont comparables à a et b ; $\xi \frac{\cos}{\sin} \Xi$ et $\eta \frac{\cos}{\sin} H$ désignent des fonctions à longue période.

Tout d'abord, M. Harzer transforme les équations différentielles en les rapportant comme Hansen à un système mobile de coordonnées; v désignant la longitude vraie dans l'orbite comptée à partir de l'axe variable des x , il vient

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2 r}{dt^2} - r \left(\frac{dv}{dt} \right)^2 + \frac{k^2 m_1}{r^2} &= k^2 m_1 \frac{\partial \Omega}{\partial r} \\ 2 \frac{dv}{dt} \frac{dr}{dt} + r \frac{d^2 v}{dt^2} &= k^2 m_1 \frac{\partial \Omega}{\partial v} \end{aligned} \right\} (m_1 = 1 + m).$$

On pose

$$r^2 \frac{\partial \Omega}{\partial r} = P, \quad \frac{r^2}{a(1 - \eta^2)} \frac{\partial \Omega}{\partial v} = Q,$$

où a est une constante, et η , quantité de l'ordre de l'excentricité, est supposée variable; les deux équations deviennent

$$\begin{aligned} \frac{d^2 r}{dt^2} - r \left(\frac{dv}{dt} \right)^2 &= \frac{k^2 m_1}{r^2} (P - 1), \\ \frac{d \left(r^2 \frac{dv}{dt} \right)}{dt} &= \frac{k^2 m_1}{r^2} a(1 - \eta^2) Q; \end{aligned}$$

la dernière équation peut à son tour être remplacée par

$$r^2 \frac{dv}{dt} = k \sqrt{am_1(1 - \eta^2)(1 + v)},$$

pourvu que v soit déterminé par l'équation

$$\frac{dv}{d\psi} = 2Q - (1+v) \frac{d \log(1-\tau_1^2)}{dv}.$$

Remplace-t-on t par la variable indépendante v dans les équations qui donnent le rayon vecteur et la coordonnée perpendiculaire au plan de l'orbite, il viendra les deux équations suivantes

$$\begin{aligned} \frac{d^2 \frac{a}{r}}{dv^2} + \frac{Q}{1+v} \frac{d \frac{a}{r}}{dv} + \frac{a}{r} &= \frac{1-P}{(1-\tau_1^2)(1+v)}, \\ \frac{d^2 \xi}{dv^2} + \frac{Q}{1+v} \frac{d \xi}{dv} + \xi &= \frac{\xi' - \xi \cos H}{1+v} R; \end{aligned}$$

$r\xi$ et $r'\xi'$ sont les coordonnées perpendiculaires aux plans des orbites troublée ou troublante; on a pour R

$$R = \frac{r^2}{a(1-\tau_1^2)} \frac{\partial \Omega}{\partial \cos H},$$

le sens des autres lettres étant le même qu'à l'ordinaire.

Les quatre équations différentielles précédentes ne sont pas encore celles qui serviront dans le cas spécial d'Hécuba. Avant de les transformer, l'auteur montre (p. 10 à 23) d'une manière générale comment les termes élémentaires doivent être séparés. Dans ce but, il pose

$$\frac{a}{r} = \frac{1+\rho_0}{1-\tau_1^2} + \xi$$

et

$$\frac{d^2 \rho_0}{dv^2} + (1-\sigma)\rho_0 = X;$$

d'où résulte, pour la détermination de ξ , une équation différentielle de la forme

$$\frac{d^2 \xi}{dv^2} + \xi = F.$$

Dans ces formules (p. 10), σ désigne une quantité du premier ordre par rapport à la masse m' , qui doit être tellement déterminée, que dans les membres de droite des équations précédentes n'entrent pas de termes de la forme $\text{const.} \times \rho_0$; X est déterminé d'autre part de manière que F ne contienne aucun terme avec les arguments

$$(1-\sigma')v - \Lambda', \quad (1-\sigma'')v - \Lambda'', \quad \dots$$

où $\sigma', \sigma'', \dots$ sont de l'ordre des masses des grosses planètes et Λ', Λ''

tons pas, et nous laissons aussi de côté les formules relatives au temps réduit.

M. Harzer s'est proposé de déterminer pour la planète $\textcircled{NM}$ Hécube non seulement les termes élémentaires des deux formes

$$(A) \quad a \frac{\cos}{\sin}(\sigma v + A), \quad (B) \quad b \frac{\cos}{\sin}[(1 - \sigma)v - B],$$

où v est la longitude, σ une constante de l'ordre de la masse m' , a , b , A et B des constantes, mais encore les termes *semi-élémentaires*

$$(C) \quad \xi \frac{\cos}{\sin}(dv + \Xi), \quad (D) \quad \eta \frac{\cos}{\sin}[(1 - d)v + H],$$

où d est de l'ordre de $1 - \frac{2n'}{n}$ et qu'il est presque aussi important de considérer que les termes élémentaires à cause de la petitesse de d . ξ et η contiennent, il est vrai, le facteur m' , mais les petits diviseurs font que ces coefficients sont comparables à a et b ; $\xi \frac{\cos}{\sin} \Xi$ et $\eta \frac{\cos}{\sin} H$ désignent des fonctions à longue période.

Tout d'abord, M. Harzer transforme les équations différentielles en les rapportant comme Hansen à un système mobile de coordonnées; v désignant la longitude vraie dans l'orbite comptée à partir de l'axe variable des x , il vient

$$\left. \begin{aligned} \frac{d^2 r}{dt^2} - r \left(\frac{dv}{dt} \right)^2 + \frac{k^2 m_1}{r^3} &= k^2 m_1 \frac{\partial \Omega}{\partial r} \\ 2 \frac{dv}{dt} \frac{dr}{dt} + r \frac{d^2 v}{dt^2} &= k^2 m_1 \frac{\partial \Omega}{\partial v} \end{aligned} \right\} (m_1 = 1 + m).$$

On pose

$$r^2 \frac{\partial \Omega}{\partial r} = P, \quad \frac{r^2}{a(1 - \eta^2)} \frac{\partial \Omega}{\partial v} = Q,$$

où a est une constante, et η , quantité de l'ordre de l'excentricité, est supposée variable; les deux équations deviennent

$$\begin{aligned} \frac{d^2 r}{dt^2} - r \left(\frac{dv}{dt} \right)^2 &= \frac{k^2 m_1}{r^2} (P - 1), \\ \frac{d \left(r^2 \frac{dv}{dt} \right)}{dt} &= \frac{k^2 m_1}{r^2} a(1 - \eta^2) Q; \end{aligned}$$

la dernière équation peut à son tour être remplacée par

$$r^2 \frac{dv}{dt} = k \sqrt{am_1(1 - \eta^2)(1 + v)},$$

pourvu que v soit déterminé par l'équation

$$\frac{dv}{dt} = 2Q - (1+v) - \frac{d \log(1-\tau_1^2)}{dv}.$$

Remplace-t-on t par la variable indépendante v dans les équations qui donnent le rayon vecteur et la coordonnée perpendiculaire au plan de l'orbite, il viendra les deux équations suivantes

$$\begin{aligned} \frac{d^2 \frac{a}{r}}{dv^2} + \frac{Q}{1+v} \frac{d \frac{a}{r}}{dv} + \frac{a}{r} &= \frac{1-P}{(1-\tau_1^2)(1+v)}, \\ \frac{d^2 \zeta}{dv^2} + \frac{Q}{1+v} \frac{d\zeta}{dv} + \zeta &= \frac{\zeta' - \zeta \cos \Pi}{1+v} R; \end{aligned}$$

$r\zeta$ et $r'\zeta'$ sont les coordonnées perpendiculaires aux plans des orbites troublée ou troublante; on a pour R

$$R = \frac{r^2}{a(1-\tau_1^2)} \frac{\partial \Omega}{\partial \cos \Pi},$$

le sens des autres lettres étant le même qu'à l'ordinaire.

Les quatre équations différentielles précédentes ne sont pas encore celles qui serviront dans le cas spécial d'Hécuba. Avant de les transformer, l'auteur montre (p. 10 à 23) d'une manière générale comment les termes élémentaires doivent être séparés. Dans ce but, il pose

$$\frac{a}{r} = \frac{1+\rho_0}{1-\tau_1^2} + \xi$$

et

$$\frac{d^2 \rho_0}{dv^2} + (1-\sigma)^2 \rho_0 = X;$$

d'où résulte, pour la détermination de ξ , une équation différentielle de la forme

$$\frac{d^2 \xi}{dv^2} + \xi = F.$$

Dans ces formules (p. 10), σ désigne une quantité du premier ordre par rapport à la masse m' , qui doit être tellement déterminée, que dans les membres de droite des équations précédentes n'entrent pas de termes de la forme $\text{const.} \times \rho_0$; X est déterminé d'autre part de manière que F ne contienne aucun terme avec les arguments

$$(1-\sigma')v - A', \quad (1-\sigma'')v - A'', \quad \dots$$

où $\sigma', \sigma'', \dots$ sont de l'ordre des masses des grosses planètes et $A', A'', \dots$

des constantes; X se trouve ainsi, comme il est démontré ensuite (p. 11 et suivantes), de la forme

$$X = -x' \cos[(1-\sigma')v - A'] - x'' \cos[(1-\sigma'')v - A''], \dots;$$

les coefficients x' , x'' , ... sont de l'ordre de m' .

Après l'intégration, l'équation en ρ_0 donne, x et Γ étant les constantes d'intégration,

$$\begin{aligned} \rho_0 = x \cos[(1-\sigma)v - \Gamma] + \frac{x'}{2(\sigma-\sigma')\left(1-\frac{\sigma+\sigma'}{2}\right)} \cos[(1-\sigma')v - A'] \\ + \frac{x''}{2(\sigma-\sigma'')\left(1-\frac{\sigma+\sigma''}{2}\right)} \cos[(1-\sigma'')v - A''] + \dots; \end{aligned}$$

les termes multipliés par x' , x'' sont devenus élémentaires à cause des diviseurs; on peut écrire

$$\rho_0 = \eta \cos[(1-\sigma)v - \varpi];$$

cela détermine les valeurs de $\eta \cos(\varpi - \Gamma)$ et $\eta \sin(\varpi - \Gamma)$, ainsi que de η^2 fonction élémentaire à longue période. Il y a lieu de remarquer que $\frac{d\eta^2}{dv}$ et $\frac{d^2\eta^2}{dv^2}$, ... sont respectivement du premier et du deuxième ordre relativement aux masses troublantes.

Les équations différentielles d'où M. Harzer préfère partir résultent de celles précédemment établies en faisant

$$\frac{a}{r} = \frac{1+\rho}{1-\tau_1^2} \frac{1}{\sqrt{1+\nu}}, \quad \zeta = \frac{\varphi}{\sqrt{1+\nu}};$$

on les trouve page 24 du Mémoire; nous n'en écrivons que les termes principaux :

$$\begin{aligned} \frac{dv}{dv} &= 2Q + \frac{\frac{d\tau_1^2}{dv}}{1-\tau_1^2} (1+\nu), \\ \frac{d^2\rho}{dv^2} + \rho &= \frac{1-P}{(1+\nu)^{\frac{3}{2}}} - 1 - \frac{3}{2} \frac{d\rho}{dv} \frac{\frac{d\tau_1^2}{dv}}{1-\tau_1^2} + \frac{1+\rho}{4} \frac{d}{dv} \left(\frac{dv}{1+\nu} \right) + \dots \\ k \sqrt{\frac{m_1}{a^3}} \frac{dt}{dv} &= \frac{(1-\tau_1^2)^{\frac{3}{2}}}{(1+\rho)^2}, \\ \frac{d^2\varphi}{dv^2} + \varphi &= \frac{\zeta'}{(1+\nu)^{\frac{3}{2}}} R - \frac{\varphi}{1+\nu} \cos H. R + \frac{1}{2} \frac{\frac{d\tau_1^2}{dv}}{1-\tau_1^2} \frac{d\varphi}{dv} \\ &+ \frac{1}{4} \varphi \frac{d}{dv} \left(\frac{dv}{1+\nu} \right) + \dots \end{aligned}$$

On voit que M. Harzer laisse ici de côté la considération du temps réduit et de la variation.

Les pages 25 à 47 du Mémoire sont consacrées au développement de la fonction perturbatrice et à la substitution aux longitudes ν' de la variable indépendante ν ; cette substitution se fait au moyen de l'équation

$$k \sqrt{\frac{m_1}{a^3}} \frac{dt}{d\nu} = \frac{(1 - \tau_1^2)^{\frac{3}{2}}}{(1 + \rho)^2}.$$

Reproduisons ici un passage du Résumé publié dans les *Annales de l'observatoire de Stockholm*. Pour représenter ν' en fonction de ν , on détermine une constante α de l'ordre de la masse troublante, de manière que

$$1 - (1 + \alpha) \frac{(1 - \tau_1^2)^{\frac{3}{2}}}{(1 + \rho)^2}$$

ne renferme pas de terme constant. On peut facilement indiquer la valeur de α . Soit Δx la constante prise en signe contraire dans un développement x , de sorte que $x + \Delta x$ ne contienne pas de terme constant; on aura

$$\alpha = \frac{-2\Delta\rho + 3\Delta\left(\rho^2 - \frac{\tau_1^2}{2}\right) - \dots}{1 + 2\Delta\rho - 3\Delta\left(\rho^2 - \frac{\tau_1^2}{2}\right) + \dots}.$$

En prenant pour le moyen mouvement de la planète troublée

$$n = k \sqrt{\frac{m_1}{a^3}} (1 + \alpha),$$

et en posant généralement

$$(1 + \alpha)(x + \Delta x) = [x],$$

il suit de l'équation qui donne $\frac{dt}{d\nu}$

$$n \frac{dt}{d\nu} = 1 - 2[\rho] + 3\left[\rho^2 - \frac{\tau_1^2}{2}\right] \dots$$

Le second membre de cette équation ne contient point de termes élémentaires de la forme (B). L'intégration de cette équation nous donne, en désignant par Λ la constante d'intégration,

$$nt + \Lambda = \nu - 2 \int [\rho] d\nu + 3 \int \left[\rho^2 - \frac{\tau_1^2}{2}\right] d\nu \dots$$

D'une manière analogue, on obtient pour la planète troublante

$$n't + \Lambda' = v' - 2 \int [\rho'] dv' + 3 \int \left[\rho'^2 - \frac{\gamma'^2}{2} \right] dv' \dots$$

Si l'on se borne aux termes élémentaires de ρ' , on peut prendre

$$\rho' = \gamma' \cos[(1 - \sigma')v' - \varpi'],$$

les expressions $\gamma' \frac{\cos}{\sin} \varpi'$ étant des séries trigonométriques d'arguments de la forme $\sigma'v' + A'$; on peut aussi substituer ρ' à $[\rho']$ (le terme constant négligé étant du quatrième ordre par rapport à l'excentricité), d'où résulte

$$\begin{aligned} \int [\rho'] dv' &= \frac{\gamma'}{1 - \sigma'} \sin[(1 - \sigma')v' - \varpi'] \\ &+ \frac{1}{1 - \sigma'} \int \cos(1 - \sigma')v' \frac{d\gamma' \sin \varpi'}{dv'} dv' \\ &+ \frac{1}{1 - \sigma'} \int \sin(1 - \sigma')v' \frac{d\gamma' \cos \varpi'}{dv'} dv'. \end{aligned}$$

Les deux derniers termes du second membre de cette équation étant des quantités de l'ordre du produit de l'excentricité de la planète troublante par la masse troublante, à cause des dérivées des termes à longue période, on pourra les négliger. De même il viendra

$$\int \left[\rho'^2 - \frac{\gamma'^2}{2} \right] dv' = \frac{\gamma'^2}{4(1 - \sigma')} \sin 2[(1 - \sigma')v' - \varpi'].$$

Substituant les valeurs des intégrales dans l'expression de $n't + \Lambda'$, éliminant t entre les deux équations qui donnent $nt + \Lambda$ et $n't + \Lambda'$, on arrive à

$$\begin{aligned} v' &= \mu v - \Delta - 2\mu \int [\rho] dv + 3\mu \int \left[\rho^2 - \frac{\gamma^2}{2} \right] dv \dots \\ &+ \frac{2}{1 - \sigma'} \gamma' \sin[(1 - \sigma')v' - \varpi'] - \frac{3\gamma'^2}{4(1 - \sigma')} \sin 2[(1 - \sigma')v' - \varpi'] \dots \end{aligned}$$

où $\mu = \frac{n'}{n}$, $\Delta = \mu\Lambda - \Lambda'$ (voir p. 43).

Il reste à tirer v' de l'équation précédente au moyen de la formule de Lagrange; c'est ce que fait M. Harzer, en ayant bien soin toutefois de garder dans les arguments la partie de

$$2\mu \int [\rho] dv - 3\mu \int \left[\rho^2 - \frac{\gamma^2}{2} \right] dv$$

qui renferme les termes à longue période et qu'il appelle R_2 , les termes

à courte période étant affectés de l'indice 1; les termes à courte période peuvent être développés suivant les puissances de l'excentricité; on obtient ainsi

$$\begin{aligned} v' = \mu v - \Delta - R_2 - 2\mu \int [\rho]_1 dv + 3\mu \int \left[\rho^2 - \frac{\eta^2}{2} \right]_1 dv \\ + \frac{2}{1-\sigma} \eta'_1 \sin[(1-\sigma')\mu v - (1-\sigma')\Delta - (1-\sigma')R_2 - \eta'] + \dots, \end{aligned}$$

et on peut en déduire les développements de $\frac{\cos}{\sin} p v'$. La raison qui fait garder les termes à longue période dans les arguments est qu'ils influent sur les moyens mouvements des arguments et par suite sur des diviseurs; comme ici il y aura de petits diviseurs, il faut faire la plus grande attention aux arguments.

Avec le second Chapitre (p. 47-115), on entre dans les détails de la solution du problème. On met l'équation pour ρ sous la forme

$$\frac{d^2 \rho}{dv^2} + (1-\sigma)^2 \rho = W,$$

en déterminant la constante σ de manière que W ne renferme aucun terme de la forme $\text{const.} \times \rho$; l'intégrale complète de cette équation est x, Γ désignant des constantes d'intégration,

$$\begin{aligned} \rho = x \cos[(1-\sigma)v - \Gamma] - \frac{1}{1-\sigma} \cos[(1-\sigma)v] \int W \sin[(1-\sigma)v] dv \\ + \frac{1}{1-\sigma} \sin[(1-\sigma)v] \int W \cos[(1-\sigma)v] dv. \end{aligned}$$

M. Harzer commence par chercher la partie principale de ρ dont l'argument a la forme (D). Si l'on pose

$$1 - 2\mu = \delta, \quad \psi = \frac{\delta + \sigma}{2} v + \Delta + \frac{\Gamma}{2} + R_2,$$

la partie de W dont dépend le terme cherché sera de la forme

$$\gamma_0 \cos[(1-\sigma)v + 2\psi - \Gamma].$$

Avant de substituer cette partie de W , il faut remarquer que $\frac{\cos}{\sin} 2\psi$, étant finalement représenté par des séries trigonométriques renfermant des termes (A) et des termes constants de l'ordre de la masse troublante, mais affectés de diviseurs très petits, la partie considérée de W contiendra d'une part des termes de la forme $\text{const.} \times \rho$, desquels il faudra tenir compte dans le calcul de σ , d'autre part des termes qui donnent

lieu à des termes élémentaires dans ρ ; on écrit donc (l'indice , indique des termes à courte période)

$$\rho_1 = -\frac{\gamma_0}{2(1-\sigma)} \cos[(1-\sigma)\nu - \Gamma] \int \overline{\sin 2\psi} d\nu \\ - \frac{\gamma_0}{2(1-\sigma)} \sin[(1-\sigma)\nu - \Gamma] \int \overline{\cos 2\psi} d\nu,$$

les traits sur $\cos 2\psi$ et $\sin 2\psi$ rappelant qu'il ne faut pas prendre dans les développements les termes constants ni ceux de la forme (A); ajoute-t-on à l'expression précédente $\eta \cos[(1-\sigma)\nu - \varpi]$, on aura l'expression des termes à courte période de ρ et d'arguments (B) et (D).

Quant aux termes à longue période et d'arguments (A) et (C), M. Harzer obtient (art. 13 et 14), en partant de la relation

$$\frac{d\rho}{d\nu} = \frac{1}{(1-\sigma)^2} \left(\frac{dW}{d\nu} - \frac{d^2\rho}{d\nu^2} \right),$$

une relation telle que

$$\frac{d\rho_2}{d\nu} = -(\gamma_1 + Z)\eta\eta' \sin[\varpi' - \varpi - (\sigma - \mu\sigma')\nu] - \frac{3}{4} \frac{d\gamma_1^2}{d\nu} \\ - \gamma_2\eta \sin(2\psi + \varpi - \Gamma) - \gamma_2\eta' \sin[2\psi - (\sigma - \mu\sigma') + \varpi' - \Gamma];$$

$\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \dots$ sont des constantes de l'ordre de la masse troublante et Z se compose d'une série de termes de la forme (A). Dans les cas où il n'y a pas de commensurabilité approchée, Z est du deuxième ordre; mais il devient comparable à γ_1 quand les moyens mouvements s'approchent d'être commensurables. La formule ne cesse pas d'ailleurs de subsister quand la commensurabilité est rigoureuse.

Les expressions de ρ_1 et de $\frac{d\rho_2}{d\nu}$ ne peuvent pas être davantage réduites sans qu'on connaisse les valeurs de $\cos 2\psi, \sin 2\psi$ et des autres quantités qui y figurent. Il faut en venir à déterminer ψ (ou R_2), ce qui constitue la partie la plus difficile du travail.

On trouve (art. 15) pour l'équation en ψ

$$\frac{d^2\psi}{d\nu^2} + \beta \sin(2\psi + 2\theta) = X;$$

$\beta \begin{smallmatrix} \cos \\ \sin \end{smallmatrix} 2\theta$ sont des séries trigonométriques à longue période de la forme (A) et de l'ordre de la masse troublante; la partie principale de X est le produit par 2μ de la première ligne de l'expression de $\frac{d\rho_2}{d\nu}$.

La méthode pour trouver ψ est simple en principe: on intègre l'équation sans second membre, ce qui se fait au moyen des fonctions ellip-

tiques, et on fait varier les deux constantes introduites par l'intégration: mais cette dernière opération nécessite bien des calculs accessoires: il faut en effet avoir les expressions de

$$\eta' \frac{\cos}{\sin}(\varpi' - \Gamma'), \quad \eta \frac{\cos}{\sin}(\varpi - \Gamma), \quad \beta \frac{\cos}{\sin} 2\theta,$$

du module réduit k_1 , de la série trigonométrique $Z \dots$ M. Harzer prend le parti d'employer la méthode des coefficients indéterminés: les coefficients des différentes séries sont exprimés au moyen des coefficients de la série qui représente k_1 , et en mettant dans l'équation du module réduit (p. 77) les valeurs supposées pour les quantités qui y entrent, on exprime que l'équation devient une identité; les équations de condition sont données à la page 84; on les résout par des approximations successives.

Dans les développements précédents, on a supposé connus les développements de $\eta \cos(\varpi - \Gamma)$ et $\eta \sin(\varpi - \Gamma)$; l'objet de l'art. 19 est de donner leurs expressions ou plutôt celle des termes élémentaires de ρ de la forme (B); il faut tenir compte des différentes planètes et avoir égard à la circonstance d'une commensurabilité très approchée. L'art. 20 renferme diverses considérations sur la convergence des séries employées et tend à montrer que tout au moins la méthode employée permet de représenter les perturbations pendant un temps beaucoup plus long que les méthodes ordinaires; c'est ici le cas de rappeler l'avis de Le Verrier. « L'inexactitude des arguments est la cause principale qui empêche que les formules ne puissent recevoir une acception indéfinie ». (*Annales de l'Observatoire de Paris, Mémoires*, t. II, p. 166.)

Dans l'article 21, on arrive aux expressions finales pour ρ_1 , ρ_2 et $\rho = \rho_1 + \rho_2$ ainsi que pour $nt + A$. Dans l'article 22, il s'agit de la détermination de φ et de la latitude. Les deux derniers articles du Chapitre II traitent de la détermination des constantes d'intégration et de la détermination des éléments elliptiques osculateurs.

Le Chapitre III contient l'application des recherches théoriques à (108) Hécube, qui présente le type d'une classe de petites planètes pour lesquelles le moyen mouvement est à peu près double de celui de Jupiter.

M. Harzer, pour affaiblir l'influence des petits termes négligés, a déterminé les constantes d'intégration au moyen de quatre systèmes d'éléments elliptiques osculateurs. Les résultats définitifs du calcul se trouvent pages 151-152. Il est intéressant d'inspecter le Tableau des pages 154-155 où l'on voit quelles grandes variations peuvent subir les éléments elliptiques osculateurs; le moyen mouvement, par exemple, peut varier entre 609° et 619° . Ces variations des éléments se trouvent d'ailleurs représentées sur un dessin qui termine l'important Mémoire de M. Harzer, dans lequel on reconnaît l'effort d'un vigoureux esprit.

Il est bon de rappeler que M. Tisserand dans sa note *Sur un cas remarquable du problème des perturbations* (*Bulletin III*, p. 425) a expliqué d'une manière fort simple la grande influence d'une commensurabilité approchée des moyens mouvements telle que $\frac{n'}{n} = \frac{j}{j+1}$, j étant un entier; le cas d'Hécube correspond à $j = 1$.

Dans son Mémoire publié à Stockholm ⁽¹⁾, M. Brendel, en recherchant l'orbite absolue de la planète 46 Hestia, n'a considéré que les termes qui sont au plus du second degré par rapport aux excentricités et à l'inclinaison. Quant aux termes du troisième degré, réservés pour un Mémoire ultérieur, il s'est borné à indiquer les résultats.

L'auteur s'est attaché à traiter le problème d'un point de vue tout à fait pratique; il a voulu donner une application de la théorie de M. Gylden aux petites planètes et spécialement à celles qui sont du même type qu'Hestia, pour laquelle le rapport des moyens mouvements $\frac{n'}{n}$ approche de $\frac{1}{3}$.

Après avoir établi dans le § I trois équations différentielles fondamentales peu différentes de celles de M. Harzer, le changement se borne à remplacer la quantité v de M. Harzer par une autre, S , telle que

$$\sqrt{1+v} = \frac{1}{1+S},$$

l'auteur entre dans des explications sur la terminologie adoptée par M. Gylden. On a déjà vu la définition des termes élémentaires : ils ne s'annulent pas quand les masses troublantes sont nulles. Par *termes caractéristiques* ⁽²⁾, M. Gylden entend en outre ceux considérés par M. Harzer

$$\xi \frac{\cos}{\sin}(dv + \Xi), \quad \tau \frac{\cos}{\sin}[(1-d)v + H],$$

d étant un petit diviseur de l'ordre de $1 - \frac{2n'}{n}$ dans le cas d'Hécube, et de l'ordre de $1 - \frac{3n'}{n}$ dans celui d'Hestia.

Dans les § III, IV et V, il s'agit de la transformation du rayon vecteur, de l'introduction du temps réduit, du développement de la fonction perturbatrice et de la substitution de l'argument v à v' .

⁽¹⁾ Nous devons à l'obligeance de M. Brendel un résumé de ce travail.

⁽²⁾ M. Gylden a fait une étude spéciale des termes caractéristiques dans un Mémoire inséré aux *Acta mathematica*, t. IX.

Le rayon vecteur ayant pour expression

$$r = \frac{a(1 - \gamma^2)}{1 + \rho} = \frac{a(1 - \gamma^2)}{1 + (\rho) + R}, \quad (a \text{ const.}),$$

M. Gylden réunit dans la partie (ρ) tous les termes élémentaires de la forme $\frac{\cos}{\sin}[(1 - \sigma)\nu + A]$, tandis que les termes caractéristiques de cette forme sont réunis avec tous les autres termes dans R.

M. Gylden définit maintenant le rayon vecteur absolu d'après la relation

$$(r) = \frac{a(1 - \gamma^2)}{1 + (\rho)};$$

il pose la longitude dans l'orbite absolue égale à la longitude vraie, de sorte que $(\nu) = \nu$; d'autre part, le temps avec lequel il calcule ν n'est pas le vrai temps t ; M. Gylden introduit en effet le temps réduit ζ au moyen de la relation

$$\sqrt{\frac{m_1}{a^3}} \frac{d\zeta}{d\nu} = \frac{(1 - \gamma^2)^{\frac{3}{2}}}{[1 + (\rho)]^2},$$

analogue à l'une des trois formules fondamentales

$$\sqrt{\frac{m_1}{a^3}} \frac{dt}{d\nu} = \frac{(1 - \gamma^2)^{\frac{3}{2}}}{(1 + \rho)^2} (1 + S);$$

$\sqrt{\frac{m_1}{a^3}}$ est le moyen mouvement que l'on désigne par n . La différence entre le temps vrai et le temps réduit $t - \zeta$ s'appelle *réduction du temps*. Cette fonction contient toutefois des termes élémentaires et ceux-ci sont de la forme $\frac{\cos}{\sin}(\sigma\nu + A)$; de là résulte que le temps réduit ζ ne peut être pris comme temps correspondant aux coordonnées absolues, puisque dans ce cas, contre l'hypothèse, la différence entre les coordonnées vraies et les coordonnées absolues contiendrait des termes élémentaires. Pour cela, M. Gylden partage la réduction du temps en deux parties T et T₁ dont la dernière renferme tous les termes élémentaires; si l'on désigne par (t) le temps qui correspond aux coordonnées absolues (r) et (ν) , il vient (p. 9)

$$(t) = t - T_1.$$

Les pages 10 à 14 contiennent les développements des composantes de la force perturbatrice exprimées avec l'argument ν , conformément aux

indications données par M. Gylden dans ses conférences de 1887-1888; il entre aussi outre l'argument ν la quantité U ⁽¹⁾

$$U = \mu n(T + T_1) - n'(T' + T'_1),$$

$T' + T'_1$ désignant la réduction du temps pour la planète troublante; on peut laisser de côté ce dernier terme et prendre

$$U = \mu x(T + T_1).$$

La question est maintenant d'intégrer les trois équations différentielles simultanées donnant le rayon vecteur, la quantité S et la quantité $T + T_1$, U ou W (p. 15) dont la recherche est substituée à celle de t . C'est l'objet des § 6-13. Pour cela, M. Brendel commence par rechercher les arguments des termes élémentaires et caractéristiques des différents degrés (le mot degré s'applique aux excentricités et celui d'ordre aux masses). Ainsi, en posant

$$w = (1 - \mu)\nu - B - U, \quad v = (1 - \sigma)\nu - w, \quad v' = (1 - \mu\sigma')\nu - w',$$

M. Brendel commence par chercher les termes suivants de (ρ) et (R)

$$(\rho) \quad \alpha_1 \eta \cos v + \alpha_2 \eta' \cos v',$$

$$(R) \quad \beta_1 \eta \cos(3w - v) + \beta_2 \eta' \cos(3w - v'),$$

dont se déduisent les parties correspondantes de S et W ; dans les calculs, les fonctions à longue période η , η' , w , w' et U sont regardées comme des constantes. En portant dans l'équation différentielle du rayon vecteur les divers développements qui y figurent, on obtient sans peine (§ 8) les valeurs des coefficients à déterminer. Dans les § 9-13, on continue les calculs pour tenir compte des termes du deuxième degré.

M. Brendel observe, comme l'avait fait M. Harzer, qu'il existe des termes qui, bien que du deuxième ordre, atteignent néanmoins des valeurs considérables dans le cas d'une commensurabilité approchée des moyens mouvements. La théorie de M. Gylden a pour objet d'ordonner les approximations et les termes d'après les valeurs qu'ils ont effectivement dans les intégrales.

Le § 13 contient l'application numérique des formules précédentes à la planète $\textcircled{46}$. M. Brendel a eu la bonne idée d'indiquer dans le cours du travail, par des chiffres romains, les formules utilisées pour les calculs numériques.

Le § 14 contient l'ensemble des résultats : d'abord les valeurs des

⁽¹⁾ Cette quantité U correspond à la fonction à longue période R_2 du Mémoire de M. Harzer.

coordonnées absolues et des perturbations résultant des recherches précédentes, ensuite les valeurs plus complètes auxquelles on arrive en tenant compte des termes du troisième degré.

Dans le § 13 et dernier, on explique la détermination des constantes absolues de l'orbite. Une Note résumant les deux § 14 et 15 a été publiée par l'auteur dans les *Comptes rendus* (t. CVIII, p. 49).

La détermination de W ou de la réduction du temps par des approximations successives a donné lieu à des remarques de M. K.-G. Olsson; nous en parlerons plus loin à propos de différentes recherches théoriques auxquelles ont donné lieu les méthodes de M. Gylden.

M. Brendel a complété son Mémoire publié à Stockholm par le calcul des perturbations de la latitude d'Hestia suivant les méthodes de MM. Gylden et Harzer. Ce calcul forme le sujet de sa *Dissertation inaugurale*. Comme il existe la plus grande analogie entre la détermination de la latitude

$$\beta = (\beta) + \beta$$

et celle de $\rho = (\rho) + R$, dont il vient d'être parlé, nous n'en parlerons pas pour abréger un peu. Comme le premier Mémoire, celui-ci se recommande par sa clarté et sa concision.

Le travail de M. Max Wolf se distingue des travaux dont il vient d'être parlé en ce qu'il présente une tentative pour effectuer l'intégration par un procédé plus méthodique que celui des coefficients indéterminés. Il s'agit, eu égard aux simplifications adoptées par l'auteur, d'intégrer les deux équations

$$\frac{d^2(\rho)}{dv^2} + (\rho) = -\frac{3}{2} \frac{1}{1-\tau^2} \frac{d\tau^2}{dv} \frac{d(\rho)}{dv} - P + 2S,$$

$$-\frac{dS}{dv} = Q;$$

la signification des lettres est la même que dans les pages précédentes; on se borne aux termes principaux des composantes P et Q de la force perturbatrice.

En faisant usage d'une série de Tables dues à M. Masal, lesquelles ont été spécialement construites pour faciliter le développement de la fonction perturbatrice et l'application des nouvelles méthodes, et utilisant les formules publiées par M. Gylden dans les *Suppléments aux Comptes rendus de l'Académie de Stockholm*, 1888, n° 6, l'auteur exprime P et Q en fonction de

$$\tau, \quad \frac{d\tau}{dv}, \quad \tau'^2, \quad \tau''^2, \quad \dots, \quad \tau' \cos \chi', \quad \tau'^2 \cos 2\chi', \quad \dots,$$

v' désignant l'argument $(1 - \mu\sigma')v' - w'$; S résulte d'une intégration facile; par suite on obtient la quantité $-P + 2S$ qui figure dans la première des équations différentielles. L'auteur remplace ensuite dans les quantités telles que

$$\eta' \cos v' = \eta' \cos w' \cos(1 - \mu\sigma')v + \eta' \sin w' \sin(1 - \mu\sigma')v,$$

$\eta' \cos w'$ et $\eta' \sin w'$ par leurs valeurs tirées des théories des grandes planètes, et les longitudes v' de ces planètes par l'argument v .

L'équation différentielle du second ordre d'où doit résulter (ρ) est alors ramenée à l'intégration de neuf équations linéaires du deuxième ordre à coefficients constants avec ou sans seconds membres (p. 23-24).

Il entre toutefois dans ces coefficients une quantité K dépendant de la partie constante de η^2 , et pour l'obtenir d'une manière approchée (p. 27) l'auteur détermine, en première approximation, les valeurs des constantes absolues x_0 et A (voir p. 19).

Une remarque intéressante termine le travail de M. Max Wolf; il trouve que l'intégration de la première des neuf équations mentionnées fournit (ρ) avec une erreur relative moindre que 0,02.

Les travaux dont il vient d'être parlé ont tous eu pour objet la détermination d'une orbite absolue, dans des cas rendus difficiles par la commensurabilité approchée des moyens mouvements. Le but a été atteint, au point de vue du calcul numérique, par des procédés plus ou moins simples. Il s'agit maintenant d'examiner les fondements théoriques des orbites absolues, autant du moins que les travaux déjà publiés peuvent nous renseigner à cet égard.

Dans l'article des *Monthly Notices*, t. XLVII, M. Gyldeu concluait en disant (p. 243) : « La méthode qui vient d'être exposée pour calculer le rayon vecteur dans une orbite absolue ne paraît pas sans doute encore à l'abri de toute objection, mais du moins des difficultés peuvent être évitées, que les méthodes ordinaires (par exemple celles de Le Verrier) ne pourraient pas surmonter. » Dans le même article (p. 238), il prévoyait la possibilité de démontrer la convergence des termes de ρ ayant des arguments de la forme $(1 - \sigma)v + A$ et tels que

$$\rho = x \cos[(1 - \sigma)v - \Gamma] + x_1 \cos[(1 - \sigma_1)v - B_1] + x_2 \cos[(1 - \sigma_2)v - B_2] + \dots;$$

les σ sont comme on le sait comparables à la force perturbatrice ou du premier ordre.

Les recherches importantes de M. Backlund ont éclairci différents points de la théorie.

Dans sa première Communication à l'Académie des Sciences de Saint-

Petersbourg, M. Backlund étudie le système des équations différentielles

$$\frac{d^2 r^2}{dt^2} - \frac{2\mu}{r} = \frac{2\mu}{a} c - \frac{2\mu}{a} + 4\mu \int d\Omega + 2\mu r \frac{\partial \Omega}{\partial r},$$

$$r^2 \left(\frac{dv}{dt} \right)^2 + \left(\frac{dr}{dt} \right)^2 - \frac{2\mu}{r} = \frac{\mu c}{a} - \frac{\mu}{a} + 2\mu \int d\Omega,$$

qui correspondent au mouvement dans le plan et ne diffèrent pas du système considéré par Laplace (*Méc. cél.*, Livre II, chap. VI).

En posant

$$r^2 = a^2(1 + \rho), \quad \frac{\mu}{a^3} = n^2,$$

le système à intégrer devient

$$\frac{d^2 \rho}{dt^2} + n^2 \rho = \frac{3}{4} n^2 \rho^2 + \dots + 4 a n^2 \int d\Omega + 4 a n^2 (1 + \rho) \frac{\partial \Omega}{\partial \rho},$$

$$\frac{dv}{dt} = n(1 - \rho \dots) - \frac{1}{8} n^2 \left(\frac{d\rho}{dt} \right)^2 + \left(1 - \frac{\rho^2}{2} \right) \left(\frac{c}{2} + a \int d\Omega \right).$$

M. Backlund montre que dans le cas de ce système, où t est la variable indépendante, comme dans ceux étudiés par MM. Gylden et Harzer, qui ont pris la longitude vraie dans l'orbite pour variable indépendante, l'intégration s'effectue sans intervention de termes hyperélémentaires dans ρ et v . C'est un point important que Laplace n'a pas omis de considérer (voir § V, Livre VII, Chap. I de la *Méc. cél.*). Le second travail de M. Backlund a pour but d'établir l'expression des termes élémentaires du rayon vecteur. Au lieu de supposer connue la théorie de l'orbite troublante, il envisage plus généralement le problème des trois corps dans le plan. Les quantités ρ , ρ' sont alors données par un système de deux équations simultanées du 2^{ème} ordre que l'auteur intègre par la méthode d'approximations successives de M. Lindstedt; le résultat est que les termes ci-dessous de ρ

$$\begin{aligned} & - x \left\{ \cos[(n - \sigma)t + \Lambda - \Gamma] + \frac{x_1}{x} \cos[(n - \sigma')t + \Lambda - \Gamma_1] \right\} \\ & - x^2 \{ B_2 \cos[(n - \sigma_2)t + \Lambda - G_2] + B'_2 \cos[(n - \sigma'_2)t + \Lambda - G'_2] \} \\ & - x^3 \{ B_3 \cos[(n - \sigma_3)t + \Lambda - G_3] + B'_3 \cos[(n - \sigma'_3)t + \Lambda - G'_3] \} \\ & \dots \dots \dots \end{aligned}$$

et les termes analogues de ρ' ne contiennent comme petits diviseurs des coefficients B et B' que le produit de $(\sigma - \sigma')^2$ par un nombre entier.

M. Backlund a repris la question et complété ce résultat dans les n^{os} 2920-2921 des *Astr. Nachr.*, où il considère le problème des trois corps en général et ne se limite plus au cas du mouvement dans le plan; il parvient à apprécier l'influence maximum des petits diviseurs dans le

cas où le rapport $\frac{\sigma}{\sigma'}$ n'est pas commensurable. La conclusion est que sauf des cas d'exception [qui peuvent se présenter ⁽¹⁾], on peut regarder les termes ci-dessus de ρ , ρ' comme formant des séries convergentes. Dans l'intervalle, M. Gylden a annoncé qu'il avait réussi de son côté à établir la convergence des termes élémentaires (*Comptes rendus*, t. CVIII, p. 79 et 116), sans entrer toutefois dans les détails de la démonstration, qui paraît fondée sur d'autres principes que celle de M. Backlund.

On a vu dans les travaux de MM. Harzer et Brendel que la prise en considération des termes à petits diviseurs ou caractéristiques jouait un rôle important. Dans la recherche sur la convergence des séries, on les exclut. Pratiquement, si les diviseurs ne sont pas extrêmement petits, comme leur effet est condensé dans quelques termes, ces termes ne modifieront pas la nature de la série; on aura une représentation relativement simple du mouvement, laquelle sera valable pour un intervalle de temps considérable.

En toute rigueur, les séries sont divergentes. On pouvait le prévoir d'après les mémorables recherches de M. Poincaré sur le problème des trois Corps. M. K.-G. Olsson s'est attaché à établir directement la divergence des approximations successives dans le calcul de la réduction du temps. Elle tient à l'existence des petits diviseurs et se manifeste d'autant plus qu'ils sont plus petits, ainsi qu'il résulte du premier travail de M. Olsson. On a vu aussi leur rôle dans les travaux de M. Backlund.

Nous voudrions, pour finir, apprécier le caractère des recherches analysées ci-dessus. Il est toujours utile de rapprocher les nouveaux travaux des travaux antérieurs si l'on veut se rendre compte des progrès accomplis et des lacunes qui restent à combler; cette comparaison est surtout nécessaire pour une science comme la Mécanique céleste.

La nécessité de reviser les méthodes d'approximation de la Mécanique céleste et de changer leur point de départ en n'ordonnant plus suivant les puissances des masses troublantes s'est présentée à M. Gylden à la suite de l'étude des derniers travaux de Le Verrier (voir le *Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft*, 1878-1879); au lieu de pousser plus loin les approximations ordonnées suivant les puissances des masses dans la même voie que Laplace, Le Verrier et Hansen, M. Gylden s'est imposé comme condition de ne plus laisser sortir les arcs de cercle des sinus et cosinus dans les approximations successives. M. Gylden et, après lui, M. Lindstedt ont montré (*Bulletin* I, p. 302) qu'on

(¹) Voir la *Méc. cel.* de M. Tisserand, t. I, p. 127-128.

pouvait en effet construire des séries purement trigonométriques satisfaisant formellement aux équations différentielles; mais ces séries sont divergentes, et c'est seulement en prenant certains groupes de termes, comme dans les travaux de MM. Backlund et Gylden, qu'il pourrait y avoir convergence.

Quoi qu'il en soit, il est curieux d'observer que les travaux de M. Gylden et de ses élèves se rattachent étroitement aux travaux des géomètres qui se sont occupés les premiers de la théorie des planètes. Clairaut, Euler, d'Alembert et Lagrange ont naturellement utilisé pour les planètes les méthodes qui avaient servi pour la Lune ⁽¹⁾. Au jugement de Laplace ⁽²⁾, Lagrange dans les admirables Mémoires composés vers 1765 (théorie de Jupiter et de Saturne, satellites de Jupiter) « a envisagé sous son véritable point de vue la question des inégalités séculaires, et résolu le premier, par une analyse sublime, la difficulté que font naître les termes qui, provenant de la seconde approximation, sont du même ordre de grandeur que ceux qui résultent de la première, quoiqu'on les suppose d'un ordre inférieur ». C'est bien là l'objet des travaux de M. Gylden et de ses élèves.

Comment, après l'appréciation qu'on vient de voir, Laplace a-t-il été amené à adopter une autre méthode, sans doute inférieure au point de vue analytique? A cause de sa simplicité, mais surtout, semble-t-il, à cause de la différence profonde qui existe entre les planètes et les satellites; « les observations de ces astres... nous ont offert, par la promptitude de leurs révolutions, tous les grands changements que le temps ne développe qu'avec une extrême lenteur dans le système planétaire, dont celui des satellites est l'image ⁽³⁾ ». Il en résulte que des termes contenant des arcs de cercle, qui rendraient la théorie d'un satellite bientôt inexacte, ne deviennent sensibles qu'après un long intervalle de temps dans la théorie des planètes. « Je dois observer, dit Laplace (*Mémoires des Savants étrangers*, t. VII), que, quoique les formules auxquelles je parviens renferment des termes proportionnels au temps et au carré du temps, je ne prétends pas cependant que ces termes se rencontrent dans l'expression rigoureuse du mouvement des planètes; il peut arriver, en effet, qu'ils soient produits par le développement des sinus et cosinus de très petits angles en séries; mon objet ici n'est point d'entrer dans cette discussion, très intéressante du côté de l'analyse, mais qui devient inutile pour tout le temps pendant lequel l'Astronomie a été cultivée. »

(1) On peut consulter avec fruit l'*Essai historique sur le problème des trois Corps* de A. Gautier. Paris, 1817.

(2) *Mémoires de l'Académie des Sciences*, 1772, 2^e Partie, p. 268 et 317.

(3) *Mécanique céleste*, t. IV, Préface.

Plus tard, Le Verrier s'appropriera les paroles de Laplace (*Annales*, t. X, p. 100).

Après la publication du Mémoire de Lagrange *Sur les équations séculaires des nœuds et de l'inclinaison* (*Œuvres*, t. VI), Laplace se voit obligé, presque avec regret, paraît-il, de s'occuper de l'intégration des équations qui font connaître les inégalités séculaires de l'excentricité et du mouvement du périhélie. « J'ai déjà donné, dit-il ⁽¹⁾, les expressions différentielles des inégalités séculaires des planètes sous une forme aussi simple qu'on puisse le désirer; je m'étais proposé depuis longtemps de les intégrer; mais le peu d'utilité de ce calcul pour les besoins de l'Astronomie, joint aux difficultés qu'il présentait, m'avait fait abandonner cette idée, et j'avoue que je ne l'aurais pas reprise sans la lecture d'un excellent Mémoire que M. de la Grange vient d'envoyer à l'Académie. »

La méthode qui, depuis Laplace, avec certaines modifications dans la forme, est devenue la méthode ordinaire d'approximation, peut-elle bien, en effet, suffire à tous les besoins dans le cas des planètes? Cela est probable; on pourra avoir de nouveaux renseignements à cet égard lorsque la revision des théories des grosses planètes par M. Newcomb sera achevée. En tout état de cause, des *desiderata* subsistent, et les réflexions suivantes de Lagrange, qui datent de plus d'un siècle, sont encore à méditer (*Œuvres*, t. V, p. 417, 495-96) :

« Les variations périodiques des planètes ont déjà été calculées par plusieurs géomètres; mais leurs méthodes n'ont peut-être pas toute la précision nécessaire pour ne laisser aucun doute sur les résultats: car un défaut commun à toutes les méthodes est de donner dès la deuxième approximation une expression inexacte du rayon vecteur, en y introduisant des termes proportionnels au temps, qui ne doivent point s'y trouver sous cette forme; et, parmi les différents moyens qu'on a employés pour se débarrasser de ces sortes de termes et les faire servir à la détermination des variations séculaires, les uns sont ou trop compliqués et trop indirects, et les autres ne sont pas assez rigoureux.

» On peut donc encore désirer un Ouvrage où cette partie importante de l'Astronomie physique soit traitée avec autant de généralité que d'exactitude, et qui réunisse à une analyse directe et uniforme l'application numérique des formules algébriques.....

» Parmi les différentes espèces de variations périodiques que l'action

(1) *Mémoires de l'Académie des Sciences*, 1^{re} Partie, 1772 : *Sur les solutions particulières des équations différentielles et sur les inégalités séculaires des planètes*, § 13.

mutuelle des planètes peut produire dans leurs mouvements, celles qui se présentent les premières sont les variations qui dépendent uniquement de la distance des planètes entre elles, et qui auraient lieu également si les orbites des planètes étaient sans excentricité et sans inclinaison..... Nous passerons ensuite à la détermination des autres variations qui dépendent tout à la fois des distances des planètes et de leurs excentricités et inclinaisons..... »

Les travaux de M. Gylden et de ses élèves ont rendu le grand service d'appeler l'attention des astronomes sur les *desiderata* des méthodes habituelles, et aussi de provoquer de nouvelles recherches de la part des géomètres.

O. CALLANDREAU.

SOCIÉTÉ ASTRONOMIQUE DU PACIFIQUE.

VOLUME II.

Publication n° 6.

Kirkwood (D.). — Note sur les densités des planètes.

Keeler (J.-E.). — Sur un contrôle électrique nouveau et simple du mouvement d'horlogerie des équatoriaux (figures dans le texte).

Le mouvement d'horlogerie de l'équatorial de 0^m,90 de l'observatoire Lick a été construit par MM. Warner et Swasey. Les poids du régulateur pèsent chacun environ 27^{kg}; comme leur centre de figure ne coïncide pas avec leur centre de gravité, le mouvement peut être réglé en déplaçant ces poids sur leur axe. L'axe vertical du régulateur fait un tour en 1^s. L'un des axes du mouvement d'horlogerie a été transformé en chronographe, ce qui permet d'étudier le mouvement à l'aide d'une pendule astronomique.

Un secteur en fer doux d'un angle de 36° et d'un rayon de 0^m,4 est fixé à l'axe vertical du régulateur; il se meut dans un plan horizontal et vient passer, à chaque révolution de l'axe, très près des pôles d'un électro-aimant maintenu par un support d'acier légèrement élastique. A chaque battement de seconde, la pendule directrice envoie dans les fils de l'électro-aimant un courant d'une grande intensité; les relais du chronographe ferment le circuit. Le mouvement d'horlogerie étant réglé sur l'avance, le secteur gagnera continuellement sur le battement du chronographe jusqu'au moment où il vient en présence de l'électro-aimant

du contrôle; le frottement dû à l'attraction exercée par l'électro-aimant empêche alors toute nouvelle accélération de se produire, et le régulateur fait exactement un tour en 1^s tant que le contrôle continuera à fonctionner.

L'élasticité du support joue un rôle important. Lorsque le secteur se présente devant le contrôle à l'instant du passage du courant, les deux corps, grâce à l'élasticité du support, viennent effectivement en contact, développant ainsi un plus grand frottement; à tout autre moment le secteur n'éprouve aucune résistance à son passage devant le contrôle. Le courant est produit par une batterie de 18 éléments. Ce mode de contrôle rend le mouvement d'horlogerie sensiblement uniforme sans communiquer aucun choc à la lunette; l'étoile, bissectée par le fil micrométrique n'éprouve pas la moindre agitation au moment où le secteur vient en présence de l'électro-aimant.

Leuschner (A.-O.). — Détermination de la relation entre le temps de pose et l'intensité de l'image sur la couche sensible.

Des expériences faites à l'observatoire Lick avec des plaques photographiques-étalons conduisent à une relation beaucoup moins simple entre le temps de pose t et l'intensité I de l'image que celle admise jusqu'ici; ces expériences montrent que pour des plaques Seed marquant 26 au sensitomètre l'opacité de la couche sensible est peut-être proportionnelle à la durée de l'exposition jusqu'à 64^s ; mais il est probable que la proportionnelle entre t et I n'a plus lieu pour des poses supérieures à 8^s .

Rappelons que les plaques-étalons présentent à leurs bords de petits carrés d'intensités différentes obtenus en exposant ces régions à une lumière-étalon pendant 1^s , 2^s , 3^s , 4^s , 8^s , 16^s , 32^s , etc.

Holden (E.-S.). — Sur le cratère et la rainure d'Hyginus.

Une photographie lunaire prise le 14 août 1888 par M. Burnham, et agrandie récemment, montre la rainure d'Hyginus se poursuivant sur le fond même du cratère. Fait remarquable qu'on n'a pu constater jusqu'ici que très rarement et qui témoigne en faveur de l'excellence des photographies de M. Burnham.

Keeler (J.-E.). — Observations physiques de Jupiter en 1889.

Notes de l'observatoire Lick.

Barnard (E.-E.). — Occultations d'étoiles par la Lune.

Keeler (J.-E.). — Sur la qualité du grand réfracteur.

Grâce au réfracteur de 0^m,90, on a pu faire au mont Hamilton des observations difficiles et délicates d'objets célestes très variés. A l'intérieur de la nébuleuse annulaire de la Lyre, MM. Holden et Schaeberle ont pu apercevoir 6 étoiles en outre de l'étoile centrale seule connue jusqu'ici; dans la région nébuleuse ils ont découvert 5 étoiles nouvelles. M. Barnard a découvert une étoile double, extrêmement difficile à mesurer, en avant du Trapèze dans la nébuleuse d'Orion. Pendant l'opposition de 1888, les satellites de Mars ont pu être observés jusqu'au 18 juillet, époque à laquelle leur éclat n'était que 0,12 de celui qu'ils avaient en 1877, lors de leur découverte. M. Barnard, le premier, a remarqué les compagnons de la comète Brooks (6 juillet 1889) et il en a fait de nombreuses observations; M. Burnham a dédoublé des étoiles fort difficiles. Enfin l'étude qu'on a faite de la surface de Jupiter et la découverte, due à M. Keeler, d'une division extrêmement fine dans l'anneau de Saturne, au delà de la division d'Encke, permettent d'espérer du grand réfracteur de Lick des résultats tout à fait remarquables.

L'observatoire Lick se propose d'observer toutes les étoiles, au nombre de 127, de la *Connaissance des Temps* et des *Nautical almanacs* anglais et américain qui ne se trouvent pas dans le *Berliner Jahrbuch*. MM. Holden et Schaeberle ont préparé deux listes d'étoiles pour la détermination de la réfraction, la première comprenant 93 étoiles d'une distance zénithale inférieure à 42°; la seconde, 110 étoiles d'une distance zénithale supérieure à 40°. L'observatoire Lick se chargerait aussi volontiers de déterminer la position de toute étoile de comparaison dont les observateurs pourraient avoir besoin.

Publication n° 7.

Kreutz (H.). — Die astronomische Gesellschaft.

L'auteur retrace rapidement l'histoire de cette société et le but qu'elle se propose.

Leuschner (A.-O.). — Sur l'orbite de μ^2 Hercule (Σ 2220).

Kirkwood (D.). — Sur la ressemblance de certaines orbites dans la zone des astéroïdes.

Holden (E.-S.). — Discours du président sortant à la dernière réunion annuelle (mars 29, 1890) de la société du *Pacifique*.

M. Holden résume brièvement la statistique de la première année de

la Société qui, en mars, ne comptait pas moins de 192 membres. Grâce à la libéralité du colonel Crocker, une expédition scientifique a pu être envoyée dans l'Amérique du Sud, à l'effet d'observer l'éclipse totale du Soleil du 21 décembre. M. Donohoe a institué une médaille destinée à commémorer le souvenir des découvertes de comètes; le don généreux de M. Montgomery sera utilisé en majeure partie à l'agrandissement de la bibliothèque de la Société astronomique du Pacifique.

Laissant ensuite à son successeur le soin de parler des premiers travaux de la Société, M. Holden donne un aperçu fort intéressant de la vie intime à l'observatoire Lick. Des photolithographies faites d'après des négatifs de MM. Barnard et Burnham nous montrent le sommet du mont Hamilton pendant la saison d'hiver; une neige épaisse recouvre le sol, mesurant quelquefois plus de 3 mètres de profondeur. Une tourmente de neige a rendu le séjour au mont Hamilton particulièrement pénible pendant le mois de février. Les communications étaient interrompues entre l'observatoire et San José, les chemins étaient impraticables, les provisions fort limitées, le vent était si violent qu'on ne pouvait s'aventurer au dehors. Ce ne fut qu'à la fin du sixième jour que quelques hommes purent se rendre dans la vallée de Smith Creek, à 16^{km} de Lick, pour s'y procurer de la nourriture dont on avait un impérieux besoin.

Au point de vue scientifique surtout, l'isolement de l'observatoire est un fait fort regrettable; aussi le personnel a-t-il appris à compter sur ses propres ressources : il est à la fois cultivateur, ingénieur, constructeur, astronome. Dans les jardins fleurissent le réséda, la violette, le géranium, la rose. Le pin et le cyprès s'acclimatent très bien au mont Hamilton; peu à peu on y trouvera les arbres fruitiers. Il importe d'affermir par la végétation les pentes du plateau sur lequel repose l'observatoire qui, sans cette précaution, s'enfoncerait graduellement pendant les hivers rigoureux.

Schaeberle (J.-M.). — Théorie magnétique de la Couronne solaire (figures) (voir Bulletin, t. VII, p. 255).

Holden (E.-S.). — Photométrie de la Couronne de décembre 1889.

Notes de l'observatoire Lick.

Liste des tremblements de terre ressentis en Californie pendant 1889.

D. KLUMPKER.



TABLES

DES

MATIÈRES ET NOMS D'AUTEURS.

TOME VII; 1890.

RECUEILS PÉRIODIQUES DONT LES ARTICLES ONT ÉTÉ ANALYSÉS DANS CE VOLUME.

- American Journal of Science**, 1888-1889. — 36.
Annales du Bureau des Longitudes, t. IV. — 317.
Annales de l'Observatoire de Harvard College, t. XVII, 375; t. XVIII, 212.
» » de Nice, t. III. — 209.
The Astronomical Journal, n° 194-225. — 27, 319, 439.
Astronomische Nachrichten, n° 2940-3000. — 42, 135, 178, 216, 256, 329, 409, 443
Bulletin du Comité international photographique (5^e fascicule). — 392.
Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. CIX, CX, CXI. — 114, 233, 400.
Monthly Notices of the Royal astronomical Society, t. XLIX-L. — 119, 241, 359.
The Observatory, déc. 1889-août 1890. — 126, 367.
Publications de la Société astronomique du Pacifique, t. I et II. — 338, 497.
Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft, 24^e année. — 21, 112, 390.
- 

www.libtool.com.cn

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.		Pages.
<i>variation annuelle</i>	333	<i>Astronomie :</i>	
<i>Diurne</i>	221	— Traité pratique par Gélion	
<i>astinométrie</i>	116	Towne.....	433
<i>érolithes :</i>		— Traité d'Oppolzer (Détermina-	
Sur leur origine; l'hypothèse		tion des orbites, t. II); errata.	363
de Lagrange.....	453	<i>Attraction :</i>	
<i>gol. Voir Étoiles variables.</i>		— (Lois d') de Gauss, de Weber.	117
<i>amas d'étoiles</i>	431	— Lois électrodynamiques.....	234
Pleiades : comparaison des me-		— Sur l'expression de sa loi dans	
sures héliométriques et des		les systèmes stellaires.....	37
résultats photographiques...	28	<i>Aurores boréales :</i>	
Mesures des amas 1440 et 4460		— Relation avec les orages ma-	
G. C.....	22	gnétiques.....	116
Photographies d'amas.....	251	<i>Azimuts de Strasbourg</i>	184
<i>mas de nébuleuses</i>	447	<i>Bibliographie :</i>	
<i>analyse spectrale. Voir Spec-</i>		— Astronomie.....	133
<i>troscopie.</i>		— Géodésie.....	213
<i>impulsions d'étoiles et de la Lune.</i>	131	— Latitude (variations de la)....	419
<i>rcs de méridien :</i>		— Marées; leur influence sur le	
de Laponie.....	35	mouvement de la Terre....	419
du Pérou.....	35 et 39	— Météorologie.....	133
<i>rcs parhéliques</i>	233 et 238	— Pendule.....	214
<i>stéroïdes. Voir Planètes (petites).</i>		— Phénomènes géologiques; leur	
<i>tronomes :</i>		influence sur le mouvement	
Liste générale.....	434	de la Terre.....	419
<i>tronomie :</i>		— Rotation d'un corps de forme	
Ses progrès en 1886.....	214	variable.....	419
L'Astronomie à Toulouse.....	215	— Verticale (variations de la)...	449
L'Astronomie dans la Nouvelle-		<i>Bolides</i>	130 et 371
Galles du Sud.....	133 et 371	— Sur le calcul de leurs orbites.	224
Bibliographie astronomique...	133	— Orbites.....	432
Traité par Chambers.....	376	— Catalogue de bolides observés	
Traité par Chauvenet; errata..	323	à Bristol de 1877 à 1889....	124
Traité par Gore.....	133	<i>Cartes célestes pour tracer les tra-</i>	
Traité par R. Wolf.....	376	jectoires des météores.....	131
		<i>Carte photographique du ciel.</i>	
			394 et 395

	Pages.		Pages.
<i>Cartes.</i> Sur la distribution du travail.....	396	<i>Comètes :</i>	
<i>Catalogues d'étoiles :</i>		— Sur la probabilité de l'existence d'orbites hyperboliques.	219, 285 et 330
— Sur la nécessité d'un nouveau catalogue général d'étoiles..	140	— Groupes de comètes.....	379
— photographique.....	130	— Étude sur la théorie des comètes périodiques.....	402
— de circompolaires.....	212	— Capture des comètes périodiques.....	216 et 235
— de déclinaison.....	39	— Sur quelques comètes à courte période.....	216
— de Lacaille (<i>Cælum australe</i>); examen des erreurs. 323 et	439	— Queues cométaires....	129 et 131
— d'Argelander-Oeltzen, nouvelle édition.....	391	— Études sur les causes de leur formation.....	309
— de l' <i>Astronomische Gesellschaft</i>	384 et 390	— Formules exactes de la théorie des queues cométaires.....	232
— de De Ball.....	389	— Sur les masses des planètes déduites des mouvements cométaires.....	29
— de Birmingham (étoiles rouges), nouvelle édition par M. Espin.	376	— Occultations d'étoiles par des comètes.....	131
— de Harvard College (Annales, XVI), Rogers.....	29	<i>Comètes de 1840 à 1868.....</i>	129
— de Kam; rectifications et additions.....	45 et 223	<i>Comètes de 1888.....</i>	21
— de Kazan (zones).....	184	<i>Comètes de 1889.....</i>	47 et 430
— de Melbourne.....	178 et 363	<i>Comète de D'Arrest.....</i>	128
— Peters-Borst (affaire du catalogue).....	134	— Éphéméride.....	115 et 180
— de Piazzi; revue des noms vulgaires.....	38	— Elle est retrouvée.....	416
— de Rogers (<i>voir</i> catalogue de Harvard College).		<i>Comète de Brorsen.....</i>	178 et 217
— de Safford.....	430	— Éphéméride pour sa recherche.	44 et 141
— Ten Years Catalogue..	127 et 247	— Recherche infructueuse.....	330
— Comparaisons de catalogues.	363 et 409	<i>Comète de Denning (1881 V).</i>	128 et 218
— Remarques et errata pour divers catalogues.....	139 et 223	— Éléments et éphémérides pour le retour de 1890.....	45
<i>Cercles parhéliques.....</i>	233 et 238	<i>Comète Winnecke.</i>	
<i>Chaleur radiante :</i>		— Recherche sur son orbite. 22 et	472
— Sa loi.....	38	<i>Comète 1869 III-1880 IV Tempel-Swift.</i>	
<i>Circompolaires :</i>		— Ne peut être la comète de Blainpain 1819.....	91
— Ascensions droites absolues d'étoiles circompolaires.....	198	<i>Comète 1846 VIII.</i>	
<i>Cælum australe</i> de Lacaille, examen de ses erreurs..	323 et 439	— Orbite.....	330
<i>Comètes.....</i>	299	<i>Comète 1862 III.</i>	
— Hypothèse de Lagrange sur leur origine.....	453	— Éléments.....	134 et 301
— Sur le calcul de leurs orbites.	217	<i>Comète 1873 VII.</i>	
— Nomenclature.....	128	— Éphémérides hypothétiques.	412 et 441
		<i>Comète 1880 V.</i>	
		— Orbite.....	320

	Pages.		Pages.
<i>Comète 1882 II.</i>		<i>Comète 1890 III = 1890 b (Coggia,</i>	
— Sur ses noyaux, son aspect.	54, 116 et 217	juillet 18).....	408
<i>Comète 1884 III.</i>		— Découverte.....	332 et 404
— Sur son ancienne orbite.....	141	— Observations.....	356 et 379
<i>Comète 1885 II.</i>		— Éléments et éphémérides.....	335
— Orbite définitive.....	140	<i>Comète 1890 IV = 1890 e (Den-</i>	
<i>Comète 1886 II.</i>		ning, juillet 23).....	408
— Sur sa queue.....	136	— Découverte.....	334
<i>Comète 1886 IX.</i>		— Observations.....	378, 380 et 418
— Éléments.....	134	— Éléments et éphémérides.....	335, 445
— Orbite définitive.....	391	<i>Courants météoriques.....</i>	391
<i>Comète 1888 III.</i>		<i>Couronne solaire. Voir Soleil.</i>	
— Orbite définitive.....	123		
<i>Comète 1889 I.</i> 47, 118, 294, 412 et	442	<i>Crépuscule :</i>	
— Éléments et éphémérides.....	46	— Son observation pendant l'é-	
— Sur son orbite future.....	329	clipse totale de Soleil du	
<i>Comète 1889 a (Brooks, janv. 14).</i>	47	21 décembre 1889.....	175
<i>Comète 1889 II.....</i> 47, 412 et	442	<i>Dynamique (Sur quelques théo-</i>	
— Observations .. 14, 16, 106 et	304	rèmes fondamentaux de)....	331
— Éléments et éphémérides. 45 et	445	<i>Éclipses (Comité des).....</i>	248
<i>Comète 1889 III... ..</i>	47	<i>Éclipses de Lune :</i>	
<i>Comète 1889 IV.....</i> 47 et	118	— Sur le coefficient de dilatation	
— Observations.....	13	du cône d'ombre de la Terre	
— Éléments et éphémérides.....	181	dans les éclipses de Lune... ..	232
<i>Comète 1889 V.....</i> 47 et	339	— du 22 juillet 1888.....	37
— Sur ses compagnons. 31, 122,		<i>Éclipses de Soleil :</i>	
127, 137 et	447	— du 29 août 1886.....	176
— Observations... 106, 204, 229,		— du 19 août 1887.....	38
304, 328, 337 et	443	— du 1 ^{er} janvier 1889.....	175
— Éléments et éphémérides. 140,		— du 21-22 décembre 1889.. 114	
218, 328 et	331	118, 119, 128 et	359
— Action de Jupiter sur cette co-		— du 16-17 juin 1890.. 400, 402,	
mète en 1886; son identité avec		405, 408 et	446
la comète de Lexell de 1770. 33		<i>Éléments des orbites; sur une re-</i>	
<i>Comète 1889 VI.....</i> 48 et	118	présentation géométrique de	
— Observations.....	106 et 163	leurs variations.....	227
— Éléments et éphémérides.	44 et 340	<i>Éphémérides astronomiques :</i>	
<i>Comète 1890 I = 1889 g (Borrelly</i>		— Nautical Almanac.....	252
1889 déc. 12).....	48, 118 et 130	<i>Équation personnelle :</i>	
— Découverte.....	45	— Appareil pour la détermination	
— Observations.....	17, 106 et 162	de l'équation personnelle ab-	
— Éléments et éphémérides.....	144	solue.....	37
<i>Comète 1890 II = 1890 a (Brooks,</i>		— Équation personnelle dans les	
mars 19).....	408	observations de passages ...	391
— Découverte.....	182 et 255	— Sur l'équation décimale.....	413
— Observations .. 240, 294, 356,			
377 et	379		
— Éléments et éphémérides.....	182		

	Pages.		Pages.
Équatoriaux :		Étoiles circompolaires :	
— Moyen de rendre leur usage plus commode.....	361	— Catalogue.....	212
— Contrôle électrique de leur mouvement d'horlogerie.....	497	Étoiles de culmination lunaire..	318
Errata.....	523	Étoiles doubles.....	249
Erreurs personnelles. Voir Équation personnelle.		— Étoiles à compagnon.....	368
Erreurs probables :		— Sur une nouvelle classe d'étoiles doubles.....	248
— Sur leur calcul.....		— Coordonnées.....	212
Étoiles :		— Sur le calcul de leurs orbites.....	217 et 431
— Amas d'étoiles (voir <i>Amas</i>).		— Orbites. 43, 123, 138, 361, 447 et	499
— Nomenclature.....	371	— Étoiles doubles nouvelles. 39,	326 et 330
— Sur leurs couleurs.....	121	— Mesures. 31, 39, 120, 144, 213,	299, 330, 410 et 433
— Mouvements suivant le rayon visuel déduits d'observations spectroscopiques....	35, 46, 123, 126, 248 et 443	— Parallaxes.....	39, 44, 250 et 338
— Mouvements propres..	30, 39, 43, 121, 177, 223, 252, 332, 366 et 446	— ζ Cancer.....	108
— Tableau synoptique des mouvements propres supérieurs à 0",5.....	98	— ξ Scorpion.....	108
— Visibilité des étoiles pendant le jour.....	31	— α Vierge.....	443
— Sur l'arrangement des étoiles dans l'espace.....	122	Étoiles filantes.....	214
— Distribution des étoiles visibles à l'œil nu.....	131 et 371	— Observations.....	407
— Relations entre les grandeurs des étoiles, leurs distances et leurs mouvements.....	39	— Cartes pour tracer leurs trajectoires.....	131
— Sur le nombre probable de celles qui ont une parallaxe sensible.....	143	Étoiles fondamentales.....	322
— Tables pour passer des positions moyennes des étoiles à leurs positions apparentes.....	364	Étoiles de longitude.....	318
— Grandeurs photographiques des étoiles..	96, 222, 339, 392 et 393	Étoiles occultées :	
— Enregistrement photographique des passages d'étoiles.....	123	— Par des comètes.....	131
— Appareil pour l'élargissement des spectres photographiques d'étoiles.....	223	— Par la Lune.....	183
Étoiles circompolaires :		Étoiles variables.	27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 44, 46, 95, 130, 139, 144, 251, 320, 321, 322, 324, 327, 328, 330, 337, 366, 371, 439, 440 et 441
— Sur leurs ascensions droites absolues.....	198	— Nouvelles..	183, 221, 322, 327, 330, 334, 336 et 446
		— Sur leur théorie..	177, 180 et 321
		— Lois générales.....	38
		— Sur leurs spectres.....	121
		— Observations photographiques du spectre d'Algol. 35, 46 et	189
		— Catalogue d'étoiles variables, supplément.....	327
		— Éphémérides.....	113
		— Index pour l'observation des étoiles variables.....	113
		Excentricités et inclinaisons :	
		— Sur leurs variations.....	238

	Pages.		Pages.
<i>Fil</i> mobile de déclinaison des instruments méridiens. Procédé physique pour la mesure de son inclinaison.... 5, 97 et 117		<i>Inclinaisons et excentricités :</i>	
— Procédé physique par la mesure de sa flexion..... 49		— Sur leurs variations 238	
<i>Flexion</i> des fils micrométriques; sur sa mesure..... 49		<i>Inclinaison :</i>	
<i>Fonction</i> perturbatrice. Sa forme dans le cas où les excentricités et les inclinaisons mutuelles sont petites 337		— Procédé physique pour la mesure de l'inclinaison du fil de déclinaison dans les instruments méridiens... 5, 97 et 117	
		<i>Instruments</i> historiques de l'observatoire de Greenwich 368	
		<i>Instruments méridiens :</i>	
<i>Frottement :</i>		— Procédé physique pour la mesure de l'inclinaison du fil de déclinaison..... 5, 97 et 117	
— Son influence dans les mouvements périodiques d'un système..... 165		<i>Képler</i> (problème de). Solution approchée..... 250 et 365	
— Son influence dans l'entraînement mutuel de l'écorce et du noyau terrestres..... 165		<i>Kilogramme :</i>	
<i>Géodésie</i> 239 et 329		— Nouveaux étalons..... 42	
— Bibliographie 213		<i>Latitude :</i>	
<i>Glaciaire</i> (période) 38		— Sa détermination..... 178	
<i>Grandeurs</i> photographiques des étoiles.. 96, 222, 339, 392 et 393		— Sa détermination par le sextant. 319	
— Types à constituer..... 396		— Sa détermination par la photographie d'étoiles zénithales.. 334	
<i>Géologiques</i> (phénomènes). Leur influence sur le mouvement de la Terre. Bibliographie... 449		— Sa variabilité. 335, 341, 352 et 411	
<i>Halos</i> 233 et 238		— Sa variabilité. Coopération de divers observatoires pour l'étudier..... 184	
<i>Halo</i> photographique..... 234		— Sa variabilité. Bibliographie.. 419	
<i>Héliomètre :</i>		— De l'observatoire de Capodimonte..... 427	
— Comparaison de mesures héliométriques et de résultats photographiques 28		— De l'observatoire de Kuffner... 334	
<i>Heure :</i>		— De l'observatoire de Washington..... 441	
— Sur sa détermination.. 178 et 251		<i>Longitudes :</i>	
— Sa détermination par le sextant. 319		— Détermination par signaux optiques..... 182	
— Son unification..... 311		— Paris-Bordeaux..... 317	
<i>Hygrométrie :</i>		— Paris-Leyde..... 115 et 313	
— Influence de l'état hygrométrique de l'air sur les distances polaires..... 120		— Milan-Turin..... 315	
<i>Hypsométrie :</i>		— Étoiles de longitude..... 318	
— Carte hypsométrique de la Russie d'Europe..... 116		<i>Lumière zodiacale :</i>	
		— Observations..... 329	
		— Son observation pendant l'éclipse totale du Soleil du 21 décembre 1889..... 175	
		— Son spectre..... 129	

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.		Pages.
Lune :		Marées :	
— Sur le bord observable en déclinaison.....	261	— ment de la Terre. Bibliographie.....	449
— Observations.....	248	— Sur la solution des équations des marées par Laplace.....	29
— Notes sélénographiques. 129 et	370	Mécanique céleste :	
— Éphémérides pour les observations physiques.....	124 et 363	— Traité par M. Tisserand. 112 et	419
— Éphémérides du cratère Moes-ting A. 137, 218, 260, 412 et	446	Mélanges astronomiques.....	231
— Cirques, cratères; sur leur formation.....	136	Mètre :	
— Cratère et rainure d'Hyginus..	498	— Nouveaux étalons.....	42
— Cirque Plinius.....	43	Météorologie. 37, 41, 132, 239 et	310
— Changements.....	130	— Sa bibliographie.....	133
— Photographie.....	239	Micromètre pour la mesure des étoiles doubles sur champ sombre.....	134
— Sur la partie invisible de son spectre.....	36	— Sur le micromètre à double image de Wellmann.....	391
— Sa température.....	41	Miroir flottant. Son usage comme auxiliaire d'un cercle méridien.....	39
— Culminations lunaires.....	217	Mouvements des corps célestes (contribution à la théorie des).	331
— Étoiles de culmination lunaire.	318	Mouvement (sur le) elliptique et sur le mouvement troublé d'une planète.....	318 et 435
— Projection des étoiles sur le bord brillant dans les occultations.....	360	Mouvements de rotation d'un système de forme variable.....	63
— Angle de polarisation de la surface lunaire.....	405	Mouvements propres des étoiles. Voir Étoiles et Système sidéral.	
— Sur la « Théorie de la Lune » de Delaunay.....	265	Nébulaire (hypothèse).....	213
— Sur la réaction que les perturbations, causées par la Lune dans le mouvement du Soleil, exercent sur le mouvement de la Lune.....	44	Nébuleuses.....	414
— Explication de l'accélération du moyen mouvement de la Lune.....	328	— Catalogue.....	22
Lunette à miroir. Sa théorie.....	236	— Distribution.....	22
— De M. Newal.....	135	— Amas de nébuleuses.....	447
— Grande lunette de l'observatoire Lick. Ses qualités.....	498	— Observations.....	300
— photographique.....	175	— Photométrie de nébuleuses....	402
Magnétisme terrestre. 38, 115 et	390	— Leur visibilité dans les réfracteurs et les réflecteurs.....	130
— Déterminations magnétiques..	318	— d'Andromède.....	130
— Anomalie magnétique.....	404	— de la Lyre.....	30
— Relation du magnétisme terrestre avec les aurores boréales.....	116	Nicol (prisme de). Réflexions polarisées dans un prisme de Nicol.	372
Marées :		Niveaux :	
— Leur influence sur le mouve-		— Observation de variations brusques.....	391

Nouvelle-Galles du Sud (histoire de l'Astronomie dans la). 133 et 371

TABLE DES MATIÈRES.

509

	Pages.		Pages.
<i>Nuages lumineux visibles la nuit</i> (noctiluques).....	35	<i>Observatoires :</i>	
<i>Nutation diurne</i> ... 135, 194, 240, 256, 271, 278 et	337	— Glasgow.....	243
<i>Objectifs :</i>		— Gœttingue.....	24
— Forme des images hors de l'axe.	390	— Gotha.....	24
<i>Observation</i> (sur l') des phéno- mènes instantanés.....	38	— Greenwich..... 241 et	375
<i>Observations</i> de passages. For- mules pour les corrections de celles qui ont été réduites avec des valeurs erronées des constantes instrumentales... 138		— Grignon.....	24
<i>Observations</i> arrondies (sur la théorie des).....	143	— Halifax (M. Crossley).....	244
<i>Observatoires :</i>		— Hambourg.....	24
— Liste générale.....	434	— Harvard College.....	375
— Sur les observations faites dans les observatoires de monta- gne, en Europe et aux États- Unis.....	240	— Hastings.....	39
<i>Observatoires :</i>		— Helsingfors..... 24 et	131
— Alger.....	172	— Ilérény.....	24
— Armagh.....	243	— Hong-Kong.....	246
— Bâle.....	23	— Kalocsa.....	24
— Bamberg.....	391	— Karlsruhe.....	24
— Berlin.....	23	— Kew..... 243 et	372
— Bermerside (M. Crossley)....	244	— Kiel.....	25
— Besançon..... 172 et	316	— Königsberg..... 25 et	431
— Birr Castle.....	245	— Kremsmunster.....	25
— Bonn.....	23	— Leipzig.....	25
— Bordeaux..... 173 et	317	— Lick..... 39, 340, 375, 498 et	500
— Breslau.....	23	— Lund..... 25 et	132
— Bruxelles.....	23	— Lyon.....	173
— Cambridge (Angleterre). 243 et	372	— Madagascar..... 132 et	406
— Cap.....	242	— Madison (Washburn) .. 25 et	441
— Capodimonte (Naples). 230 et	427	— Madras.....	113
— Cluny.....	24	— Maghull (M. Roberts).....	245
— Cointe (Liège).....	23	— Marseille.....	174
— Cordoba.....	372	— Melbourne..... 132 et	246
— Dearborn (nouveau), à Evan- ston.....	39	— Milan.....	25
— Dresde (M. d'Engelhardt)....	23	— O'Gyalla.....	25
— Dunsink.....	243	— Orwell Park (Col. Tomline)..	245
— Dusseldorf.....	23	— Oxford Radcliffe.....	243
— Ealing (M. Common). 244 et	372	— Oxford (Université)... 243 et	375
— Édimbourg.....	242	— Padoue.....	317
— Genève.....	23	— Pola.....	139
		— Potsdam.....	25
		— Prague.....	25
		— Radcliffe.....	243
		— Rome (Capitole).....	130
		— Rousdon (M. Peek)... 132 et	245
		— Rugby (Temple).....	244
		— Sidney.....	246
		— Stonyhurst..... 244 et	372
		— Strasbourg.....	25
		— Tananarive..... 235 et	375
		— Tokio.....	372
		— Toulouse.....	174
		— Tulse Hill (M. Huggins). 244 et	373

	Pages.		Pages.
Observatoires :		Pendule horizontal.....	421
— Turin.....	316	Pendules astronomiques.....	446
— Upsal.....	25	— Sur la marche des pendules	
— Vienne-Ottakring (M. de Kuff-		placées dans un comparti-	
ner).....	25	ment hermétiquement clos..	332
— Washburn.....	25 et 441	Perturbations (sur la théorie des).	470
— Washington, stabilité du grand		Perturbations absolues, formules	
réfracteur.....	28	et tables.....	391
— Windsor (N.-S.-W.) (M. Teb-		— Sur la réaction que les pertur-	
but).....	246 et 372	bations, causées par la Lune	
— Wolsingham.....	244	dans le mouvement du Soleil,	
— Zurich.....	25	exercent sur le mouvement	
Occultations par la Lune.		de la Lune.....	44
— de planètes. Voir <i>Jupiter</i> .		Pesanteur :	
— d'étoiles.....	339	— Sa détermination.....	38
— Projection des étoiles sur le		Photographie :	
bord brillant de la Lune dans		— Ses progrès récents.....	34
les occultations.....	360	Photographie astronomique, cé-	
Ombre de la Terre. Sa dilatation		leste.....	250, 339 et 340
dans les éclipses de Lune...	232	— Carte du ciel.....	368
Orages, en relation avec la pé-		— Bulletin du Comité interna-	
riode solaire.....	408	tional.....	392
Orages magnétiques. Leur relation		— Influence du temps de pose....	127
avec les aurores boréales....	116	— Relation entre le temps de pose	
Orbites :		et l'intensité de l'image sur	
— Méthode pour les calculer par		la couche sensible.....	498
trois observations complètes.	319	— Grandeurs stellaires photogra-	
— Méthode de correction d'une		phiques .. 96, 222, 339, 340,	
orbite parabolique.....	439	392 et 393	
— Sur une représentation géomé-		— Plaques, choix des positions de	
trique, due à Möbius, des va-		leurs centres.....	396
riations des éléments des or-		— Emploi de la photographie pour	
bites.....	227	l'enregistrement des passages.	
Oxygène :		39 et 123	
— Son spectre.....	390 et 430	— Emploi de la photographie pour	
Parallaxe annuelle...	44, 143 et 333	la détermination de la lati-	
— Tables pour la détermination		tude.....	334
des parallaxes des observa-		— Instrument pour comparer et	
tions de comètes et de pla-		mesurer les photographies cé-	
nètes.....	133	lestes.....	370 et 393
Parhélies.....	223 et 238	— Appareil photographique du	
Passages (Observations de) :		grand équatorial de l'obser-	
— Sur leurs erreurs systématiques		vatoire de Lick.....	124
ou personnelles.....	179 et 333	Photographie :	
— Sur l'équation décimale.....	413	— d'étoiles.....	223 et 254
— Sur les observations de passages		— de la Voie lactée.....	127
du Soleil.....	326	— Sur la photographie d'étoiles	
Pendule. Bibliographie.....	214	pendant le jour.....	31 et 443

	Pages.		Pages.
Photographie :		PLANÈTES (GROSSES) :	
— Comparaison des mesures héliométriques des Pléiades et des résultats photographiques...	28	— <i>Jupiter</i> . Éphémérides pour les observations physiques...	252
— de nébuleuses.....	127 et 402	— » Taches noires.....	334
— de spectres.....	38, 239 et 402	— » Conjonction de la tache rouge avec une tache noire remarquable.....	367
<i>Photomètres, photométrie</i>	397	— » Dessins.....	127 et 128
— Photomètre à prisme....	135, 251 et 366	— » Occultation de Jupiter par la Lune. 32, 121, 137, 144, 224, 328, 330 et	339
— Photométrie stellaire.....	365	— » Nouvelle théorie de Jupiter.....	443
— Photométrie de petites planètes.	321	— » Son évection.....	361
— Photométrie des étoiles de la <i>Bonner Durchmusterung</i> ...	431	— » Sur la détermination, par Le Verrier, des termes du deuxième ordre dans les mouvements séculaires de l'excentricité et du périhélie.....	32
— Photométrie de la lumière colorée.....	42	— » Action de Jupiter sur la comète Brooks 1889 V.	33
PLANÈTES :		— » Coordonnées héliocentriques de Jupiter, tirées des Tables de Le Verrier.....	461
— Sur leurs masses, déduites des mouvements cométaires....	29	— » <i>Satellites</i> . Sur leur mode d'observation.	367
— Sur leur figure.....	116	— » Observations de phénomènes divers.	126 et 371
— Sur leur densité.....	497	— » Étude expérimentale des phénomènes qui accompagnent leurs passages et leurs occultations.....	114
— Loi probable de leur densité..	41	— » Études géométriques sur leur système..	172
— Sur leurs mouvements, en supposant l'attraction représentée par les lois électrodynamiques en général, par les lois de Gauss, de Weber....	117 et 234	— » Le premier satellite vu double.....	444
— Planètes occultées par la Lune.	183	— <i>Saturne</i>	42
PLANÈTES (GROSSES) :		— » Observations physiques.....	391
— <i>Mercury</i> . Sur sa rotation. 18 et	45	— » Phénomènes observés sur Saturne vers l'époque du passage du Soleil et de la Terre par le plan de ses anneaux en 1877-1878.	147 et 185
— » Sa masse.....	27 et 368		
— <i>Vénus</i> . Résultats des observations des passages sur le Soleil de 1761 et 1769....	224		
— » Résultats des observations du passage sur le Soleil de 1882.....	224		
— » Rotation.....	206		
— » Masse.....	27		
— <i>Terre</i> . Voir ce mot.			
— <i>Mars</i> . Observations physiques.	340		
— » Conjonction avec Saturne le 19 septembre 1889.	121 et 339		
— » Ses satellites, observations de phénomènes divers.....	126		
— <i>Jupiter</i> . Observations physiques.....	340 et 498		

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.
PLANÈTES (GROSSES) :	
— <i>Saturne</i> . Conjonction avec Mars le 19 septembre 1889. 121 et 339	
— » Sa masse..... 38 et 432	
— » Nouvelle théorie de Saturne..... 443	
— » Sur la détermination, par Le Verrier, des termes de deuxième ordre dans les mouvements séculaires de l'excentricité et du pé- rihélie..... 32	
— » Anneaux..... 42 et 371	
— » Leur épaisseur..... 440	
— » Taches sur les an- neaux..... 28	
— » <i>Satellites</i> . Observa- tions..... 45 et 299	
— » Éphémérides. 119 et 122	
— » Leurs orbites... 19, 305 et 335	
— » <i>Satellite</i> Mimas. Ob- servations..... 362	
— » <i>Satellite</i> Titan, son orbite..... 432	
— » <i>Satellite</i> Japet, son éclat près du globe de Saturne..... 125	
— <i>Uranus</i> . Ses bandes..... 390	
— » Éphémérides pour ses satellites..... 126	
— <i>Neptune</i> . Sur son satellite... 37	
— » Éphémérides..... 119	
PLANÈTES (PETITES).....	299
— Leur origine..... 371	
— Observations photométriques. 321	
— Sur la ressemblance de cer- taines orbites, dans la zone des astéroïdes..... 499	
— De 1888..... 21	
— De 1889..... 48 et 430	
— (1) <i>Cérès</i> . Sa théorie..... 471	
— (3) <i>Junon</i> . Éléments..... 364	
— (4) <i>Vesta</i> . Observations.... 205	
— » Théorie..... 211	

	Pages.
PLANÈTES (PETITES) :	
— (7) <i>Iris</i> . Observations mé- ridiennes..... 45	
— (28) <i>Bellone</i> . Orbite..... 139	
— (31) <i>Euphrosyne</i> . Observa- tions..... 377	
— (33) <i>Polymnie</i> . Observations. 161	
— (35) <i>Leucothée</i> . Observations. 16	
— (43) <i>Ariane</i> . Observations... 355	
— (46) <i>Hestia</i> . Sa théorie.... 471	
— (58) <i>Mélète</i> . Observations... 377	
— » Éphémérides... 164	
— (65) <i>Maximiliana</i> . Observa- tions..... 16	
— (73) <i>Clytie</i> . Éphémérides.... 336	
— (80) <i>Sapho</i> . Son orbite d'après les observations et les pertur- bations de 1864 à 1888..... 113	
— (82) <i>Alcmène</i> . Éphémérides. 329	
— (84) <i>Clio</i> . Observations..... 294	
— » Éphémérides. 94 et 180	
— (87) <i>Sylvia</i> . Observations... 162	
— (90) <i>Antiope</i> . Observations.. 16	
— (92) <i>Undine</i> . Observations... 378	
— (99) <i>Dike</i> 218	
— (103) <i>Héra</i> . Observations.... 380	
— (104) <i>Clymène</i> . Observations. 378	
— (106) <i>Dioné</i> . Observations.... 378	
— (107) <i>Camille</i> . Observations. 163, 294, 304 et 377	
— (108) <i>Hécube</i> . Sa théorie.... 471	
— (113) <i>Amalthée</i> . Éphémérides. 329	
— (128) <i>Némésis</i> . Éphémérides.. 336	
— (130) <i>Electre</i> . Observations... 294	
— (133) <i>Cyrène</i> . Observations... 14	
— (144) <i>Vibilia</i> . Observations... 106	
— (149) <i>Méduse</i> 218	
— (155) <i>Scylla</i> 218	
— (159) <i>Émilie</i> . Observations... 380	

TABLE DES MATIÈRES.

513

PLANÈTES (PETITES) :	Pages.	PLANÈTES (PETITES) :	Pages.
— (176) <i>Idunna</i> . Observations..	107	— (279) <i>Thule</i> . Observations....	162
— (181) <i>Eucharis</i> . Observations.	195	— » Éléments et éphé- mèrides. 45, 410 et	446
— » Orbite. 22 et	113	— (281) <i>Lucretia</i> . Éléments.....	180
— (214) <i>Aschera</i> . Observations..	380	— (282) <i>Clorinde</i> . Observations.	295 et 380
— (223) <i>Rose</i> . Observations.....	380	— (283) <i>Emma</i> . Observations... 295	
— (224) <i>Océana</i> . Éléments et éphé- mèrides.....	45	— (286) <i>Iclée</i> . Éléments et éphé- mèrides.....	411
— (225) <i>Henriette</i> . Éléments et éphémèrides.....	411	— (288) <i>Glauce</i> . Découverte.	144 et 180
— (226) <i>Weringia</i> . Observations.	295	— » Observations.	240, 295 et 355
— » Éphémèrides.	140	— » Éléments.	221 et 228
— (236) <i>Honorie</i> . Observations.	378 et 380	— (289) <i>Nenetta</i> . Découverte....	181
— » Éléments et éphémèrides.....	330	— » Observations.	289 et 296
— (237) <i>Célestine</i> . Éphémèrides.	448	— » Éléments et éphé- mèrides.....	289
— (242) <i>Kriemhild</i> . Observations	16	— (290) <i>Bruna</i> . Découverte.....	181
— (246) <i>Asporine</i> . Observations.	295 et 355	— » Éléments et éphé- mèrides.....	218
— » Éléments et éphémèrides.....	218	— (291) <i>Alice</i> . Découverte.....	218
— (247) <i>Eucrate</i> . Observations..	377	— » Observations... 296	
— » Éphémèrides..	93	— » Éléments et éphé- mèrides.....	218
— (251) <i>Sophie</i> . Observations... 380		— (292) <i>Ludovica</i> . Découverte... 218	
— » Éléments et éphé- mèrides.....	336	— » Observations.	296 et 355
— (254) <i>Augusta</i> . Éléments et éphémèrides.....	336	— » Éléments et éphé- mèrides.....	218
— (258) <i>Tyché</i> . Observations... 295		— (293) <i>Brasilia</i> . Découverte.... 218	
— (259) <i>Aletheia</i> . Observations.. 295		— » Observations.	296 et 381
— (264) <i>Libussa</i> . Éléments et éphémèrides.....	335	— » Éléments et éphé- mèrides.....	409
— (266) <i>Aline</i> . Éléments et éphé- mèrides.....	45	— (294) <i>Félicie</i> . Découverte.	331 et 409
— (267) <i>Tirza</i> . Observations.... 107		— » Observations.	356 et 381
— (275) <i>Sapientia</i> . Éléments et éphémèrides.....	412	— » Éléments et éphé- mèrides.....	409
— (276) <i>Adelheid</i> . Éléments et éphémèrides.....	336		

	Pages.		Page.
PLANÈTES (PETITES) :		SOLEIL :	
— (286) <i>Theresia</i> . Découverte.....	337	— Statistique des phénomènes so-	
— » Observations...	409	laires, résumés d'observa-	
— » Éléments et éphé-		tions.... 115, 116, 120, 180,	
mérides.....	412	218, 237, 238, 254; 321, 323,	
— (290) Découverte.....	338	359, 406, 407, 410, 439 et	440
— » Observations...	381	— Sur les mouvements qui s'ob-	
— (291) Découverte.....	411	servent à la surface du Soleil.	
— » Observations.		142 et 410	
381 et 409		— <i>Rotation</i>	39 et 448
— (298) Découverte.....	411	— » déduite d'observations	
— » Observations...	381	spectroscopiques.	
— (299) Découverte.....	446	221 et 403	
Précession :		— <i>Taches</i> . Scheiner découvre leur	
— Sa constante	22	vitesse variable	130
— Table des termes du troisième		— » Remarques sur des ob-	
ordre	445	servations ancien-	
Prix d'Astronomie distribués....	115	nes.....	179
Prix proposés.....	139, 217 et 224	— » Tache de haute lati-	
Problème de Képler :		tude.....	183 et 233
— Solutions approchées..	250 et 365	— » Taches, leur distribu-	
— Tables pour sa solution.....	391	tion	120
Quadratures mécaniques.....	301	— » Position de taches so-	
Radiants d'étoiles filantes, Cata-		laires.....	371
logue.....	362	— » Spectre de taches.	
Revus astronomiques. Liste gé-		123 et 252	
nérale.....	434	— <i>Diamètre</i> (Recherches sur son).	246
Rotation d'un corps de forme va-		— » Échancrure du bord	
riable. Bibliographie.....	419	du Soleil	42
Scintillation.....	391	— <i>Spectre</i>	209
Sextant :		— » Sur sa partie invisible.	36
— Sur son emploi dans les obser-		— <i>Parallaxe</i>	27 et 39
vations de précision	434	— <i>Mouvement propre</i> ...	22, 27,
Sociétés astronomiques :		177, 324, 332 et	447
— Liste générale.....	434	— <i>Couronne</i>	38, 39 et 255
— Société Royale astronomique..	126	— » Théorie magnétique..	500
— Die astronomische Gesellschaft.	499	— » Photométrie	500
— Société astronomique du Paci-		— » Sa photographie dans	
fique.....	127, 338 et 497	les éclipses	183
— Société Royale météorologique.	128	— » Sa photographie hors	
Solaire (système) :		des éclipses.....	133
— Son mouvement propre.....	22	— » Son aspect le 22 dé-	
		cembre 1889.....	129
		— <i>Théorie</i> . Sur la réaction que les	
		perturbations, cau-	
		sées par la Lune dans	
		le mouvement du	
		Soleil, exercent sur	
		le mouvement de la	
		Lune.....	41

TABLE DES MATIÈRES.

515

	Pages.		Pages.
<i>Spectroscopie.</i> 35, 36, 215, 239 et	287	<i>Température cosmique..</i>	42
— Propriétés fondamentales communes aux deux classes de spectres.....	236	<i>Température de l'air.....</i>	114
— Constitution des spectres linéaires des éléments chimiques.....	118	— Sa variation diurne.....	400
— Spectre de l'oxygène..	390 et 430	— Sa variation avec l'altitude...	114
— Usage de la vapeur d'eau dans l'analyse spectrale.....	37	— Son influence sur les observations de distance polaire....	120
— Spectre du Soleil.....	209	<i>Tempête</i> (coupe verticale d'une). 400	
— Spectre des taches solaires.	123 et 252		
— Spectres stellaires... 42, 123, 129, 183, 287, 309, 336, 402 et	446	TERRE :	
— Appareils pour l'élargissement des spectres d'étoiles.....	223	— <i>Rotation.</i> Influence des actions géologiques.....	429
— Spectres des nébuleuses.....	401	— " Bibliographie.....	449
— Spectroscopie du ciel austral..	119	— " Entraînement mutuel de l'écorce et du noyau en vertu du frottement intérieur.	165
— La spectroscopie stellaire à l'observatoire de Lick.....	129	— <i>Forme.</i> Écart entre la surface de la terre supposée fluide et celle d'un ellipsoïde de révolution ayant les mêmes axes.....	239
— La spectroscopie stellaire aux observatoires de Hastings et de Cambridge (E.-U.).....	287	— <i>Densité.</i> Densité moyenne.	21 et 112
Système solaire :		— " La loi des densités dans son intérieur.....	76
— Son mouvement propre... 22, 27, 177, 324, 332 et	447	— <i>Masse.</i>	27
Système sidéral :		— <i>Ombre.</i> Dilatation de son cône d'ombre dans les éclipses de Lune...	232
— Sur sa structure.....	255	— <i>Tremblements</i> de terre.	38, 235 et 406
— Sur les mouvements qui ont lieu dans le système sidéral.	332	— <i>Théorie.</i> Les théories mathématiques de la Terre.....	39
Système de forme variable :		<i>Thermomètre</i>	114
— Sur son mouvement de rotation.....	63	<i>Théorème</i> (Sur un) de M. Harzer.	225
Système de points :		Transcendantes de Bessel :	
— Sur l'intégration des équations différentielles de son mouvement.....	260	— Remarques sur leur calcul....	145
Télescope :		Univers sidéral :	
— Télescope zénithal à réflexion.	323	— Sur sa structure.....	122 et 255
— Sur la construction des grands télescopes et des grands disques de verre.....	362	— Sur les mouvements qui ont lieu dans le système sidéral.	332
		Vapeur d'eau :	
		— Son usage dans l'analyse spectrale.....	37

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.		Pages.
Verres :		Vis micrométriques :	
— Construction des grands disques.	362	— Recherches sur leur emploi...	445
— Verres d'Iéna.....	39		
Verticale :		Voie lactée :	
— Sa déviation, bibliographie....	449	— Dessin qui la représente.....	120
		— Sa photographie.....	127 et 339



TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS.

MM.

A

ABDADIE (Ant. d'). 318, 405, 449.
ABBE (Cleveland). 38, 175.
ABETTI (A.). 317. Observations de comètes, 17.
ABNEY. 34, 366.
ADOLPH (C.). Notice nécrologique, 137.
AIRY (G.-B.). 449.
ANDOYER (H.). 174, 470.
ANDRE (C.). 114, 173.
ANGELITTI (F.). 132.
ANGOT. 114, 400.
ANGUIANO (A.). 398.
ARCHENHOLD (F.-S.). 183, 334.
ARCHIAC (D'). 449.
ASCHIERI (T.). 316.
ASTRAND. 391.

B

BACKHOUSE (T.-W.). 130, 131, 255, 371.
BACKLUND (O.). 470, 471.
BAKHUTZEN (H.-G. van de S.). 45, 115, 314, 391.
BAILLAUD (B.). 118, 174, 215, 398.
BALL (L. DE). 22, 23, 113, 215, 389, 446, 449.
BALL Sir R.-S.). 133.
BARNARD E.-E. . 31, 125, 127, 250, 328, 330, 337, 339, 340, 442, 444, 446, 447, 498.
BARNARD (J.-G.). 449.
BAROCCHI. 119.
BARRÉ (L.). 117.
BASSOT. 115, 314.
BATTERMANN (H.). 336.
BAUSCHINGER (J.). 22, 25, 223.
BAXENDELL. 371.
BECKER (E.). 26, 216.
BECKER (L.). 242.

MM.

BEEBE (W.). 319.
BELOPOLSKY (A.). 142, 183, 410.
BENEKE. 224.
BERBERICH (A.). 43, 45, 46, 140, 181, 218, 329, 334, 335, 412.
BERTRAND (J.). 449.
BESSEL. 449.
BIDSCHOF (F.). 45, 182, 330, 331, 335, 411, 412, 446.
BIGELOW (F.-H.). 39, 176.
BIGGS (A.-B.). 134.
BIGOURDAN G. . 118, 240, 409. Comètes et planètes de 1889, 47.
BIRMINGHAM. 376.
BISCHOFFSHEIM (R.). 392.
BIVER. 397.
BOEDICKER (O.). 120.
BONNET (Ossian). 318, 435.
BOQUET (F.). 117, 438. Procédé physique pour la mesure de l'inclinaison du fil de déclinaison dans les instruments méridiens (en commun avec M. Hamy), 5.
BORRELLY (A.). 45, 118, 174, 408. Observations de planètes et de comètes, 13, 355.
BORST. 134.
BOSS (Lewis). 27, 30, 324, 384, 440.
BOSSERT (J.). 412. Note sur la comète Tempel-Swift (1869 III-1880 IV), 92. Tableau synoptique des mouvements propres des étoiles, 98.
BOURGEAT. 406.
BRASHEAR. 39.
BREDICHIN (T.). 137, 391.
BRENDEL (Martin). 391, 470.
BRIOSCHI. 132.
BROOKS (W.-R.). 182, 255.
BROSINSKY (A.). 132.

www.libtool.com.cn

BROWN (Miss). 371.

BROWN. 25.

BÜCK. 173. Documents relatifs à l'équation décimale, 413.

BRUNS (Théodore). 136.

BRUNS (H.). 391, 431.

BRYANT (R.). 113.

BURNHAM. 39, 128, 144, 330.

BUSCHBAUM (Carl). 134, 391.

BUSZCZYŃSKI (B.). 432.

BYL. 23.

C

CALLANDREAU (O.). 117, 235, 239, 402.

Sur les calculs de Maxwell relatifs au mouvement d'un anneau rigide autour de Saturne, 69. Quelques remarques sur le calcul des transcendentes de Bessel, 145. Sur une représentation due à Möbius des variations des éléments des orbites, 227. Valeurs asymptotiques des coefficients d'un développement utilisé dans les quadratures mécaniques, 301.

CANNET (J.). 449.

CASPARI. 311.

CELLERIER. 238.

CELORIA (J.). 25, 138.

CERULLI (V.). 411.

CHAMBERS. 140, 376.

CHANDLER (S.-C.). 33, 38, 321, 327.

CHARLIER (C.-V.-L.). 96.

CHARLOIS. 115, 144, 181, 212, 218, 240, 331, 338, 408, 409, 411. Observations de planètes et de comètes, 106, 294, 379.

CHAUVIN. 174.

CHEVALIER. 235.

CHRISTIE (W.-H.-M.). 126, 241, 396, 397.

CLERKE (Miss). 129, 368.

CLOSE (M.-H.). 130.

COCCIA. 174, 332, 408. Observations de planètes et de comètes, 355.

COLIN (le P.). 375, 406.

COLOMAS. 212.

COMMON (Miss Violet). 129.

COMMON (A.-A.). 244, 362, 366, 368, 370, 394, 395.

COMSTOCK (G.-C.). 25, 39, 337.

CONIEL (J.). Coordonnées héliocen-

MM.

triques de Jupiter tirées des Tables de Le Verrier (*suite*), 461.

CONTEJEAN. 173.

CORNU (A.). 233, 235.

CORTIE. 123, 252.

COSSERAT E.-M.-P.). 174, 240, 408.

COURTY (F.). 118, 240, 408, 409.

CREW (H.). 38.

CROLL (James). 38, 449.

D

DARWIN (G.-H.). 449.

DAVIDSON (G.). 360.

DECHEN (H. DE). Notice nécrologique, 21.

DECHVRENS (Marc). 239, 400.

DEFFORGES. 367.

DEICHMULLER (F.). 23.

DELAUNAY. 449.

DÉMOULIN (Dom Pl.). 24.

DENNING (W.-F.). 124, 128, 133, 334, 362, 371.

DENZA (le P. F.). 331, 397, 407.

DESLANDRES (H.). 236.

DIERCKX (G.). 233.

DOBERCK (W.). 183, 338, 446.

DONNER (A.-S.). 131, 399.

DOBIAGO (D.). 184.

DOUBLET (E.). Observations de planètes, 205.

DOWNING (A.-M.-W.). 119, 363, 364, 449.

DOWNES (W.-E.). 339.

DOWSON (W.). 321, 439.

DREYER (J.-L.-E.). 22.

DUFOUT (Ch.). 449.

DUKE (P.-F.). 371.

DUNÉR (N.-C.). 25, 26, 221, 398.

DURANTEAU. 173.

E

EASTMAN. 39, 177.

EGBERT (H.-V.). 25.

EGINITIS (D.). 118. Observations de comètes et de planètes, 16.

ELGER (T.-G.-E.). 129, 370.

ELKIN (W.-L.). 28.

ELLERY (R.-L.-J.). 119.

ENGELHARDT (D.). 23, 299.

ESMIOL (E.). 118, 174. Observations de comètes, orbite de (288), 228.

év.). 31, 36, 121, 183, 244, 376.
.). 449.

F

L.). 212, 335, 408. Éphémérides
0), 358.

t (H.). 39, 321.

). 239, 240, 400, 403, 407.

t (C.-F.). Notice nécrologique,

449, 450.

W.). 29, 38, 41, 310, 328, 450.

Iostyn A.). 251.

3. Sa mort, 135.

W.-H.). 242, 364.

(A.). 182.

173.

(M.). 183, 336, 446.

(W.). 231, 432.

). 23, 135, 240, 337. Sur les
utations à période diurne, 271.

(A.). 35, 178.

). 137, 218, 243, 260, 412, 446.

s (A.). 131, 371.

E.). 39.

F (J.). 331.

45.

L.-B.). 323, 440.

G

(A.). 450.

A.). 336.

L.-G.). 180.

t (L.). 407.

(P.). 399. Mire à disque mobile
r d'un axe vertical pour la me-
le l'inclinaison du fil mobile de
en distance polaire d'un cercle
ien, 97.

DEV (H.). 367.

(Miss A.). 133.

). 130, 242, 397, 398.

PP (VON). 43, 431.

AT (F.). 115, 173, 408. Ascen-
droites absolues d'étoiles cir-
claires, 198.

L.-E.). 121, 123, 133, 251, 334,
66, 371, 447.

MM.

GOTHARD (E. DE). 24.

GOULD (B.-A.). 28, 42, 40, 323, 439.

GROEBEN (von der). 139, 411.

GRUBB (Sir Howard). 175, 398.

GRUZY (L.). 173, 316.

GUILBERT. 404.

GULLIN, 173.

GULDEN (H.). 391, 450, 470, 471.

H

HACKENBERG. 336, 411.

HAEDENKAMP. 450.

HAERDTL (E. DE). 22, 432.

HAGEN (le P.). 27, 320, 324, 450.

HALL (Asaph). 28, 29, 30, 31, 37, 42,
440, 441.

HALL (A. junior). 38, 432.

HALL (Maxwell). 129, 130.

HAMM (M.). 116, 117. Procédé physique
pour la mesure de l'inclinaison du fil
de déclinaison dans les instruments
méridiens (en commun avec M. F.
Boquet), 5. Sur la flexion des fils mi-
crométriques, 49. Sur le bord obser-
vable de la Lune en déclinaison, 261.

HARKNESS (W.). 27, 39, 441.

HARTING (Johannes). 177.

HARTWIG (E.). 391.

HARZER (P.). 24, 44, 225, 470.

HASSELBERG (B.). 215.

HASWEL (J.). 371.

HATT. 239.

HAUGHTON (S.). 450.

HAYN (F.). 134.

HELMERT (F.-R.). 26, 184, 450.

HENGLER (L.). 450.

HENNESSY (H.). 450.

HENRY. 234, 399.

HÉRIQUE. 173.

HERZ (N.). 26, 334.

HILL (E.). 32, 218, 443, 450.

HIRAYAMA (S.). 30, 326.

HITCHCOCK (Romyn). 38.

HOLDEN (E.-S.). 31, 37, 38, 39, 124, 175,
339, 340, 443, 499, 500.

HOOKE (R.). 41.

HOPKINS (W.). 450.

HOUGH (G.-W.). 39, 326, 330.

HOUEAU. 133.

MM.

HOWE (H.-A.). 323.
 HUGGINS (W.). 244, 401, 402.
 HUTCHINS (C.-C.). 38.

J

JABEY (C.). 212,
 JANSSEN. 114, 239, 390, 400, 402, 430.
 JAVELLE. 408.
 JOHNSON (RÉV.). 121, 130.
 JOLLY. 21.

K

KAM (N.-M.). 45.
 KANT. 450.
 KAPTEYN (J.-C.). 113, 334, 337.
 KEELER (J.-E.). 128, 339, 497, 498.
 KEMPF (P.). 25.
 KIAER (H.-I.). 309.
 KIRKWOOD (D.). 497, 499.
 KLEIDER (J.). 143.
 KLEIN (H.-J.). 43.
 KLOOCK (H.). 221, 333, 445.
 KLUMPKÉ (Miss). 119, 240, 408, 409. Observations de comètes et de planètes, 304. Sur l'étude des spectres stellaires faites aux observatoire de Hastings et de Cambridge (E.-U.). 287.
 KNOPF (O.). 23, 140, 336.
 KNORRE (Karl). Notice nécrologique, 22.
 KNORRE (V.). 233, 260, 445.
 KNOTT (G.). 130.
 KOBOLD (H.). 26, 184, 332.
 KOERBER (F.). 224.
 KOENIG (A.). 21.
 KREUTZ (H.). 21, 25, 140, 390, 430, 499.
 KROMM (F.). 173.
 KRUEGER (A.). 25, 144, 335, 384, 390, 445.
 KULBERG (Victor). Notice, 369.
 KUSTNER (F.). 23, 411, 450.

L

LA BAUME PLEVINEL (A. DE). 118, 405.
 LAGRANGE. 451, 453.
 LAGRANGE (Ch.). 390.
 LAMP (E.). 25, 44, 144.
 LANCASTER (A.). 133, 434.
 LANDERER (J.-J.). 172, 405.
 LANGLEY (S.-P.). 36, 37, 38, 41, 43.
 LASAUX. 451.

MM.

LASCHNER (F.). 139.
 LASKA (W.). 412.
 LEAWENWORTH. 39, 213, 323, 433, 440.
 LEBEUF (A.). 173.
 LE CADET. 118, 173, 240.
 LE CONTE (J.). 35.
 LEHMANN (P.). 21, 430.
 LEGGE (D.). 46.
 LEHMANN-FILHÉS (R.). 128, 140, 256, 331, 337, 391, 431.
 LEUSCHNER (A.-O.). 128, 218, 339, 340, 498, 499.
 LEVANDER (F.-W.). 121.
 LEVEAU (G.). 115, 180.
 LEWIS (T.). 126, 368.
 LEWITZKI (G.). 179, 333.
 LEVY (Maurice). 234.
 LIAGRE. 165.
 LINDEMANN (Ed.). 393, 431.
 LIQUVILLE. 451.
 LOCKYER. 115.
 LOEWY (M.). 172, 236, 318.
 LOHSE. 26.
 LOOMIS (E.). 37.
 LORENZONI (G.). 331.
 LUBRANO (J.). 229, 335, 408.
 LUIZET. 173.
 LUMIÈRE. 397.
 LUTHER (R.). 23, 144, 180, 181, 221. Éphémérides de (247), 93. Éphémérides de (56), 164.
 LUTHER (W.). 222, 329.
 LYNN (W.-T.). 130, 131, 252, 366, 371.

M

MAITRE (P.). 174, 229, 335, 408.
 MARCHAND. 173.
 MARCHAND (Em.). 173, 237.
 MARCUSE (A.). 23, 391.
 MARKWICH (E.-E.). 371.
 MARTIN (A.). 119, 122, 124, 126, 252, 363, 365, 367.
 MASAL (Hans). 471.
 MASCART. 235.
 MATTHIESSEN (B.). 24, 45, 217, 218.
 MATURANA. 397.
 MAUNDER (E.-W.). 121, 254, 368, 371.
 MACRY (Miss). 248.

MM.

MAXWELL (Major S.-H.). 121.
 MAXWELL (J. Clerk). 451.
 MAYER (R.). 451.
 MICHELL-WHITTELY (H.). 130.
 MILLOSEWICH (E.). 45, 132, 335, 445.
 MONCK (W.-H.-S.). 371.
 MÖNNICHMEYER (C.). 23.
 MONTANGERAND (L.). 174.
 MONTIGNY (Ch.). 391. Sa mort. 215, 219.
 MOSTYN FIELD (A.). 251.
 MOTODA. 321.
 MOUCHEZ (E.). 117, 239, 399, 402.
 MOUREAUX. 115, 404.
 MÜLLER (G.). 25, 431.
 MULLER (Frank). 433.

N

NEUGEBAUER (P.). Éphémérides de (84),
 94.
 NEVILL (E.). 361.
 NEWALL. 135.
 NEWCOMB (S.). 42, 363, 451.
 NIESTEN (L.). 23.
 NOBILE (A.). 230, 427.
 NOBLE (Cap. W.). 121, 371.
 NORDLING (W. de). 311.
 NYRÉN (M.). 335.

O

OBRECHT (A.). 397.
 OERTEL. 25, 409.
 OLSSON (K.-G.). 471.
 OOM (F.-A.). Notice nécrologique, 338.
 OPPENHEIM (S.). 26, 45, 330, 451.
 OPPOLZER (Th.). 451.

P

PALISA (J.). 44, 144, 181, 218, 337, 446.
 PARKHURST (H.-M.). 321.
 PASQUIER (E.). 311.
 PAUL (H.-M.). 327.
 PIERCE (C.-S.). 38.
 PERRIN (E.). 319.
 PERROTIN. 211, 390, 408.
 PERRY (le P.). 120, 126. Notice, 215.
 PETER (Bruno). 22, 430, 431.
 PETERS (C.-A.-F.). 451.

MM.

PETERS (C.-H.-F.). 37, 38, 134. Notice
 nécrologique, 335.
 PHILLIPS (W.). 319.
 PICART. 118, 240, 408, 409. Observations
 de planètes, 205.
 PICKERING (E.-C.). 42, 44, 113, 143, 221,
 248, 336, 397, 399, 446.
 PICKERING (W.-H.). 175.
 PIZETTI (P.). 143.
 PLASSMANN (J.). 95, 144.
 PLUMMER (J.-I.). 122.
 PLUMMER (W.-E.). 128, 368, 370.
 POINCARÉ (H.). 238.
 POOLE (J.-U.). 369.
 POOR (Lane Ch.). 323.
 PORRO (F.). 315, 316, 330.
 PORTER (J.-G.). 43.
 POWELL (G.-B.). 249.
 POYNTING. 21.
 PRATT (J.-H.). 451.
 PRESTON. 39.
 PRINZ (W.). 23.
 PRITCHARD (C.). 365.
 PUISEUX (P.). 236.

Q

QUIMBY (A.-W.). 323, 440.

R

RABOURDIN. 172.
 RADAU (R.). 451. Sur le mouvement de
 rotation d'un système de forme va-
 riable, 63. Sur la loi des densités à
 l'intérieur de la Terre, 76. Quelques
 mots sur la question de la nutation
 diurne, 194. Note au sujet de la varia-
 tion des latitudes, 352.
 RAJNA (M.). 315.
 RAMBAUD (C.). 118, 172, 408. Observa-
 tions de planètes et de comètes, 162.
 RAMBAUT (A.-A.). 243, 250.
 RATHS. 431.
 RAYET (G.). 118, 240, 317, 398, 402, 409.
 REBEUR-PASCHWITZ. 24, 133, 424, 431, 451.
 RENAN (H.). 117.
 RENAUX. 118, 172, 408. Observations de
 planètes et de comètes, 377.
 RENOU. 114, 238, 400.
 RESAL. 451.

MM.

RESPIGNI. Notice nécrologique, 46.
 RUCCO (A.). 218, 237, 400.
 RICHARZ (F.). 21, 112.
 RIMELIN (Dom. B.). 24.
 ROBERTS (Isaac). 245, 251, 254.
 ROGERS (W.-A.). 29, 39.
 ROMIEU. 173.
 RONKAN (E.). 165, 451.
 ROOD (O.-N.). 42.
 ROSENBERGER (O.-A.). Notice nécrologique, 140.
 ROSSE (Lord). 245.
 ROUTH (E.-J.). 452.
 ROZÉ (C.). 452.
 RUSSEL (H.-C.). 133, 400.
 RYDBERG (J.-R.). 118.

S

SABINE (W.-C.). 37.
 SAFARIK (A.). 26, 131, 144.
 SAFFORD (T.-H.). 363, 430.
 SAINT-BLANCAT (D.). 118, 174. Observations de planètes et de comètes, 204, 229, 418.
 SALATS. 317.
 SALLEY. 173.
 SAVELIEF. 116.
 SAWERTHAL. 242.
 SAWYER. 33, 322, 327, 439, 441.
 SCHAEDELE (J.-M.). 128, 224, 255, 339, 393, 500.
 SCHEINER. 26, 42, 222, 223, 308.
 SCHIAPARELLI (J.-V.). 18, 25, 45, 206, 214, 217, 315, 452. Sur la probabilité des orbites hyperboliques, 285.
 SCHOENFELD (E.). 23, 113, 432.
 SCHOOLING (W.). 361.
 SCHORR. 108.
 SCURAM (R.). 311.
 SCHULHOF. 216, 412.
 SCHULZ (H.). 22, 452. Sa mort, 219.
 SCHUSTER. 176.
 SCHWAB (F.). 411.
 SCHWAHN (PAUL). 429, 452.
 SCHWARZ (B.). 336.
 SCHWARZ (Fr.). 136, 448.
 SCHWARZSCHILD (K.). 217.
 SCHWERER. 434.
 SEABROKE. 123.
 SEARLE (A.). 329.

MM.

SEARLE (Rév. G.-M.). 319, 439.
 SEELIGER (H.). 25, 108, 112, 216, 219, 330.
 SEYDLER (A.). 45, 180, 218.
 SEDANOW. 329.
 SIDGRAVES (le P.). 215.
 SOCOLOFF (A.). 232.
 SPENCER (HERBERT). 213.
 SPITALER. 411.
 SMITTA (E.-J.). 135, 251.
 SPOERER (G.). 26, 179, 233, 372.
 STANLEY (WILLIAMS). 366.
 STARR. 452.
 STOCKWELL (J.-N.). 439, 442.
 STEINHEIL (A.). 390.
 STEPHAN (E.). 174, 404.
 STERNACK (R. von). 224.
 STONE (E.-J.). 121, 127, 248, 452.
 STONE (O.). 328.
 STROOBANT (PAUL). 391.
 STRUVE (L.). 22.
 STRUVE (H.). 19, 45, 305, 335.
 STRUVE (O.). 47.
 STUMPE (OSCAR). 447.
 STUYVAERT. 137.
 SWIFT (LEWIS). 217.
 SY (F.). 118, 172, 408. Observations de planètes et de comètes, 378.

T

TACCHINI (P.). 116, 132, 237, 258, 399, 406, 407.
 TAGERT. 452.
 TAIT (P.-G.). 452.
 TEBBUT (J.). 120, 181, 183, 246, 330, 371.
 TENNANT (général). 122, 127, 252, 363.
 THACKERAY. 120.
 THIRION (le P. J.). 215.
 THOLLON (L.). 209.
 THOME (J.-M.). 30.
 THOMPSON (W.). 452.
 THOULET (J.). 117.
 THURY. 43.
 TIETJEN. 23.
 TILLO. 116.
 TISSERAND (F.). 112, 116, 117, 419, 452.
 Sur les noyaux de la grande comète II de 1882, 54. Sur un théorème de M. Harzer, 225. Sur un point de la « Théorie de la Lune » de Delau-

265. Sur la nutation diurne, 278. uestion de la variabilité des la- es devant l'Association géodé- internationale, 341. Hypothèses agrange sur l'origine des comètes s acrolithes, 453. DAVID-P.). 38, 175, 359. z (colonel). 245. (GÉLION). 433. r (C.). 118, 172, 396, 398, 399. Observations de planètes et de ètes, 377. LOT. 408. Phénomènes observés sатурne vers l'époque du passage oleil et de la Terre par le plan s anneaux en 1877-1878, 147, 185. IDGE (J.). 37. r (H.-H.). 119, 126, 127, 176, 248, 395. v. 452.	MM. WANGERIN. 140. WATERS (A.). 452. WEINER (S.-W.). 26. WEISS (E.). 139. WENDEL (O.-C.). 443. WESLEY (W.-H.). 129. WHITE (E.-J.). 178. WILSING. 21, 26, 112, 180. WILSON (H.). 123. WINLOCK (MISS ANNA). 212. WINLOCK (W.-C.). 214. WINTERHALTER. 37. WISLICEYUS (W.). 178. WOLF (C.). 214. WOLF (MAX). 470. WOLF (R.). 26, 115, 180, 330, 376. WOLFER (A.). 26. WOODWARD (R.-S.). 39.
U	Y
AFF (MILTON). 138.	YENDEL (P.-S.). 29, 31, 32, 33, 321, 322, 327, 328, 440, 441.
V	Z
INER (W.). 24, 112, 139, 432. F.-W.). 41. EAU (Y.). 452. (H.-C.). 35, 46, 399, 443.	ZELBR (K.). 44, 45. ZENGER (C.-V.). 116, 404, 408. ZINGER (N.). 334. ZOELLNER (F.). 452. ZOEPPRITZ (K.). 452. ZWINK (MAX.). 232.
W	
(THÉODORE). 260.	

TABLE DES PLANCHES.

ies I et II, p. 348.

ERRATA ET ADDITION.

- 8, dernière ligne, *au lieu de* : 15 octobre, *lisez* : 25 août.
111. Le spectre de Thollon a été comparé à la 2^e édition du spectre de
land.
54, ligne 6, *au lieu de* : c_0 , *lisez* : C_0 .

FIN DU TOME VII.

www.libtool.com.cn

www.libtool.com.cn

www.libtool.com.cn

www.libtool.com.cn

www.libtool.com.cn

www.libtool.com.cn

www.libtool.com.cn