

COMMUNICATIONS ET LECTURES.

Determination de la constante de l'aberration et calcul de la vitesse du système solaire au moyen des observations de Struve; par F. Folie, membre de l'Académie.

Il est deux constantes dont les astronomes se préoccupent beaucoup depuis une dizaine d'années surtout, et dont ils attendent avec une légitime impatience de nouvelles déterminations : ce sont les constantes de l'aberration et de la parallaxe solaire.

Leur produit est égal à la circonférence de l'équateur terrestre, divisée par la vitesse de la lumière, c'est-à-dire à une constante que l'on peut considérer comme connue à deux ou trois dix-millièmes près de la valeur.

Les valeurs qui ont été adoptées par les astronomes, 20.47 et 8.80, ne satisfont pas à cette condition; elles donnent 180.14, tandis qu'on trouve 180.25 par la relation précédente, en admettant que la vitesse de la lumière est égale à 299.9 kilomètres par seconde.

Ces deux constantes doivent varier en sens inverse l'un de l'autre. Or, fait étrange, il y a chez les astronomes, depuis le commencement du siècle, une tendance générale à augmenter les valeurs primitivement admises pour l'une et pour l'autre.

De la valeur de la parallaxe solaire $8''.57$ donnée par Encke, on a passé à $8''.86$; de celle de l'aberration $20''25$ donnée par Delambre à celle de Struve, $20''445$, puis à $20''47$; beaucoup d'astronomes adoptent même $20''5$.

La question de la parallaxe solaire fera probablement un pas après la discussion des observations qui se poursuivent activement dans les deux hémisphères sur la planète Eros.

Je ne m'en occuperai pas ici. Mon but est de chercher à déduire, des observations mêmes de Struve, une valeur de la constante de l'aberration qui soit à l'abri du reproche que je fais à la résolution effectuée par l'illustre astronome de ses équations de condition.

Depuis de nombreuses années, je suis frappé de la discordance des valeurs qu'il a trouvées par chacune des séries de ses observations, si précises cependant, sur sept étoiles. L'erreur probable d'une déclinaison observée s'élève, en effet, en centièmes de seconde, à 14, 17, 11, 15, 12, 15, 9 pour chacune d'elles, et les valeurs de la constante de l'aberration varient néanmoins entre 20''595 et 20''504.

Longtemps j'ai cherché en vain la raison de ces discordances; j'avais cru la trouver dans la négligence de la nutation initiale (eulérienne et chandlérienne). Après avoir cherché à éliminer autant que possible cette influence dans les séries qui s'y prêtaient, je suis arrivé à trois valeurs assez concordantes, desquelles j'ai déduit, en moyenne, 20''457, valeur un peu inférieure seulement à celle de Struve, 20''445 (*).

J'étais un peu déçu et continuais à réfléchir à cette question importante.

Je me demandai alors si la raison des discordances qui se manifestent entre les valeurs déterminées par

(*) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique* (Classe des sciences), t. XXXI, p. 46, 1896.

Struve au moyen de ses observations sur sept étoiles différentes, ne se trouverait pas dans le mouvement absolu de celles-ci, c'est-à-dire si la vitesse de la lumière ne participait pas de celle de la source lumineuse, question qui, je pense, n'a encore été définitivement résolue ni par les physiciens ni par les astronomes, quoiqu'ils se prononcent en grande majorité pour la négative. Bientôt j'eus acquis cette même conviction.

Il ne sera pas hors de propos d'en démontrer ici le fondement au moyen des observations mêmes de Struve.

Si la lumière émise par l'étoile participe de la vitesse de celle-ci, il est aisé de voir que le terme de la variation en déclinaison qui en résulte est égal au rapport du mouvement propre ν en D à la vitesse V de la lumière, multiplié par la distance $\rho \cos \delta$ de l'étoile à la Terre projetée sur l'équateur.

Or

$$\rho = \frac{r}{\varpi} \quad \text{et} \quad \frac{2\pi r}{V} = k,$$

r désignant le rayon de l'orbite terrestre, k la constante de l'aberration, ϖ la parallaxe.

Le terme en question est donc

$$\Delta \delta = \frac{k \nu \cos \delta}{2\pi \varpi} = 5.3 \frac{\nu}{\varpi} \cos \delta.$$

Or, parmi les étoiles observées par Struve, il en est deux dont les mouvements propres en D sont très considérables :

$$\beta \text{ Cass.} - 0.192, \quad \nu \text{ Urs. maj.} - 0.165;$$

j'ai pris les plus faibles entre les différents mouvements propres indiqués par Struve.

Comme les ascensions droites de ces deux étoiles différent entre elles de 214° , et qu'elles sont situées l'une et l'autre à 100° environ de l'Apex du mouvement systématique, lequel est positif en déclinaison, les mouvements absolus de ces deux étoiles seront plutôt supérieurs qu'inférieurs aux mouvements propres déterminés par l'observation. Une erreur sur la constante de la précession de Bessel, préférable, du reste, à celle de Struve, n'altérerait ces mouvements propres que de $0''02$ à peine et en sens inverse pour les deux étoiles. En divisant les mouvements propres ci-dessus par les parallaxes 0.1 et 0.05 données par Struve, nous aurons pour

$$\begin{array}{l} \beta \text{ Cass.} \quad \frac{\nu}{\alpha} = -\frac{0.19}{0.10} = -1.9 \quad \Delta'\delta = -5'' \\ \nu \text{ Urs. maj.} \quad -\frac{0.16}{0.05} = -3.2 \quad -5'' \end{array}$$

Or, dans les observations de Struve, un résidu seulement atteint $1''$ pour chacune des deux étoiles.

Le terme $\Delta'\delta$ altérerait ces résidus d'une manière si considérable que la constante de l'aberration en serait modifiée de plusieurs secondes, ce qui est tout à fait inadmissible.

Il est donc bien établi, par les observations de Struve, que la lumière ne participe pas de la vitesse de l'étoile, et cette question, douteuse jusqu'à ce jour, est définitivement tranchée.

Ce n'était donc pas dans ce sens qu'il fallait chercher l'explication des discordances entre les sept déterminations de Struve, qui varient entre $20'4$ et $20'5$.

J'ai fini par me demander s'il n'y avait pas lieu de tenir compte, dans cette recherche, de l'influence de l'aberration systématique.

C'est une question dont je me suis beaucoup occupé et depuis longtemps déjà. J'ai, le premier, fait connaître les termes du second ordre provenant de la combinaison de l'aberration systématique avec la précession et la nutation (*).

Quant aux termes du premier ordre de cette aberration, il est clair qu'ils ne peuvent pas être déterminés par des observations sur une même étoile, puisqu'ils sont constants pendant un temps très long et rentreront nécessairement dans la correction du lieu moyen.

Mais je me suis dit que la négligence de ce terme, constant pour une même étoile, mais variable d'une étoile à l'autre, est de nature à altérer la valeur que l'on cherche. La constante de l'aberration, par exemple, dépend des variations de déclinaison de l'étoile observée; celles-ci, du lieu moyen adopté. Si ce dernier est erroné, toutes les variations le seront et, par suite, la constante de l'aberration le sera aussi.

Je ne doute nullement que les astronomes n'aient entrevu cette conséquence de la négligence du mouvement systématique dans la détermination de la constante de l'aberration, quoique Struve ne la mentionne aucunement.

Mais ce qu'ils n'ont pas vu, c'est qu'on pouvait éliminer l'influence de l'aberration systématique par la combinaison des observations de plusieurs étoiles. Celles de

(*) *Astr. Nachr.*, n° 2607. *Catéchisme correct d'astronomie sphérique. Revision des constantes de l'astronomie stellaire.*

Struve, au nombre de sept, se prêtent fort bien à cette élimination.

Je me suis proposé de faire usage, dans ce but, des déterminations de l'illustre astronome; je n'aurais pas le loisir de traiter complètement ses équations de condition, quoique ce soit la véritable voie à suivre; elle aurait le grand avantage de fournir les valeurs de la parallaxe de chaque étoile, en même temps que la vitesse systématique, et, bien probablement, de conduire à des parallaxes positives, ce qui n'est nullement le cas dans les équations de Struve, malgré le haut degré de précision de ses observations, et ce qui constitue cependant le plus sûr critère d'une bonne détermination. Mais ce procédé exigerait la résolution de 256 équations de condition à 19 inconnues au moins.

Si un jeune astronome veut produire une œuvre profitable à la science et à lui-même, il pourra compléter mon travail dans ce sens.

Pour arriver à une solution provisoire du problème proposé, j'ai admis :

1° Que la somme des erreurs moyennes sur les déclinaisons adoptées est nulle, hypothèse réalisée à peu près dans les erreurs moyennes déterminées par Struve;

2° Que la parallaxe de chacune de ses étoiles a la valeur qu'il lui attribue;

3° Que l'ascension droite de l'Apex est de 260°, et que sa déclinaison D est déterminée par

$$T = \operatorname{tg} D = 9.8 \text{ en log.},$$

ce qui correspond à $D = 52^{\circ}15'$.

J'ai négligé la correction de la constante de la nutation, qui est tout à fait insignifiante, et le mouvement

propre de l'étoile, qui s'élimine à bien peu près, Struve ayant pris pour origine du temps le temps moyen des observations de chaque série.

Dans ces conditions, l'équation posée par Struve (p. 264) se réduira à

$$x + ay + bp = n,$$

et deviendra, en tenant compte du mouvement systématique,

$$x + k'[\cos(A - \alpha) \sin \delta - T \cos \delta] + ay + bp = n.$$

x est la correction de la déclinaison moyenne adoptée, y celle de la constante de l'aberration supposée égale à 20''5, p la parallaxe de l'étoile, k' la constante réduite (c'est-à-dire projetée sur l'équateur) de l'aberration systématique. A, D sont les coordonnées équatoriales de l'Apex.

En posant

$$x + k'S \quad \text{ou} \quad x + k'[\cos(A - \alpha) \sin \delta - T \cos \delta] = x',$$

notre équation sera identique à celle de Struve; nous pourrons donc faire usage de ses résolutions en y changeant x en $x + k'S$.

Voici le tableau des étoiles observées par Struve avec les valeurs correspondantes de S et les parallaxes probables p :

		α	δ	A- α	S	p
1)	β Cass.	0°41'	58°16'3	239°49'	- 0.4813	0.10
2)	δ »	18 52	59 24.3	241 8	- 7314	0.08
3)	ν U. M.	144 54	59 47.0	115 6	- 6844	5
4)	ι Drac.	230 21	59 31.5	29 39	+ 0.4289	8
5)	ϵ »	275 24	58 42.6	-15 24	+ 4963	4
6)	ν »	282 13	59 11.7	-22 13	+ 4721	5
7)	λ Coph.	298 13	58 25 4	-38 13	+ 3389	3

Les équations de Struve deviendront, en les divisant

toutes par le coefficient de x et en y ajoutant le terme en k' :

$x - 0.02595$	$y - 0.4113$	$k' = -0.5945$	$x - 19.295$	$y - 0.4813$	$k' = 1.080$
$+ 0.01862$	$- 0.7134$	$= -0.1254$	$+ 24.830$	$- 0.7134$	$= -1.345$
$+ 0.2424$	$- 0.6840$	$= -0.4634$	$+ 4.630$	$- 0.6840$	$= -0.5628$
$+ 0.3833$	$+ 0.4290$	$= 0.0199$	$+ 4.592$	$+ 0.4290$	$= -0.108$
$+ 0.5470$	$+ 0.4963$	$= 0.1344$	$+ 4.585$	$+ 0.4963$	$= 0.1404$
$+ 0.1024$	$+ 0.4721$	$= 0.3579$	$+ 6.564$	$+ 0.4721$	$= -0.2233$
$+ 0.13645$	$+ 0.3389$	$= -0.1236$	$+ 6.706$	$+ 0.3389$	$= -0.7957$

On en tire, en faisant $\Sigma x = 0$:

$$1.4043 y - 0.1605 k' = -0.7987$$

et

$$20.6125 y - 0.1605 k' = -0.1144,$$

d'où

$$y = + 0.0044, \quad k' = 5.016.$$

La constante de l'aberration serait donc $k = 20''5044$, supérieure de $0''06$ à très peu près à celle de Struve.

En multipliant k' par $\frac{2\pi}{k}$, on trouvera la vitesse systématique réduite σ'_2 exprimée en rayons de l'orbite terrestre, $\sigma'_2 = 1.557$, et, en multipliant cette dernière par la sécante de la déclinaison de l'Apex, on aura la vitesse systématique $\sigma_2 = 1.818$, valeur qui se rapproche sensiblement de celle qui a été estimée par Struve et par Argelander.

On n'a pas encore songé, je pense, à déduire la vitesse systématique des positions apparentes observées pendant un ou deux ans seulement.

Si cette dernière détermination m'inspire une assez grande confiance, il n'en est pas de même de celle de la constante de l'aberration. Struve n'a naturellement pas tenu compte des termes solaires qui ne sont connus que depuis les découvertes de Chandler; pour déduire de ses observations une valeur correcte pour la constante de l'aberration et pour la parallaxe des étoiles, l'introduction de ces termes serait indispensable.

Je me propose de revenir sur ce sujet.