

## COMMUNICATIONS ET LECTURES.

*Détermination de la constante de l'aberration, de la parallaxe de la polaire, de la vitesse du système solaire, et des constantes de la nutation diurne, au moyen des observations de latitude de Gylden et de Peters à Poulkova; par F. Folie, membre de l'Académie.*

Lorsque Bradley, au milieu du siècle dernier, découvrit la nutation annuelle, 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.

Il est vrai, d'une part, que Bradley ne pouvait pas bien établir la théorie de la nutation, quoique Newton eût déjà soupçonné l'existence de ce mouvement, et que Römer crût l'avoir constaté dans ses observations; d'autre part, que nul astronome contemporain n'était en mesure d'observer, comme lui, avec assez de précision pour vérifier sa découverte.

L'époque actuelle est bien moins ingrate pour les chercheurs; la théorie est beaucoup plus développée et plus universellement connue; les observations ont atteint un tel degré d'exactitude que l'astronome peut affirmer

aujourd'hui que ses déterminations ne sont guère erronées de plus du dixième de seconde d'arc.

Aussi, lorsque j'eus établi en 1884 la théorie de la nutation diurne, tout persuadé que j'étais que son coefficient devait être assez faible, je ne tardai pas à acquérir la conviction que je n'attendrais pas, comme Bradley, pendant dix ans, que ma découverte, bien inférieure cependant à la sienne en importance numérique comme en mérite, fût universellement reconnue par les astronomes.

Après que j'eus affirmé (\*), en ces termes très explicites, l'existence de la nutation diurne, un savant autorisé me fit l'honneur de discuter publiquement les preuves que j'en avais données : sa conclusion fut : « je crois » pouvoir affirmer que l'existence de la nutation diurne » n'est en rien démontrée jusqu'à présent » (\*\*).

J'ai répondu à sa critique (\*\*\*), et n'y reviens que sur un seul point, que je n'avais pas eu le loisir de traiter alors : si l'on applique correctement la nutation diurne seule à toutes les différences entre les  $\mathcal{R}$  ou les déclinaisons consécutives d'une même étoile, tirées de la Zone polaire d'Argelander, on trouve

	Constante.	Longitude du premier méridien.
Par les $\mathcal{R}$ . . . .	0''6	9 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> E. de Poulkova.
Par les déclinaisons .	0''4	11 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> —

(\*) *Annuaire de l'Observatoire royal pour 1890.*

(\*\*) *Astronom. Nachr.*, n° 2975. LEHMANN-FILHÈS : *Bemerkungen über die tägliche Nutation.*

(\*\*\*) *Astronom. Nachr.*, nos 2985 et 2986.

La seule détermination criticable, entre toutes celles que j'avais faites, établit donc encore, malgré le très petit nombre des équations de condition (23 seulement), l'existence de la nutation diurne.

J'ai tenu à rectifier ce point, et pour ma satisfaction personnelle, et pour la mémoire du savant illustre qui m'a initié le premier à l'astronomie pratique.

Que les astronomes qui nient la nutation diurne veuillent bien expliquer par quel merveilleux hasard toutes les déterminations que j'en fais, au moyen des observations les plus précises, concourent à donner très approximativement 10 heures pour la longitude orientale du premier méridien par rapport à Poulkova!

La critique, qui a porté chez la grande majorité des astronomes, et plus encore chez ceux qui n'entendent rien à la question, n'a nullement ébranlé ma confiance.

Mais, en présence de l'incrédulité presque générale, je me suis proposé de ne plus présenter aux astronomes que des preuves devant lesquelles ils dussent se rendre.

Quoique j'aie déduit les valeurs très concordantes ci-dessous des  $\mathcal{R}$  de la polaire observées par F. W. Struve à Dorpat, et de celles de  $\delta$  Petite Ourse et  $\delta$  51 Céphée observées par Wagner à Poulkova :

Observations.	Constante.	Longitude orientale du premier méridien.
de Struve	0''04	10 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> E. de Poulkova,
de Wagner	0''04	10 <sup>h</sup> E. de Poulkova,

je m'abstiendrai de résumer ici ces calculs, qui seront publiés ultérieurement, pour m'attacher exclusivement aux séries des latitudes de Poulkova, observées par Gylden et par Peters, et dont j'ai éliminé la nutation

initiale en prenant les différences entre deux latitudes déduites de deux passages consécutifs, ou à peu près, l'un supérieur, l'autre inférieur.

L'application de mes théories aux observations très précises de Gylden a pu être discutée d'une façon à peu près complète, et m'a conduit à des résultats qui paraîtront certainement probants aux astronomes, si, après les avoir examinés, ils ne se bornent pas à dire : « mon siège est fait ».

L'un de ces résultats, absolument neuf, est la détermination de la vitesse et de la direction du système solaire. Détermination obtenue pour la première fois par un calcul direct, et qui a donné, pour l'AR de l'Apex, un angle de  $277^\circ$ , concordant parfaitement avec les meilleures déterminations déduites des mouvements propres des étoiles.

La vitesse que nous avons trouvée est deux fois plus grande que celle que Vogel (\*) a déduite des vitesses propres que le spectroscopie lui a fournies pour un certain nombre d'étoiles, mais elle est la même que celle que d'autres astronomes ont déduite des mêmes observations de Vogel (\*\*).

Un autre résultat, excellent criterium également, est l'obtention d'une parallaxe positive de  $0'',05$  pour la Polaire.

Un troisième enfin, qui rétablit l'harmonie entre la vitesse bien connue de la lumière et la parallaxe du soleil, est la correction négative de  $-0'',037$  trouvée pour la constante de l'aberration.

(\*) *Astronom. Nachr.*, n° 5150.

(\*\*) *Monthly Notices*, vol. LIII, pp. 275-276.

Ces déterminations préalables ont été jugées nécessaires, afin de pouvoir déterminer la nutation diurne indépendamment des erreurs de réduction dont les observations pouvaient être affectées.

Car, à raison de sa petitesse ( $0'',04$  à  $0'',06$ ), la nutation diurne, dont la recherche constituait mon principal objectif, ne peut être bien déterminée, au moyen d'observations méridiennes, que si ces observations sont très précises et très correctement réduites.

La nutation diurne dépendant, en effet, des mêmes arguments que la nutation bradléenne, il en résulte plusieurs conséquences qui compliquent singulièrement la détermination de ses constantes.

On sait que tous les coefficients de Peters ont été calculés dans l'hypothèse d'une Terre solide, hypothèse incompatible avec l'existence de la nutation diurne.

Si cette dernière existe, c'est-à-dire si la Terre est fluide en dessous du noyau, il est certain, comme l'avait déjà pressenti W. Thomson, et comme M. Ronkar l'a démontré, que les coefficients des termes à courte période ne seront pas les mêmes que si la Terre était solide.

Parmi ces termes figurent ceux qui dépendent de la double longitude du Soleil, les seuls dont je m'occuperai.

Mais une seconde raison encore vient infirmer les valeurs attribuées par Peters à ses coefficients.

Ils se tirent tous de celle qu'il a déduite, pour le rapport  $\frac{C-A}{A}$ , de sa constante de la nutation.

Or, puisque la nutation diurne renferme des termes dépendants du nœud, il est bien probable que la négligence de ces termes n'a pas été sans influence sur la détermination de la constante de la nutation.

Indépendamment donc des deux constantes de la nuta-

tion diurne, si l'on veut les déterminer tout à fait exactement, on doit introduire, dans les formules de réduction, la correction de la constante de Peters et celle, au moins, des termes qui dépendent de la double longitude du Soleil.

Je laisserai de côté la correction éventuelle des autres termes; pour ceux qui dépendent de la simple longitude du Soleil, elle serait probablement insignifiante à raison de leur faiblesse même; et quant à celle des termes lunaires, elle entraînerait à de trop grandes complications; puis, l'influence de ces termes disparaît dans une longue série d'observations.

On voit donc que, si l'on voulait tenir compte de toutes les réductions et corrections que nous avons mentionnées, on aurait à effectuer la résolution, par les moindres carrés, d'un système d'équations de condition à neuf inconnues :

- 1° et 2° Direction de la vitesse systématique et constante de l'aberration systématique;
- 3° Parallaxe de l'étoile;
- 4° et 5° Constantes de la nutation diurne;
- 6° Correction de la constante de l'aberration;
- 7° Correction de la constante de la nutation;
- 8° Correction de la constante des termes qui dépendent de la double longitude du Soleil.
- 9° Correction de la déclinaison moyenne adoptée.

La résolution d'un tel système ne nous a paru ni pratique, ni utile; et nous avons préféré scinder le problème.

Éliminant d'abord, entre des couples convenablement choisis d'équations de condition, les termes de la parallaxe et de l'aberration systématique, dont les coefficients sont presque identiques, nous avons effectué une première

détermination provisoire des constantes de la nutation diurne.

Introduisant ces valeurs dans les équations de condition primitives, et laissant de côté les corrections des termes du nœud et de la double longitude du Soleil, nous avons déterminé les constantes de l'aberration systématique, la parallaxe de la polaire et la correction de la constante de l'aberration annuelle :

Constante réduite de l'aberration systématique. . . . .	$k' = 59''$
Parallaxe . . . . .	$\varpi = 0'' 0546$
Correction de la constante de l'aberration . . . . .	$= - 0'' 0372$
Correction de la déclinaison moyenne adoptée. . . . .	$w = - 0'' 05$

L'introduction de ces valeurs dans les 86 équations de condition nous a fourni un système qui ne renfermait plus que cinq inconnues : les deux constantes de la nutation diurne et les corrections de celles des termes du nœud, de la double longitude du Soleil, et de la déclinaison moyenne adoptée.

Les nouveaux résidus ainsi obtenus sont représentés par  $n_2$ . La somme de leurs carrés est

$$\Sigma n_2^2 = 4.47,$$

tandis que nous avons trouvé

$$\Sigma n_1^2 = 6.86,$$

après avoir réduit les résidus, déduits du Mémoire de Nyrén, des termes du second ordre de la nutation et de l'aberration annuelles, et

$$\Sigma n^2 = 5.66$$

en employant les résidus déduits directement du Mémoire de Nyrén.

Nous avons obtenu, par la résolution du nouveau système d'équations :

Coefficient de la nutation diurne  $\nu = 0'',0665$ ;

Longitude du premier méridien  $L = 12^h$  E de Poulkova;

Coefficient de correction  $(1 + f)$  des termes de la double longitude du Soleil :  $f = -0,08$ ;

Correction de la déclinaison adoptée :  $+ 0'',028$ .

Correction de la constante de Peters :  $+ 0'',003$ .

Les nouveaux résidus trouvés par la substitution de ces valeurs dans les équations de condition sont représentés par  $n_3$ , et l'on a

$$\Sigma n_3^2 = 4.82$$

Il semble donc que l'existence et la grandeur de la nutation diurne sont bien nettement démontrées au moyen de l'excellente série d'observations de Gylén.

Quoique d'autres déterminations que nous avons faites de ses constantes concordent bien avec ces derniers résultats, nous avons tenu à les confirmer en extrayant, des 86 équations de condition, trois séries de 60 chacune, les 60 premières, les 60 du milieu et les 60 dernières.

Ces trois séries ont donné :

1 <sup>o</sup>	2 <sup>o</sup>	3 <sup>o</sup>
$\nu = 0'',02$	0.02	0.07
$L = 11^h$	15 <sup>h</sup>	15.5 <sup>h</sup>

Nous n'avons pas calculé ici la correction de la constante de Peters, la période sur laquelle s'étend chaque série n'étant pas assez longue, ni celle des termes en  $2\odot$ .

J'ai appliqué la même méthode aux observations de Peters traitées par Chandler, qui en avait déduit une correction de  $+ 0'',065$  pour la constante de l'aberration.

Comme les séries qu'il avait groupées ne m'ont fourni que 42 équations de condition, j'ai supposé connues la longitude du premier méridien ( $10^h$  E de Poulkova), l'AR de l'Apex du mouvement systématique ( $280^\circ$ ), la parallaxe de la polaire ( $0'',05$ ); et j'ai calculé, d'après ces observations, la correction de la constante de l'aberration, le coefficient de la nutation annuelle et la constante réduite de l'aberration systématique.

Pour la première de ces inconnues, j'ai trouvé  $+ 0'',00095$ ;

Pour la seconde,  $+ 0'',255$ ;

Pour la troisième,  $+ 9''$ .

Cette dernière valeur est beaucoup moins forte que celle que j'ai déduite des observations bien plus précises de Nyrén; la seconde, beaucoup trop forte.

Les résultats qui précèdent sont probants.

Ils constituent, avec mes travaux inédits, mentionnés ci-dessus, sur les observations de Struve et de Wagner, le terme de mes recherches dans cette direction.

On a vu de quelles difficultés celles-ci sont hérissées; difficultés matérielles surtout.

Or, je ne dispose pas de calculateurs pour m'aider dans ces travaux, et je ne puis effectuer par moi-même les milliers de multiplications et d'additions qu'ils exigent.

Jusqu'à présent, j'ai pu être aidé puissamment par le zèle dévoué, acharné dirais-je volontiers, de quelques-uns de mes astronomes, qui, malgré le discrédit dans lequel tout le monde, autour d'eux, jetait mes théories, ont

continué à les suivre et à me seconder avec une entière confiance.

Aujourd'hui, je ne le puis ni ne le veux plus. Mon siège aussi, à moi, est fait, et je ne le recommencerai pas.

Demain, ou un peu plus tard, quelque astronome de poids, et il suffira d'un seul, étudiant avec soin mes travaux, trouvera son chemin de Damas, et proclamera la vérité, qui éclatera alors à tous les yeux.

Une bonne part de mérite en reviendra à mes dévoués collaborateurs, et tout particulièrement à M. Niesten et à M. Bijl; je les remercie cordialement de leur concours, et leur en conserverai une reconnaissance inaltérable.

Peut être des astronomes, ébranlés mais non convaincus encore par ces derniers résultats, voudront-ils les vérifier par d'autres séries d'observations. Pour pouvoir en tirer des conclusions un peu certaines, ces observations doivent avoir une précision à peu près égale à celle des dernières observations dont nous avons fait usage, celles de F. W. Struve, de Wagner et de Gylden, et il serait très avantageux qu'elles ne s'étendissent que sur une période d'un an environ, tout en étant suffisamment nombreuses.

Pour moi, il est une seule recherche que je désirerais ardemment pouvoir faire, aussi bien quant à la nutation diurne que quant à la nutation initiale, qui sont enchevêtrées l'une dans l'autre : c'est l'observation, à quelques heures d'intervalle, d'étoiles très voisines du pôle. Ces observations, dont j'ai fait l'essai à Cointe, où elles sont possibles grâce à l'ouverture de la lunette méridienne (7 pouces), sont absolument indépendantes, non seulement des erreurs de réduction, mais encore des erreurs instru-

mentales, si l'on observe les différences de hauteur et d'azimuth de deux étoiles.

Malheureusement, elles sont impossibles à Uccle avec les instruments actuels, et il faudra attendre, pour pouvoir les y faire, que l'Observatoire soit muni d'une lunette fixe d'une ouverture suffisante.

Afin de mettre les astronomes à même de vérifier nos calculs, ou de les appliquer à d'autres séries, nous considérerons ici les formules dont nous avons fait usage dans la réduction de la demi-différence des latitudes obtenues par un passage supérieur et un passage inférieur  $\left(\frac{s-i}{2}\right)$  à peu près consécutifs.

Je supposerai cette demi-différence corrigée des termes du second ordre de l'aberration et de la nutation, et la désignerai, ainsi corrigée, par  $n$ ; cette correction est, pour la réduction au lieu apparent, égale à

$$-\frac{1}{4} \sin 2\delta(\Delta\alpha)^2.$$

Le terme qui dépend de la correction  $x$  de la constante de l'aberration sera désigné par  $ax$ ; celui qui provient de la combinaison de l'aberration annuelle avec l'aberration systématique par

$$cy = -kk' \operatorname{tg} \delta \sin(A' - \alpha) \{ \cos \varepsilon \cos \alpha \cos \odot + \sin \alpha \sin \odot \},$$

$k$  étant la constante de l'aberration annuelle,  $k'$  la constante réduite de l'aberration systématique.

Si l'on veut déterminer  $A'$ , au lieu de le prendre égal à  $280^\circ$ , on aura deux inconnues au lieu de  $y$ .

Le terme de la parallaxe sera désigné par  $b_{\pi}$ .

Ceux de la nutation diurne par

$$-\xi\Sigma_1 + \eta\Sigma_2,$$

$\xi$  et  $\eta$  étant le coefficient  $\nu$  de la nutation diurne multiplié respectivement par le sinus et le cosinus de  $(2L + \alpha)$ , et  $L$  la longitude orientale du premier méridien par rapport au lieu de l'observation.

On pourra se borner à prendre, en longitudes *vraies* :

$$\begin{aligned}\Sigma_1 &= -1.155 - 0.154 \cos \Omega + 0.36 \cos 2\odot \\ &\quad + 0.82 \cos 2\mathbb{C} + 0.14 \cos (2\mathbb{C} - \Omega) + 0.15 \cos (\mathbb{C} - \Gamma'), \\ \Sigma_2 &= -0.118 \sin \Omega + 0.159 \sin 2\odot \\ &\quad + 0.89 \sin 2\mathbb{C} + 0.18 \sin (2\mathbb{C} - \Omega).\end{aligned}$$

Cela posé, l'équation de condition est, abstraction faite de la correction des termes en  $\Omega$  et en  $2\odot$  :

$$ax + cy + b_{\pi} - \Sigma_1\xi + \Sigma_2\eta + w + n = 0,$$

équation dans laquelle  $w$  représente la correction de la déclinaison moyenne adoptée.

*Recherche correcte de la Constante de l'aberration par des observations dans le premier vertical; par F. Folie, membre de l'Académie.*

Un fait m'a toujours frappé d'étonnement depuis quelques années : c'est, d'une part, la valeur très forte que l'on trouve généralement pour la constante de l'aberration par les observations dans le premier vertical; d'autre part, la discordance énorme entre les résultats fournis à un même