

## PRÉCIS HISTORIQUE

DE LA

# DÉCOUVERTE DE LA NUTATION DIURNE

---

Après avoir déterminé, dans notre *Revision des constantes de l'astronomie stellaire*, tant au moyen des observations de F.-W. Struve en ascension droite, qu'au moyen de celles de Peters et de Gylgén en déclinaison, les constantes de la nutation diurne, de telle sorte qu'on peut en faire usage, avec confiance, dans la réduction des observations de précision, il nous sera permis de jeter un coup d'œil en arrière, et de rappeler les pénibles étapes que nous avons eu à parcourir avant d'atteindre ce but de nos efforts.

En 1882, frappé par la lecture d'un passage d'un ouvrage scientifique, duquel il nous semblait, à tort, résulter qu'il restait un point obscur dans la théorie du mouvement de rotation de la Terre, l'idée nous vint de chercher à l'éclaircir par l'hypothèse d'une Terre composée d'un noyau solide à l'intérieur, plus ou moins fluide à la surface, et recouvert d'une écorce solide.

Dans cette hypothèse, la nutation diurne, niée avec raison

( 19 )

par Laplace, et, postérieurement, par M. Tisserand, pour une *Terre solide*, pouvait acquérir une valeur appréciable, mais que l'observation seule était capable de déterminer.

Dans notre premier travail sur ce sujet, une erreur de signe nous amena à conclure *a priori* à l'existence de la nutation diurne (\*).

Heureuse erreur! Car elle nous induisit à confirmer cette existence par les observations.

Quand nous l'eûmes rectifiée, et constaté qu'on ne pouvait rien affirmer *a priori* quant à l'existence de la nutation diurne, nous avons heureusement déjà acquis, par la comparaison d'un grand nombre d'observations, la conviction qu'elle n'est pas inappréciable, et nous pouvions en développer la théorie en même temps que les applications.

Nous avons successivement exposé la première dans notre *Théorie des mouvements diurne, annuel et séculaire de l'axe du monde*, 1<sup>re</sup> partie, 1884; dans notre *Traité des réductions stellaires*, 1888; enfin dans notre *Revision des constantes de l'astronomie stellaire*, 1896; les secondes dans un grand nombre de notices de cet *Annuaire*, depuis 1888, du *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, du *Bulletin astronomique*, des *Astronomische Nachrichten*, des *Monthly Notices* et de *Science*, de New-York.

C'est en 1889 que nous avons affirmé catégoriquement l'existence de la nutation diurne (\*\*).

Notre affirmation a été contredite par un astronome très distingué (\*\*\*). Un seul point de sa critique était fondé : celui

(\*) Voir TISSERAND, *Mécanique céleste*, t. II, p. 426.

(\*\*) Notices extraites de l'*Annuaire* pour 1890.

(\*\*\*) *Astronomische Nachrichten*, nos 2975, 2985 et 2988.

relatif à la détermination de la nutation diurne par les ascensions droites d'étoiles de la zone polaire d'Argelauder. Nous supprimerons cette détermination dans le résumé suivant, de même que celles qui reposent sur la comparaison des catalogues de Paris et de Washington. Ces catalogues, fondés sur des systèmes de réduction différents, sont, par là même, impropres à la détermination d'une quantité aussi délicate que la nutation diurne. La comparaison de ceux de Bruxelles et de Washington, établis sur un système identique de réduction, a fourni, au contraire, des résultats excellents. (Voir l'*Annuaire* pour 1890.)

Les astronomes jugeront si les preuves que nous donnions de l'*existence* de la nutation diurne n'étaient pas assez grandes pour qu'on s'occupât, dans les grands observatoires, à chercher à en déterminer les constantes.

Un second fait, qui a détourné les astronomes de l'examen de cette question, est la publication de mon article : *Une preuve inattendue de la nutation diurne* (ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN, n° 2048). J'y avais expliqué, au moyen de celle-ci, les azimuts systématiques des mires de Strasbourg, croyant que les heures étaient données en temps sidéral. Or, elles l'étaient en temps moyen. Je ferai remarquer, à ce sujet, que la preuve n'en existe pas moins en partie, si, comme il est à supposer, le nombre des observations a été plus considérable vers les équinoxes que vers les solstices.

Je tiens à ajouter enfin que, si les longitudes du premier méridien, déterminées par diverses séries fort nombreuses d'observations, ne sont pas toujours très concordantes, cela tient à la négligence de la nutation eulérienne dans le calcul de ces observations, nutation qui avait été considérée comme tout à fait insignifiante jusqu'en 1890, et qui affecte un caracté-

rière diurne dans les formules de Laplace, les seules qui soient correctes (\*).

C'est à cette époque que j'expliquai, par l'existence de cette nutation, les variations de latitude (\*\*) et, depuis lors, je l'ai éliminée dans mes déterminations de la nutation diurne.

Peut-être existe-t-il également un terme annuel dans les formules du mouvement de rotation de la Terre, non sous la forme que Chandler lui donne, et qui est théoriquement inexplicable, mais sous une forme beaucoup plus simple, terme qui proviendrait d'un déplacement du pôle d'inertie par suite de circonstances météorologiques (\*\*\*). En ce cas, ce terme devrait également être éliminé dans la recherche de la nutation diurne, par des combinaisons d'observations à six mois d'intervalle. C'est ce que nous avons fait dans notre détermination qui repose sur les observations de Gylden. Quant à celle qui résulte des observations de F.-W. Struve, elle est absolument indépendante de ces deux causes d'erreur, l'erreur de réduction, que nous avons découverte dans le *Numerus constans nutationis*, nous ayant obligé de procéder par différences entre deux observations séparées entre elles de quelques jours seulement.

Indépendamment de la concordance très remarquable de ces deux dernières déterminations, les astronomes jugeront si les suivantes n'étaient pas amplement suffisantes, je ne dis pas pour déterminer les constantes de la nutation diurne, mais pour pouvoir affirmer hautement l'existence de celle-ci, comme je l'ai fait dans l'*Annuaire* pour 1890.

(\*) Voir la notice précédente.

(\*\*) *Comptes rendus*, 27 mai 1890.

(\*\*\*) *Essai sur la variation des latitudes*, 1894.

MÉTHODES.	OBSERVATOIRES.	N <sup>a</sup> .	Longitude E. de Paris.
<b>En 1887.</b>			
Observation de la Polarissime.	Kieff.	0.209	9 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup>
»	Harvard Collège.	0.077	9.29
»	Bruxelles	0.10	10.25
»	Poukova	0.18	11.45
»	Id.	0.32	8.41
»	Greenwich.	0.12	10.17
»	Washington	0.17	11.36
»	Coruoba.	0.11	10.17
<b>En 1888.</b>			
Comparaison des catalogues en AR.	Poukova-Washington.	0.1638 ± 0.006	8.22 ± 9 <sup>m</sup>
»	Id.	0.2353 ± 0.006	8.36 ± 4 <sup>m</sup>
»	Bruxelles-Washington.	0.071	12.27 <sup>5</sup>
»	Washington	0.095	8.68
»	Cointe (Liège).	0.19	9.43
»	Id.	0.45	11.26
»	Id.	0.30	8.23
»	Id.	0.20	10.37

J'ajouterai la série des déterminations suivantes, d'après les observations en ascension droite, faites sur la *Polarissime* par M. Fabritius à quelques heures d'intervalle, en faisant remarquer que les valeurs trop faibles, fréquemment obtenues pour la longitude du premier méridien, proviennent bien certainement de la négligence de l'effet exercé, pendant cet intervalle de temps, par la nutation eulérienne (\*).

DATES.	$\nu$	L
17 juin 1879	0.122	11 <sup>h</sup> 5 <sup>m</sup>
20 » »	0.014	10 29,5
21 » »	0.104	9 51
22 » »	0.102	9 14
23 » »	0.076	10 32,5
1 juillet »	0.063	9 27,5
4 » »	0.119	12 33
7 » »	0.093	9 1,5
9 août »	0.030	8 37
17 » »	0.114	9 23
18 » »	0.128	8 44
MOYENNE .	0.0913	9 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup> ,6

J'ai déterminé également la nutation diurne au moyen des observations de Peters, bien inférieures à celles de Gylden,

(\*) *Revision des constantes de l'astronomie stellaire.*

sur la latitude de Poulkova (\*), et d'une série d'observations de la polaire, faites pendant un mois seulement, par Preuss, à Dorpat, observations notablement moins précises que celles de F.-W. Struve (\*\*).

Les unes et les autres m'ont donné, par la constante de la nutation diurne, un coefficient trop fort; toutes deux ont néanmoins donné 12 h. pour la longitude du premier méridien à l'E. de Poulkova.

Il a été dit ci-dessus que la comparaison des catalogues d'Europe et d'Amérique a donné de bons résultats quant à la preuve, tout au moins, de l'existence de la nutation diurne. Ceux de Bruxelles et de Washington, fondés sur un même système de réduction, ont même fourni une détermination très exacte de son coefficient :  $0''.07$ .

Lorsque M. Downing eut publié les différences systématiques qu'il avait trouvées entre les catalogues de Greenwich, de Melbourne et du Cap, je cherchai naturellement aussi à les expliquer par l'omission de la nutation diurne dans les formules de réduction.

Voici les résultats que j'ai obtenus (\*\*).

En adoptant pour coefficient de la nutation diurne  $\nu = 0''.075$  et pour longitude du premier méridien  $L = 11^h,5$  E. de Greenwich, et en corrigeant les résidus de la nutation diurne, j'ai trouvé pour la somme des carrés des nouveaux résidus,  $\sum D_i^2 = 0.23$ , tandis que ceux de Downing donnaient  $\sum D^2 = 0.51$ , quant aux catalogues de Melbourne et de Greenwich, et  $\sum D_i^2 = 0.726$ , tandis que pour les résidus D de

(\*) Notices extraites de l'Annuaire pour 1894.

(\*\*) Revision des constantes de l'astronomie stellaire.

\*\*\*) Voir la notice suivante.

Downing, je trouvais  $\sum D^2 = 1.588$ , quant aux catalogues de Melbourne et du Cap.

Les différences systématiques entre Greenwich et le Cap ne peuvent pas s'expliquer par la nutation diurne, à cause de la faible différence de longitude de ces Observatoires.

M. Gould a déduit, des déclinaisons qu'il a observées à Cordoba, une variation systématique dépendant de l'ascension droite, et représentée empiriquement par la formule :  $\Delta d = 0''.075 \sin(18^h + \alpha)$  (\*). Elle résulte des moyennes mensuelles obtenues pendant sept années consécutives, et ne peut donc s'expliquer par des corrections des termes de la nutation ou de l'aberration, moins encore par la variation de latitude, qui est la même pour toutes les étoiles, dans les observations méridiennes.

Mais la nutation diurne renferme un terme à facteur constant, correspondant au terme de précession, et l'expression de ce terme, en déclinaison, est

$$\Delta d = 1.155 \nu \sin(2L + \alpha),$$

$\nu$  désignant le coefficient de la nutation diurne.

Pour identifier cette expression avec celle de Gould, il faut faire  $\nu = 0''.065$ , valeur très correcte;  $L = 9$  h. (Cordoba)  $= 2\frac{1}{2}$  h. Poulkova, valeur trop forte d'une couple d'heures (\*\*).

Enfin, récemment, M. Ivanof signala les différences systématiques qu'il avait constatées en déclinaison entre le catalogue de Poulkova pour 1865 et les observations faites vers 1845 et ramenées à 1865. Ici encore, j'ai attribué ces

(\*) *Astronomical Journal*, n° 257.

(\*\*) *Annuaire pour 1894*, p. 349.

différences systématiques à la négligence de la nutation diurne dans les réductions, et j'ai cherché à déduire, de ces différences mêmes, les constantes de la nutation diurne; elles m'ont donné, pour la longitude du premier méridien, 11,3 h. E. de Poulkova (\*).

Au sujet des différences, parfois de deux ou trois heures, que l'on constate, dans le résumé précédent, entre les diverses déterminations de la longitude du premier méridien, nous tenons à faire remarquer à nouveau, la chose est importante, qu'elles proviennent bien certainement de la négligence de la nutation eulérienne dans ces déterminations.

L'ignorance où nous sommes encore, même quant à la véritable expression de cette nutation, malgré les innombrables travaux qu'a provoqués sa recherche, nous a absolument empêché d'en tenir compte.

Mais les concordances que nous avons obtenues, par les méthodes les plus diverses, dans nos déterminations de la longitude du premier méridien, sont certes assez remarquables, eu égard à cette difficulté, pour qu'il nous soit permis d'y voir une éclatante confirmation de l'existence de la nutation diurne.

Aussi avons nous cherché à en déterminer les constantes au moyen des deux meilleures séries d'observations d'une même étoile en ascension droite et en déclinaison, en éliminant la nutation eulérienne.

Celles dont nous avons fait usage sont les ascensions droites de la Polaire observées à Dorpat par F.-W. Struve (\*\*), et les

(\*) Notices extraites de l'Annuaire pour 1896.

(\*\*) Nous n'avons pas osé faire usage des excellentes observations de Wagner, parce que, d'après nous, elles sont incorrectement réduites, et même faites selon le procédé incorrect d'Oppolzer.

latitudes de Poulkova, déterminées par Gylden au moyen d'observations de la même étoile.

De la série de cent trente-trois couples d'observations en ascension droite réduites par Peters, nous avons déduit un résultat qui nous avait frappé d'étonnement: quoique la longitude du premier méridien (12 heures E. de Poulkova) nous semblât parfaitement correcte, le coefficient trouvé pour la nutation diurne nous paraissait beaucoup trop fort (0".17), de même que la correction des termes de nutation en  $2\odot$ . Comment expliquer ces résultats fâcheux?

Après y avoir réfléchi quelque temps, nous nous demandâmes si l'erreur de signe que nous avons constatée depuis plus de dix ans dans les termes en  $2\odot$  des formules de réduction de Peters (*Numerus constans nutationis*, page 12), et considérée, tant elle est grave, comme une simple erreur typographique, n'avait pas été commise par le célèbre astronome dans ses calculs de réduction.

A notre grande surprise, nous avons vérifié qu'elle l'a été!

Tout son travail eût donc été à refaire, et le nôtre également.

Afin d'éviter ce labeur au-dessus de nos forces (n'ayant pas un seul calculateur à notre service), nous nous sommes résolu à éliminer l'erreur de Peters, en prenant les différences entre les observations faites à quelques jours seulement d'intervalle, et dans lesquelles l'action de la Lune exerçait une influence assez grande pour permettre à la nutation diurne de s'y manifester, tandis que l'influence des termes fautifs en  $2\odot$  était éliminée. Nous avons obtenu, de cette manière, pour le coefficient  $\nu$  de la nutation diurne, et pour la longitude  $L$  du premier méridien ramenée à Poulkova

$$\nu = 0''.070 \pm 0.0019, \quad L = 11^{\text{h}}9^{\text{m}} \pm 7^{\text{m}} \text{ E. de Poulkova.}$$

N'est-il pas frappant que ce soit la valeur trop forte déduite, pour le coefficient de la nutation diurne, des données de Peters, qui nous a fait découvrir l'erreur commise par cet astronome éminent dans ses réductions, et que, cette erreur éliminée, nous ayons retrouvé, pour ce coefficient, presque identiquement la même valeur que celle déduite des excellentes observations de Gylden ?

L'élimination que nous avons été obligé de faire des termes en  $2\odot$ , a naturellement fait disparaître également ceux du nœud : circonstance fâcheuse, en ce qu'elle nous a empêché, à cause de cette erreur de Peters, de déterminer la constante de la nutation bradléenne en ayant égard à la nutation diurne.

Mais nous avons pu résoudre ce problème au moyen des excellentes observations de Gylden.

Cent cinquante-six couples de latitudes observées ont donné

$$\nu = 0''.062 \pm 0.0024, \quad L = 12^h 51^m \text{ E. de Poulkova,}$$

et, de plus, pour la correction de la constante de la nutation,  $-0''.009$ , ce qui réduit celle-ci à  $9''.213$ ; pour la correction du coefficient des termes en  $2\odot$ ,  $0''.0064$  (\*), et pour celle de la déclinaison ou moyenne adoptée par Gylden,  $0''.014$ .

En combinant ensemble les résultats déduits des observa-

(\*) Comme nous l'avons dit à maintes reprises, et, en dernier lieu, dans notre *Revision des constantes de l'astronomie stellaire*, les facteurs  $\frac{c-A}{B}$  et  $\frac{c-B}{A}$ , qui interviennent dans tous les termes de nutation, peuvent être considérés comme étant les mêmes pour ceux du nœud et pour la constante de la précession, à cause de la

tions de Struve et de celles de Gylden, résultats dont la concordance ne laisse rien à désirer, nous avons obtenu

$$\nu = 0''.0666 \pm 0.0013, \quad L = 12^h 16^m \pm 5^m \text{ E. de Poulkova,}$$

valeurs qu'on peut admettre avec confiance pour l'introduction de la nutation diurne dans la réduction des observations.

Car elles résultent, avec un accord inespéré eu égard à leur délicatesse, des deux meilleures séries d'observations que nous avons pu rencontrer, celles de F.-W. Struve, au nombre de cent trente-trois couples, en ascension droite, et celles de Gylden, au nombre de cent cinquante-six couples, en déclinaison, après en avoir éliminé, outre la nutation eulérienne, toutes les erreurs de réduction, à l'exception de celles que nous nous proposons de déterminer.

Aussi avons-nous cru pouvoir intituler l'une de ces deux dernières recherches : *Ma dernière détermination des constantes de la nutation diurne* (\*).

Si, après la lecture de ce précis historique, l'existence de la nutation diurne ne saute pas aux yeux des astronomes, franchement, je renonce à les convaincre davantage, et j'attendrai patiemment qu'ils cherchent eux-mêmes à expliquer autrement les variations de latitude qu'ils trouveront indubi-

longueur de la période des premiers, mais non pour les termes en  $2\odot$ , ni surtout pour ceux en  $2\mathcal{C}$ , parce que, pour la période relativement brève de ces termes, l'écorce et le noyau terrestre ne peuvent pas être regardés comme solidaires. Les coefficients de tous ces termes devraient donc être déterminés par l'observation.

(\*) Notices extraites de l'*Annuaire* pour 1895.

tablement, quoi qu'ils disent, dans les observations faites à six heures de distance en longitude, puisqu'ils ne les auront pas corrigées de l'influence de cette nutation.

Rares, mais non des moins distingués, sont les astronomes qui m'ont encouragé dans ma recherche de la nutation diurne, et m'ont aidé à porter le fardeau de l'indifférence ou de la critique.

Il m'est doux de leur en témoigner ma vive reconnaissance.

Je les citerai par ordre de date. Ce sont MM. O. Struve, Gylden (\*), Krueger, Gould, Pickering, Albrecht et Franz.

Dans ma pensée et dans mon cœur, j'y associe mes collaborateurs les plus assidus et les plus dévoués, MM. Niesten et Byl, ainsi que deux de mes anciens élèves, MM. Ronkar et Thewis, dont les lumières m'ont grandement aidé à éclaircir bien des points délicats de la théorie des deux nutations à courte période.

En dehors des personnes que je viens de nommer, de mes autres élèves, et de quelques amis dont les vœux m'accompagnaient dans mes efforts, je n'ai guère rencontré d'appui parmi mes compatriotes. Et, si ceux d'entre eux qui se proclament compétents n'ont pas ouvertement combattu la nutation diurne, tout au moins ont-ils, dans un point de doctrine incontestable, avancé, avec une assurance incroyable et une énergie digne d'une meilleure cause, que mes affirmations relatives à la supériorité de la méthode de Laplace étaient erronées, allant jusqu'à nier le caractère diurne de la nutation eulérienne dans les formules du grand géomètre, quoi-

(\*) *Annuaire* pour 1890, page 295.

que ce caractère eût été reconnu par Tisserand et par Oppolzer lui-même (\*). Si j'ai regretté ces attaques, c'est plutôt pour leurs auteurs et pour mon pays que pour moi-même.

La nutation diurne a même été qualifiée de microbe dans un rapport officiel et public.

S'il en a été parlé, dans un rapport subséquent, d'une manière plus équitable, mais surtout plus courtoise, ce n'a pas été sans les plus expresses réserves quant à son existence. Aucune publication belge n'en a, du reste, jamais dit un mot.

On conçoit, après cela, que j'aie dû poursuivre seul, avec le concours de deux collaborateurs dévoués, sans aucune aide matérielle, je puis même ajouter, malgré les obstacles qui ont été lancés sur ma voie, l'unique découverte astronomique que la Belgique puisse revendiquer.

Il est cependant deux Belges éminents qui m'ont soutenu de leurs encouragements dans la voie rude où je m'avançais sans relâche.

J'ai déjà eu l'occasion de rendre, dans une précédente notice, un pieux hommage à l'un d'eux, qui fut un homme d'état et un philosophe scientifique du plus grand mérite. Je renouvelle ici cet hommage du cœur, en même temps que l'expression des regrets que m'a causés la perte prématurée, ressentie par tout le pays, de ce protecteur éclairé des sciences (\*\*).

Le second est un des ingénieurs militaires les plus appréciés de l'Europe.

(\*) Voir la notice précédente.

(\*\*) Voir, dans l'*Annuaire* pour 1891, la notice sur Eudore Pirmez.

Quelle que fût, dès le début, ma foi dans ma découverte, j'aime à dire, avec gratitude, que les encouragements des savants que je viens de citer m'ont été un baume bienfaisant contre les blessures causées par l'indifférence des uns ou l'opposition des autres.

*F. F.*

---