

AMELIORATION DES CALCULS DE REDUCTION DES OBSERVATIONS A L'ASTROLABE.  
APPLICATION A LA DETERMINATION DES TERMES DE 18.6 ET 9.3 ANS DE LA  
NUTATION

Fernand Chollet  
Observatoire de Paris

ABSTRACT

Astrolabe observations made at Paris have been analysed to obtain more reliable values of the constants of nutation. A new method of reduction which takes account of variations in the zenith distance of the observations gave values for the 18.6 year and 9.3 year terms which are almost the same as those derived by classical methods, but for the annual and semi-annual terms the results are different. It is proposed to apply the new method to other series of observations.

INTRODUCTION

Depuis la mise en service des astrolabes de type Danjon, le problème essentiel posé par cet instrument est celui de la stabilité de la distance zénithale d'observation. Divers auteurs ont abordé ce problème de façon théorique (Sheepmaker, 1963.) ou proposé et réalisé des instruments plus stables (Thomas, 1967) et plus précis (Billaud et Guinot, 1971 ; Billaud et Llop, 1975). Mais, comme pour tous les instruments d'astrométrie, les effets de la réfraction sont mal connus et, souvent traités, faute de mieux, de façon peu satisfaisante eu égard à la précision instrumentale.

METHODE PROPOSEE

Il nous est apparu qu'une autre méthode pouvait être envisagée pour réduire, sinon éliminer, l'influence de ces instabilités, si elles existent. Le procédé consiste simplement à tenir compte d'une variation éventuelle de la distance zénithale pendant la durée de l'observation d'un groupe d'étoiles, en prenant ce taux de variation pour inconnue supplémentaire. Cette méthode n'est pas nouvelle puisque divers auteurs l'ont déjà proposée pour d'autres études (Chollet, 1970) ou pour les observations à l'astrolabe (Gubanov, 1975). A notre connaissance, c'est cependant la première fois que la méthode est vraiment mise en oeuvre après

quelques résultats préliminaires (Chollet, 1977). Ce procédé présente un avantage supplémentaire car, s'il est efficace, il pourra aisément être appliqué aux séries d'observations obtenues par divers astrolabes en fonction dans le monde depuis 1956. Il n'est d'ailleurs pas interdit de penser qu'il puisse être appliqué à d'autres instruments.

L'introduction de cette inconnue supplémentaire peut avoir pour effet de détruire la précision avec laquelle les inconnues, dites "principales", c'est à dire le temps et la latitude, peuvent être déterminées. Dans ce cas, l'amélioration est illusoire. L'un des buts de ce travail est de montrer qu'il n'en est rien. Les premiers résultats encourageants, obtenus, il a fallu dégager une méthode rapide pour effectuer la re-réduction de quelques 6500 groupes observés à Paris depuis 20 ans.

#### CALCULS DE REDUCTION

L'utilisation des données d'observations, archivées sur bande magnétique, était possible mais obligeait au calcul des 200 000 positions apparentes des étoiles observées depuis 1956. Nous avons gagné un temps considérable en utilisant les résultats des réductions obtenus par la méthode classique et archivés avec toutes les décimales résultant du calcul. Ces résultats permettaient de reconstituer les équations de conditions à trois inconnues. Il a donc suffi d'ajouter notre quatrième inconnue et de procéder à la résolution par moindres carrés. Aucun calcul de position apparente n'était donc nécessaire. Le gain appréciable sur les temps de calcul ainsi dégagé nous a donné les moyens de régler une question qui n'avait pu être abordée jusqu'à présent. Il s'agit du calcul de nouvelles corrections de lissage interne. On sait que ces corrections ont pour but de rendre comparables les résultats des groupes d'étoiles complètement et incomplètement observés et qu'elles doivent respecter un nombre de relations algébriques égal au nombre des inconnues. Les corrections dont nous disposions ne répondaient plus à ces critères et il était nécessaire de les recalculer. Sur la base des 1000 premières observations, comme pour les réductions "classiques", et en deux itérations, nous avons obtenu un nouveau jeu de corrections de lissage interne, et enfin procédé à la re-réduction de toutes les observations.

#### RESULTATS

La figure 1 montre, toujours pour les 1000 premiers groupes, l'histogramme des changements de poids classés en fonction des poids eux-mêmes. On constate qu'il y a une amélioration générale des poids. L'augmentation est, en moyenne de 0.67 alors que le poids moyen est de l'ordre de 2.5. Cela correspond à une variation de la dispersion qui passe de 0".20 à 0".18. Le gain est loin d'être négligeable et, en tous cas, du même ordre de grandeur que celui apporté par les améliorations techniques. Il faut noter toutefois que notre but est, non pas d'améliorer la précision interne, mais d'éviter au mieux que certains phénomènes parasites puis-

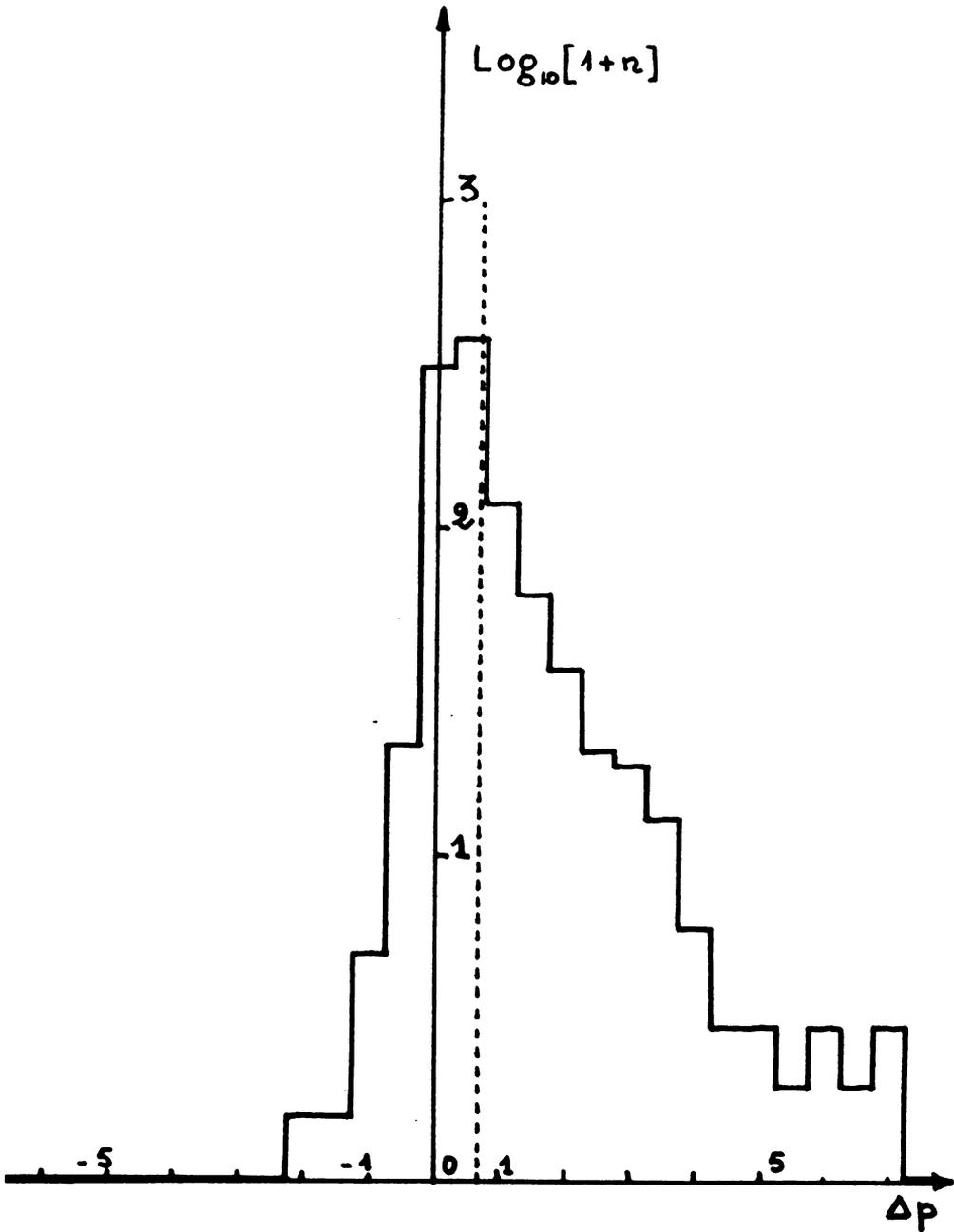


Figure 1: Histogramme des changements de poids, classés en fonction des poids eux-mêmes.

sent fausser les résultats qui nous intéressent. Le fait que la précision interne des observations soit améliorée est un indice de la validité de la méthode et de la réalité de ces effets perturbateurs. On doit encore remarquer que les variations de distance zénithale déterminées par ces calculs, bien qu'obtenues avec une précision plus faible que celle des autres résultats, sont loin d'être négligeables, puisqu'elles atteignent couramment  $0''.15$  à  $0''.20$  par heure. Il nous semble donc d'autant plus intéressant de tenir compte de ces variations de distance zénithale par ce procédé qu'il a l'avantage de compenser, à la fois, les variations instrumentales et les erreurs dans le calcul des variations de la réfraction. Si nous avons quelque peu détaillé les méthodes de calcul, c'est qu'il nous paraît important d'obtenir, avant toute analyse, des résultats aussi fiables que possible. Il apparaît que cette modification dans les méthodes de calcul représente un progrès non négligeable dans la réalisation de cet objectif.

Nous avons donc commencé l'analyse de ces nouveaux résultats et, en particulier, examiné si les constantes principales de la nutation pouvaient être mieux déterminées, et surtout si les corrections nouvelles, déduites de ces observations, changeaient. Pour ce calcul la méthode suivie est, cette fois, tout à fait classique (Guinot, 1958 ; Débarbat et Guinot, 1970 ; Capitaine, 1977) et utilise la méthode des différences de résultats d'observations de groupes d'étoiles observés la même nuit, par le même observateur. Le tableau 1 présente les valeurs des constantes de la nutation déduites de ces nouveaux résultats, ainsi que les valeurs obtenues à partir des résultats classiques. On constate que la précision donnée est du même ordre de grandeur dans les deux cas. Ce fait peut être, en partie, dû à ce que nous utilisons des moyennes annuelles des différences de résultats entre groupes consécutifs. Le fait de procéder à ce lissage tend très sûrement à dégrader la précision des résultats. Il est toutefois plus important de noter que si les termes de 18.6 et 9.3 ans de périodes sont pratiquement identiques dans les deux cas, il en va autrement des termes de périodes annuelles et semi-annuelle, malgré la mauvaise précision de leur détermination. Il semble donc bien que cette méthode de réduction des observations, si elle n'améliore pas la précision finale des résultats, les modifie sensiblement dans certains cas. Il est intéressant de noter que ce sont justement les termes qui ont le plus de chance d'être influencés par l'effet des divers phénomènes géophysiques saisonniers.

## CONCLUSION

Il serait donc instructif d'étendre cette méthode de réduction aux données d'observations d'autres astrolabes et peut-être même d'autres instruments. Un autre test que nous avons l'intention d'effectuer est d'évaluer la correction annuelle qu'il faudrait appliquer à ces nouveaux résultats pour les rendre comparables à ceux déduits des données du Bureau International de l'Heure. Enfin, s'il se confirme que cette méthode reste

Tableau 1

Argu. <sup>t</sup>	Nouvelle Méthode		Méthode Classique		
	Temps	Latitude	Temps	Latitude	
N sin ε	Ω	- 6.833 ± 0.011	- 6.840 ± 0.007	- 6.833 ± 0.009	- 6.839 ± 0.006
	2Ω	0.084	0.091	0.076	0.090
	L + w	0.021	0.014	0.009	0.004
	L - w	0.084	0.042	0.077	0.049
	2L	- 0.505	- 0.506	- 0.513	- 0.510
	3L - w	- 0.046	- 0.024	- 0.048	- 0.021
Ω	Ω	9.209 ± 0.011	9.216 ± 0.007	9.211 ± 0.009	9.215 ± 0.006
	2Ω	- 0.088	- 0.098	- 0.095	- 0.100
	L + w	- 0.024	- 0.009	- 0.038	- 0.010
	L - w	0.003	0.003	- 0.006	- 0.007
	2L	0.555	0.551	0.561	0.555
	3L - w	0.042	0.031	0.038	0.024

applicable, une analyse plus détaillée de ces nouveaux résultats sera entreprise. L'étude des nouvelles corrections de groupes, l'établissement d'un petit catalogue plus précis et enfin l'analyse des variations de la latitude et du temps, sont parmi les objectifs que l'on peut se fixer.

#### REFERENCES

- Billaud G., Guinot B. 1971, *Astron. and Astrophys.* 11, p. 241.
- Billaud G., Llop H., 1975, *Astron. and Astrophys.* 41, p. 237.
- Capitaine N., 1977, *Communication au Symposium UAI n° 78, Kiev.*
- Chollet F., 1970, *Astron. and Astrophys.* 9, p. 110.
- Chollet F., 1977, *Communication au Symposium UAI n° 78, Kiev.*
- Débarbat S., Guinot B., 1970 : "La Méthode des Hauteurs Egales en Astronomie". Gordon and Breach.
- Gubanov V.S., 1975 *Astron. Zh.* 52, p. 857.
- Guinot B., 1958, *Thèse Fac. Sci. Univ. Paris. Gautier Villars.*
- Sheepmaker A.C., 1963, *Publis. Geod. Netherl. Geod. Commis.* 1, p. 1.
- Thomas D.V., 1967, *Month. Notes Astron. Soc. South Africa*, 26, p. 2.