

PAUL DAMIANI

Observation de Sirius et crue du Nil dans l'ancienne Égypte

Journal de la société statistique de Paris, tome 134, n° 4 (1993),
p. 55-65

http://www.numdam.org/item?id=JSFS_1993__134_4_55_0

© Société de statistique de Paris, 1993, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Journal de la société statistique de Paris » (<http://publications-sfds.math.cnrs.fr/index.php/J-SFdS>) implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques
<http://www.numdam.org/>

OBSERVATION DE SIRIUS ET CRUE DU NIL DANS L'ANCIENNE ÉGYPTE

Paul DAMIANI

ancien secrétaire général des Sociétés de statistique de Paris et de France

Résumé

Dans cet article, nous avons montré comment, dans l'ancienne Égypte, le début de la crue annuelle du Nil pouvait être lié au lever héliacal de Sirius. Nous avons calculé les coordonnées de cette étoile dans le ciel depuis 12 000 avant J.-C. et nous avons proposé plusieurs dates possibles pour l'instauration du calendrier chronologique égyptien.

Abstract

In this paper, we showed how, in the ancient Egypt, the annual Nile's inundation was linked with the heliacal rising of Sirius. We calculated the coordinates of this star in the sky since 12,000 B.C. and we proposed many possible dates for the creation of the chronological egyptian calendar.

INTRODUCTION

La crue du Nil rythmait la vie de l'ancienne Égypte, car elle amenait, tous les ans, l'eau et les alluvions nécessaires à l'agriculture. Elle était annoncée par l'apparition de Sirius.

Nous allons étudier de quelle manière les prêtres liaient les observations de cette étoile et la date du début de l'inondation. Nous en déduirons quelques remarques sur le calendrier en cours dans l'ancienne Égypte.

Nous avons adopté une échelle des temps algébrique, exprimée en années : les dates sont positives ou négatives suivant qu'elles se situent après ou avant J.-C., la date 0 correspondant au début de l'an I de l'ère chrétienne.

Données générales

Crue du Nil

La crue du Nil débutait tous les ans, à date fixe, pour un lieu donné, cette date variant avec la latitude du lieu considéré.

D'après K. MICHALOWSKI, la première vague de la crue du Nil atteignait Memphis, puis Héliopolis, entre le 19 et le 21 juillet.

Suivant A. POCHAN, la crue débutait le 20 juillet (1^{er} thot) pour Thèbes (Haute-Égypte) et le 25 juillet (1^{er} mésori) pour Tanis (Basse-Égypte).

Calendrier

Les Égyptiens disposaient de deux sortes de calendriers :

- un calendrier chronologique d'une durée de 365 jours, comprenant 12 mois de 30 jours et 5 jours supplémentaires, appelés épagomènes par les Grecs. Le calendrier était appelé « mobile » car le premier jour de l'année se déplaçait par rapport aux saisons ;

- un calendrier tropique, où les saisons revenaient aux mêmes dates, analogue à notre calendrier.

Le calendrier chronologique aurait débuté le jour où la crue du Nil coïncidait avec le lever héliaque de Sirius, en grec Sothis. Suivant le dictionnaire¹, ce phénomène astronomique correspond au moment où l'étoile devient visible à l'aube, dans la région de l'horizon où le Soleil va se lever.

En admettant, en première approximation, que la durée de l'année est de 365,25 jours, l'inondation retardait d'un jour tous les 4 ans dans ce calendrier. La crue du Nil ne se produisait à nouveau le premier jour du calendrier qu'après un délai de : $\frac{365}{0,25} = 1\,460$ ans. Cet intervalle de temps est appelé « période sothiaque ».

Le collège des prêtres indiquait, tous les ans, quel était le jour, dans ce calendrier, où l'on pouvait observer le début de la crue du Nil.

Pour la plupart des égyptologues, la dernière coïncidence attestée, entre le premier jour du calendrier et le début de l'inondation, eut lieu en 139. On en déduit que les coïncidences antérieures ont eu lieu, approximativement, en : – 1320, – 2780, – 4240, etc.

Signalons que, d'après A. POCHAN, il y avait deux exemplaires du calendrier chronologique, l'un pour la Haute-Égypte, l'autre pour la Basse-Égypte et que la dernière période sothiaque attestée s'est terminée en 139, pour la Haute-Égypte, et en 284, pour la Basse-Égypte.

1. Grand Larousse encyclopédique en 10 volumes. Larousse, 1961.

OBSERVATION DE SIRUS ET CRUE DU NIL

- Pour la mise en service du calendrier, les dates de début de période sothiaque les plus souvent proposées sont : – 4240 et – 2780. Pour A. POCHAN, l'origine du calendrier est prédynastique.

Observation des étoiles

D'après K. MICHALOWSKI, la 1^{re} et la 16^e nuit de chaque mois, deux prêtres, placés sur la terrasse d'un temple, notaient la position de certaines étoiles, repérée par rapport à la tête et aux épaules d'une silhouette humaine. Une clepsydre divisait la nuit en 12 parties et une visée avait lieu à chacune de ces divisions.

Selon A. SLOSMAN, 7 positions étaient possibles pour l'étoile : le haut de la tête et, de chaque côté, l'oeil, l'oreille et l'épaule de la silhouette. De plus, afin de tenir compte de la lumière crépusculaire, les observations sur une étoile ne se faisaient que lorsque le Soleil était à 15°, au moins, au-dessous de l'horizon.

Sirius, crue du Nil et calendrier

Durée réelle de la période sothiaque

L'année tropique étant égale à 365,242 2 jours, la période sothiaque réelle a pour valeur : $\frac{365}{0,242\ 2} = 1\ 507$ ans.

Les dates de début des périodes sothiaques varient avec la date t_n de la dernière coïncidence attestée entre le premier jour de l'année et la crue du Nil :

- pour $t_n = 139$, nous trouvons les dates approchées suivantes : – 1370, – 2880, – 4380, – 5890, etc. ;
- pour $t_n = 284$, nous obtenons : – 1220, – 2730, – 4240, – 5740, etc.

Paramètres de position des étoiles

On trouvera, dans l'annexe 1, un rappel de quelques définitions en astronomie. Les paramètres de position des étoiles, utilisés dans cette étude, sont les suivants. La hauteur de l'étoile est définie par sa déclinaison δ , c'est l'angle de l'équateur céleste avec la direction de l'astre, comptée le long du cercle horaire, de l'équateur vers le pôle ; elle est positive pour l'hémisphère nord, négative pour l'hémisphère sud. Nous appelons, de plus :

– z , l'angle entre, d'une part, le méridien passant par le solstice d'été et, d'autre part, le cercle horaire. C'est l'ascension droite mesurée à partir du solstice d'été au lieu de l'équinoxe de printemps ;

OBSERVATION DE SIRUS ET CRUE DU NIL

– u , l'angle entre, d'une part, le demi-cercle passant par les pôles et le nadir du point d'observation et, d'autre part, le cercle horaire. C'est l'angle horaire mesuré à partir du demi-cercle défini par le nadir au lieu du zénith ;

– u_0 , la valeur de l'angle u précédent, au lever de l'astre.

Les angles z , u , u_0 sont comptés positivement dans le sens du mouvement diurne apparent.

Suivant une méthode indiquée dans l'annexe 2, nous avons calculé les valeurs de ces paramètres pour Sirius, en grec Sothis, étoile α du Grand Chien (α Canis major). Les mesures ont été faites tous les 2 000 ans, depuis – 12000 jusqu'à 2000, date correspondant à l'époque actuelle. Ces valeurs figurent dans le tableau 1.

Nous remarquerons que la variation moyenne de z , pour une période de 1 500 ans, est égale à 20° .

Tableau 1. Variations dans le temps
des paramètres de position de Sirius

Unité = degré

Date t	δ	z	u_0
2000	– 16	– 8	100
0	– 17	13	100
– 2000	– 22	35	104
– 4000	– 31	58	110
– 6000	– 41	81	120
– 8000	– 52	107	137
– 10000	– 60	140	180
– 12000	– 65	182	...

Pour le Soleil, les valeurs des paramètres ne dépendant pas de la date d'observation, en première approximation. Elles varient seulement avec le jour de l'année. On trouvera, dans le tableau 2, ces valeurs notées δ^* , z^* , u_0^* , pour le 20 et le 25 juillet.

Tableau 2. Paramètres de position du Soleil
le 20 et le 25 juillet

Unité = degré

Jour de l'année	δ^*	z^*	u_0^*
20 juillet	21	– 29	77
25 juillet	20	– 34	78

OBSERVATION DE SIRUS ET CRUE DU NIL

Compte tenu des méthodes de calcul utilisées, les valeurs calculées doivent être considérées comme des approximations des valeurs réelles. L'approximation peut être estimée à 1° et même à 2° pour les dates les plus anciennes.

Observation des étoiles

Nous savons que les prêtres de l'ancienne Égypte étaient capables de noter la position des étoiles dans le ciel à certaines heures de la nuit.

À partir des renseignements dont nous disposons, nous allons imaginer, de manière plus précise, la méthode qu'ils employaient. Les observations étaient faites par deux prêtres, disposant chacun d'une silhouette humaine, l'une dans la direction du nord, l'autre dans celle du sud.

Le haut de chaque silhouette recouvrait le cercle de la trajectoire étudiée, centré sur le pôle. La position de l'étoile était repérée par 7 positions possibles $M_1, M_2, \dots, M_7$, le point M_4 correspondant à la culmination supérieure (voir Fig. 1).

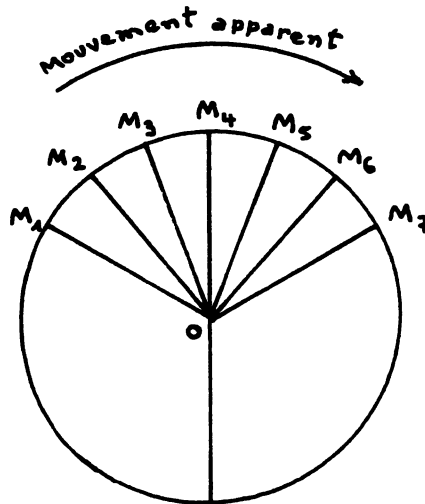


Fig. 1. Cercle d'observation de la trajectoire des étoiles.

À ces points, correspondaient les angles horaires $u_1, u_2, \dots, u_7$ de l'étoile, mesurés à partir de la culmination inférieure, positivement dans le sens du mouvement.

Nous supposons constante la différence Δu_0 d'angle horaire entre les différents points. À titre d'exemple, nous prendrons comme valeur : $\Delta u_0 = 20^\circ$.

Nous aurons alors les valeurs suivantes : $u_1 = 120^\circ, u_2 = 140^\circ, u_3 = 160^\circ, u_4 = 180^\circ, u_5 = 200^\circ, u_6 = 220^\circ, u_7 = 240^\circ$.

Crue du Nil

Nous prendrons, comme dates possibles du début de la crue du Nil, le 20 juillet et le 25 juillet.

OBSERVATION DE SIRUS ET CRUE DU NIL

Nous constatons que ces jours-là, il n'y a pas eu, au cours de la période étudiée, de lever héliaque de Sirius, au sens de la définition du dictionnaire.

Nous pensons que cette définition trop restrictive doit être remplacée par la suivante plus simple : le lever héliaque d'une étoile est la position de cette étoile dans le ciel au lever du Soleil. On peut d'ailleurs définir, de la même façon, le coucher héliaque d'une étoile, comme la position de cet astre au coucher du Soleil.

Au début de l'inondation, les prêtres notaient la position de Sirius à l'aube quand elle était encore visible. Pratiquement, cette observation avait lieu quand le Soleil se trouvait à 15° au-dessous de l'horizon.

Application

L'angle horaire u de Sirius au lever, ainsi corrigé, du Soleil a pour valeur, en degrés :

$$u = z - z^* + u_0^* - 15$$

Pour $t = -2000$ et $t = -4000$, par exemple, le tableau 3 donne les valeurs de u , le 20 et le 25 juillet.

*Tableau 3. Valeurs de u le 20 et le 25 juillet
pour $t = -2000$ et $t = -4000$*

Date t	Unité = degré	
	20 juillet	25 juillet
- 2000	126	132
- 4000	149	155

Entre -4000 et -2000 , le point repère possible est M_2 correspondant à $u_2 = 140^\circ$. Par interpolation, nous trouvons que Sirius occupait ce point aux dates suivantes :

- $t = -3200$ pour le 20 juillet,
- $t = -2700$ pour le 25 juillet.

Nous supposons que la date ainsi trouvée correspond au début d'une période sothiaque. Nous constatons alors qu'il faut prendre, pour la crue du Nil, le 25 juillet, jour d'observation pour la Basse-Égypte. La date -2700 est alors, approximativement, celle du début de la 2^e période sothiaque avant $t_n = 284$, dernière date de coïncidence pour la Basse-Égypte.

Date de mise en service du calendrier

Nous avons choisi, comme écart d'angle horaire entre les points repères, $\Delta u = 20^\circ$. Cet écart correspond à la variation d'angle horaire de Sirius au cours d'une période

OBSERVATION DE SIRUS ET CRUE DU NIL

sothiaque. Il s'ensuit que cette étoile occupait, au début de chacune de ces périodes, les différents repères successifs.

Les valeurs de l'angle horaire u de Sirius au lever du Soleil, le 25 juillet, au début des périodes sothiaques, sont données dans le tableau 4.

*Tableau 4. Angle horaire de Sirius au lever
du Soleil au début des périodes sothiaques*

Unité = degré	
Date	u
– 2730	140
– 4240	160
– 5740	180
– 7250	200
– 8760	220
– 10270	240

Nous constatons que pour $t = -5740$, il y a culmination supérieure de Sirius.

Pour les dates antérieures à -5740 , l'angle horaire u est supérieur à l'angle horaire du coucher de Sirius : $u > 360 - u_0$. Sirius est donc couché quand le Soleil se lève.

Nous remarquerons qu'il existe, en outre, deux positions remarquables de Sirius :

1. Le coucher de Sirius a lieu au lever du Soleil, pour $t = -8500$ environ. Nous avons alors, en effet :

$$u = 360 - u_0 = 217^\circ$$

2. La première apparition de Sirius dans le ciel a lieu pour $t = -10000$ environ, car à cette date : $\delta = 60^\circ$ et $u_0 = 180^\circ$. Nous avons alors :

$$z - z^* = 140 + 34 = 174^\circ$$

À minuit, la position de Sirius est voisine de sa culmination supérieure.

Compte tenu des approximations des mesures, il semble qu'il est possible d'admettre que ces deux dernières dates coïncident avec les débuts de période sothiaque -8760 , -10270 .

Chaque début de période peut théoriquement être la date de mise en service du calendrier, mais les données dont nous disposons ne permettent pas de déterminer cette date.

CONCLUSION

Le début de la crue du Nil étant lié à l'observation de Sirius, nous avons calculé les variations dans le temps des positions de cette étoile au lever du Soleil. Nous avons été amené à proposer une définition plus simple de l'expression « lever héliaque d'une étoile ». Nous avons calculé la durée réelle de la période sothiaque, qui est l'intervalle de temps nécessaire pour que le calendrier chronologique de 365 jours rattrape son décalage par rapport au calendrier réel. Nous avons proposé un modèle possible d'observation des étoiles. Nous en avons déduit les positions de Sirius au lever du Soleil au début de chaque période sothiaque, sans pouvoir proposer une date pour la création du calendrier chronologique.

ANNEXES

1. Repères de position des étoiles

Rappelons d'abord quelques définitions.

L'*axe du monde* est la droite joignant les deux pôles célestes. L'*équateur céleste* est le grand cercle perpendiculaire à l'axe du monde.

Le *zénith* d'un lieu est le point le plus haut de la voûte céleste, le *nadir* est le point le plus bas.

Le *plan méridien* d'un lieu est le plan passant par les pôles et le zénith.

Le *méridien* d'un lieu est le demi-cercle passant par les pôles et le zénith.

Le *cercle horaire* d'un astre est le grand cercle passant par les pôles et l'astre.

L'*écliptique* est le grand cercle parcouru par le Soleil dans son mouvement apparent annuel. Les points d'intersection de l'écliptique avec l'équateur céleste sont les points équinoxiaux. Le Soleil franchit l'équateur céleste au *point vernal* à l'*équinoxe de printemps*, le 21 mars, et à l'*équinoxe d'automne* le 23 septembre. Les solstices sont les points de l'écliptique où le Soleil est à une distance maximum de l'équateur céleste : *solstice d'été* le 21 juin, *solstice d'hiver* le 22 décembre.

Les coordonnées des étoiles sont les suivantes :

– *déclinaison* δ , c'est l'angle de l'équateur céleste avec la direction de l'étoile, compté le long du cercle horaire. Elle est positive pour l'hémisphère nord et varie de 0° à 90° de l'équateur au pôle nord ; elle est négative pour l'hémisphère sud ;

– *angle horaire* H , c'est l'angle formé par le méridien du lieu d'observation et le cercle horaire, compté dans le sens rétrograde, c'est-à-dire dans le sens du mouvement apparent des étoiles ;

– *ascension droite*, c'est l'angle compris entre le méridien passant par le point vernal et le cercle horaire, compté dans le sens direct, c'est-à-dire dans le sens inverse du sens rétrograde.

Les *coordonnées horaires* sont la déclinaison et l'angle horaire. Les *coordonnées équatoriales* sont la déclinaison et l'ascension droite.

2. Mesure des coordonnées d'une étoile

Précession des équinoxes

L'action différentielle de la Lune et du Soleil entraîne la précession de l'axe terrestre autour de la droite passant par le centre de la Terre et perpendiculaire à l'écliptique. Il s'ensuit que le pôle nord céleste décrit autour du pôle de l'écliptique un cercle appelé *cercle de précession*, en 25 760 ans environ.

Déclinaison et ascension droite

Sur une carte détaillée du ciel de l'hémisphère boréal, nous avons reporté le cercle de précession et les positions, sur ce cercle, du pôle nord tous les 2000 ans depuis – 12000. Appelons P_E le centre du cercle, N le pôle nord actuel, N_t le pôle nord au temps t .

Soit, d'autre part, un triangle sphérique ABC tracé sur la sphère de centre O (voir Fig. 2). On a les relations suivantes :

$$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A \quad (1)$$

$$\frac{\sin a}{\sin A} = \frac{\sin b}{\sin B} = \frac{\sin c}{\sin C} \quad (2)$$

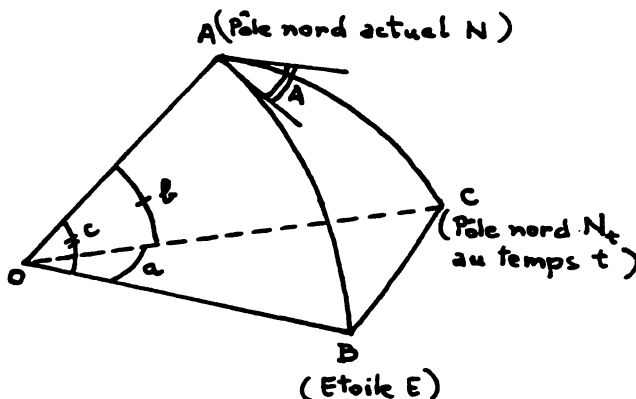


Fig. 2. Triangle sphérique.

OBSERVATION DE SIRUS ET CRUE DU NIL

Dans le cas présent, le point A représente le pôle nord actuel N , B l'étoile étudiée E , C le pôle nord N_t au temps t .

Sur la carte, nous mesurons les déclinaisons de N_t et de E , nous en tirons les compléments de ces déclinaisons, b et c respectivement. Nous mesurons également l'angle A séparant les méridiens de N_t et de E .

La formule (1) permet d'en tirer a , l'angle dont le complément est la déclinaison de E au temps t .

Nous faisons ce calcul pour les étoiles étudiées ainsi que pour le point P_E , centre du cercle.

Nous calculons, ensuite, l'angle C à partir de la relation (2). On a :

$$\sin C = \sin c \frac{\sin A}{\sin a}$$

où a , c et A ont été déterminés précédemment.

L'angle C fournit l'angle horaire H_E au temps t de l'étoile E , mesuré à partir du grand cercle passant par N .

On calcule, de même, l'angle horaire H_P au temps t du pôle P_E .

La droite P_EN_t donne la direction du solstice d'été au temps t . Par suite la différence : $z = H_E - H_P$ fournira l'ascension droite de l'étoile E au temps t , mesurée à partir du solstice d'été. On remarquera que, dans cette étude, z est mesurée positivement dans le sens du mouvement diurne apparent.

Cas du Soleil

En première approximation, les coordonnées du Soleil sont indépendantes de la date ; elles varient seulement avec le jour de l'année.

La position P du Soleil sur l'écliptique, un jour de l'année, peut être définie par : $\theta = \widehat{P_0OP}$, où P_0 est la position du Soleil au solstice d'été et O le centre de l'écliptique.

À l'angle θ en degrés correspond le nombre de jours J entre le jour de l'année considéré et le solstice d'été. On a :

$$J = \frac{365}{360} \theta.$$

La déclinaison δ^* du Soleil dans sa trajectoire diurne, ce jour-là, est donnée par : $\sin \delta^* = \cos \theta \sin \omega$, où ω est l'angle de l'écliptique avec l'équateur céleste ($\omega = 24^\circ$ vers -2500).

En première approximation, on prendra θ comme valeur de z^* .

OBSERVATION DE SIRUS ET CRUE DU NIL

Angle horaire d'une étoile à son lever

L'angle horaire u_0 d'une étoile à son lever est donné par la formule :

$$\cos u_0 = \operatorname{tg} \delta \operatorname{tg} \varphi$$

où δ est la déclinaison de l'étoile et φ la latitude du lieu d'observation ($\varphi = 30^\circ$ à Guizeh).

BIBLIOGRAPHIE

MICHALOWSKI K. (1968) *L'Art de l'ancienne Égypte*, Éditions d'art Lucien Mazenod.

MONTET Pierre (1979) *L'Égypte éternelle*, Nouvelles éditions Marabout.

POCHAN André (1971) *L'énigme de la grande pyramide*, Robert Laffont.

SLOSMAN Albert (1983) *L'astronomie selon les Égyptiens*, Robert Laffont.

Le monde égyptien : les pharaons. Le temps des pyramides, L'univers des formes, NRF, Gallimard, 1973.

Astronomie, L'encyclopédie Atlas du ciel, fascicules 1 et 2, Éditions Atlas, 1983.

Atlas d'astronomie, Version française, Stock, 1976.