

Pour les amateurs

QUESTIONS ET REPONSES

LE LEVER HELIAQUE DE SIRIUS

On demande ce qu'il faut entendre par lever héliaque de Sirius, comment on peut observer ce phénomène, et s'il pouvait réellement permettre d'établir la durée exacte de l'année ?

La plupart des ouvrages de vulgarisation qui retracent l'histoire du calendrier déclarent imperturbablement que « la crue du Nil, qui se répétait annuellement avec une précision mathématique » ⁽¹⁾ marquait le début de l'année égyptienne, dont la durée pouvait ainsi être exactement fixée à 365 jours $\frac{1}{4}$. C'est faire beaucoup d'honneur à la régularité des phénomènes météorologiques sur les plateaux abyssins; en fait, la date de l'arrivée du flot provenant du Nil Bleu varie dans les limites d'un trimestre ⁽²⁾. C'est une marge qui suffit peut-être aux agriculteurs; elle est incompatible avec des mesures astronomiques.

Le jour où débute la crue du Nil ne peut être considéré que comme une moyenne statistique *ad usum populi*. La fixation du premier jour de l'année était basée sur une observation beaucoup plus subtile : celle du lever héliaque de Sirius, dont la date était d'ailleurs voisine de l'inondation bienfaisante. Celui qui étudie l'histoire de l'astronomie ne peut se contenter de reproduire, sans aucun contrôle, les textes classiques; il doit soumettre la question à une critique plus serrée.

Nous faisons de nos jours beaucoup trop d'astronomie en chambre. Nous jugeons des anciens d'après nos connaissances modernes et ne tenons pas assez compte des moyens, des circonstances, des lieux d'observation de nos ancêtres. Il est facile de comprendre en quoi consiste le lever héliaque d'une étoile; un amateur peut aisément en calculer la date et l'heure; un astronome peut considérer dédaigneusement ces petites spéculations désormais inutiles et les traiter, comme l'a fait Delambre ⁽³⁾, de « fatras scolastique »; mais on cherchera vainement l'observateur qui, de nos jours, aura soumis le phénomène au contrôle expérimental.

⁽¹⁾ J. GRANIER. — *La Mesure du Temps*, p. 6. Coll. Que sais-je, 1943.

⁽²⁾ P.W. WILSON. — *The Romance of the Calendar*, p. 74. Norton & C°, New York, 1937.

⁽³⁾ J.B.J. DELAMBRE. — *Astronomie ancienne*, II, p. 303.

Qu'on s'y essaie, et l'on rencontrera nombre de difficultés imprévues, qui conduiront à d'intéressantes conclusions. Mais il faut reprendre la question à ses débuts, et on nous excusera de commencer par le B-A-BA.

Qu'est-ce que le lever héliaque ?

Si nous observons quotidiennement le passage d'une étoile devant un repère quelconque, nous constaterons que ce passage se fait à des intervalles de 23 heures 56 minutes. Observons de la même manière le Soleil : son passage ne se répète qu'après (sensiblement) 24 heures. Le Soleil ayant, en effet, progressé sur l'Ecliptique, à raison d'environ un degré par jour, met quatre minutes de plus que l'étoile à parfaire sa révolution apparente.

Supposons à présent qu'une certaine étoile, un certain jour, se lève exactement en même temps que le Soleil. Evidemment ce « *lever cosmique* » ne sera pas visible, l'étoile étant noyée dans la lumière solaire. Mais 23 h 56 minutes après, c'est-à-dire le lendemain, l'étoile se lèvera à nouveau, tandis que le Soleil n'apparaîtra à l'horizon que 24 heures après son lever antérieur. Le retard du Soleil sur l'étoile sera de quatre minutes. Le lendemain, ce retard sera de huit minutes et ainsi de suite.

De jour en jour, la précession de l'étoile sur le Soleil augmentera, et l'étoile sera de moins en moins perdue dans les lueurs de l'aurore; après un temps assez bref, elle surgira quand le Soleil est encore à plusieurs degrés sous l'horizon. On pourra alors l'apercevoir pendant quelques instants, jusqu'à ce qu'elle s'efface dans la lumière du jour naissant. Apparition fugace, qui constitue le *lever héliaque*.

A partir de cette date, l'étoile sera visible de plus en plus tôt. Précédant le Soleil d'un angle sans cesse croissant, elle brillera pendant une partie, puis pendant toute la nuit, jusqu'à ce qu'elle se couche au moment où le Soleil se lève. C'est alors le *coucher cosmique*. Après quoi, l'étoile ne sera plus visible jusqu'à son prochain lever héliaque.

Ainsi, à l'aurore d'un certain jour, et pour la première fois au cours de l'année, on pourra apercevoir pendant un moment l'étoile jusque là invisible. C'est une date remarquable; elle peut définir le début de l'an nouveau.

Remarquons que le lever cosmique est invisible, et que le coucher cosmique marque une disparition. Ce sont là des phénomènes *négatifs*. Pour s'exprimer d'une façon pittoresque, « on voit qu'il y a quelque chose qu'on ne voit pas ». Il s'agit donc de notions académiques. Au contraire, le lever héliaque est un phénomène *positif*, une apparition nouvelle, bien que prévue. C'est vraiment un signal donné par le ciel, le seul signal qui marque le renouveau de l'année sans qu'aucune mesure soit nécessaire.

On comprend dès lors qu'une astronomie naissante ait soigneusement observé, daté le lever héliaque de la plus brillante de nos étoiles,

Sirius, et l'on peut se demander pourquoi, seuls, les Egyptiens s'en sont servi pour mesurer l'année. Pour répondre à cette question, voyons dans quelles conditions le phénomène est apparent.

Une étoile ne peut être vue que si le Soleil est sous l'horizon, et l'abaissement nécessaire du Soleil est évidemment en rapport avec l'éclat de l'étoile. La valeur de cet abaissement varie selon les auteurs : Ptolémée dit que les étoiles de première grandeur n'apparaissent que si le Soleil est à 12° sous l'horizon. Selon les Arabes, toutes les étoiles sont visibles à l'œil nu dès que le Soleil est à plus de 18° sous l'horizon, et nous avons conservé ce chiffre pour définir le crépuscule astronomique. Les mêmes Arabes considèrent que l'étoile la plus brillante peut être aperçue quand le Soleil est à -6° . Ils fixent là le début du crépuscule civil. Ici, la valeur est discutable : si, comme les anciens, on met Venus ou Jupiter au nombre des étoiles, on sait que ces planètes sont souvent visibles *après* le lever du Soleil. Pour Sirius, dont la magnitude est de $-1,6$, Lalande ⁽⁴⁾ fixe l'abaissement nécessaire à -10° . Somme toute, il s'agit d'observations visuelles, et par conséquent subjectives. De plus, la visibilité d'un astre dépend dans de larges mesures de la limpidité de l'atmosphère. Enfin, l'éclairement du ciel à l'aurore varie selon l'azimut : une étoile dont l'amplitude ortive diffère sensiblement de celle du Soleil sera visible avant une autre plus rapprochée de l'astre du jour.

Puisque l'observation est rapportée à l'horizon, il faut que celui-ci soit à la même hauteur pour le Soleil et pour Sirius. Au premier abord, on pourrait croire que la mer réunit les meilleures conditions. Il n'en est rien : à l'aurore, à la saison et sous les latitudes considérées, il est très rare qu'une légère brume ne s'étende pas sur l'horizon marin, jusqu'à plusieurs degrés de hauteur. C'est en vain qu'on y attendra l'apparition fugace de Sirius. Nous y avons personnellement perdu bien des heures de sommeil au petit jour.

L'horizon plat du désert offre peut-être des conditions plus favorables, encore que ce point soit discuté : certains observateurs y ont constaté l'existence d'une zone troublée, soit par l'évaporation de la rosée, soit par le vent de sable. D'ailleurs, en ce qui concerne la région située à l'orient du Nil, le Désert Arabique aboutit à des collines assez tourmentées; les endroits où la plaine désertique s'étend jusqu'au fleuve sont peu nombreux en Haute- et en Moyenne Egypte; leur recherche permettrait de localiser le siège des premiers observatoires égyptiens.

De toute façon, ces remarques font comprendre pourquoi la fixation de l'année par les levers héliques a été le privilège d'une région assez restreinte.

⁽⁴⁾ J.J. de LALANDE. — *Astronomie*, T. II; L. VIII; n° 1606.

Voyons à présent à quelle date, à quelle heure et dans quelle direction se manifeste le phénomène. Le calcul est facile : il suffit d'appliquer les formules élémentaires de résolution du triangle de position. En désignant par φ la latitude géographique, par A l'azimut, par H l'angle horaire, par b la hauteur, par α l'ascension droite et par δ la déclinaison on a :

au lever d'un astre, lorsque $b = 0$

$$\text{pour l'azimut : } \quad \cos A = - \frac{\sin \delta}{\cos \varphi} \quad (\text{I})$$

$$\text{pour l'angle horaire : } \quad \cos H = - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \delta \quad (\text{II})$$

d'où l'on tire, pour le lever de Sirius ($\delta_* = - 16^\circ 37'$) à Memphis ($\varphi = 30^\circ$) :

$$\cos A_* = 0,330 = \cos \pm 70^\circ 43'$$

Le lever de Sirius à Memphis a lieu à $70^\circ 43'$ du Sud vers l'Est.

$$\cos H_* = 0,172 = \cos \pm 80^\circ$$

L'angle horaire de Sirius à ce moment est de $80^\circ = 5 \text{ h } 20 \text{ m}$. Pour le lever de Sirius à Bruxelles on trouvera de même qu'il a lieu à 63° du Sud vers l'Est, à l'angle horaire de $4 \text{ h } 34 \text{ m}$.

Quant à la date, il faut trouver le jour où la hauteur du Soleil est de $- 10^\circ$ au moment du lever de Sirius ⁽⁵⁾. Procédons par tâtonnements :

a) à *Memphis* :

Supposons à priori que le lever héliaque de Sirius ait lieu le 3 août. La déclinaison du Soleil à cette date est de $17^\circ 34'$.

De la formule générale :

$$\sin b = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos H \quad (\text{III})$$

en posant $b_0 = - 10^\circ$

$$\begin{aligned} \varphi &= + 30^\circ \\ \delta_0 &= + 17^\circ 34' \end{aligned}$$

⁽⁵⁾ La méthode graphique déblaie rapidement ce problème avec une approximation suffisante. Voir notre *Traité de l'Astrolabe* et nos *Exercices d'Astronomie sphérique*.

nous obtenons :

$$\cos H_o = -0,394 \text{ d'où } H_o = 180^\circ - 66^\circ 48' = 113^\circ 12'.$$

La différence des ascensions droites du Soleil et de Sirius est égale à la différence de leurs angles horaires, soit :

$$113^\circ 12' - 80^\circ = 33^\circ 12' = 2 \text{ h } 13 \text{ m.}$$

L'ascension droite du Soleil est ainsi de $6 \text{ h } 42 \text{ m} + 2 \text{ h } 13 \text{ m} = 8 \text{ h } 55 \text{ m}$ ce qui correspond à la date du 4 août. Notre prévision était juste.

Le 4 août, le Soleil passe au méridien de Memphis à 12 h, temps vrai local. Sirius passe donc au méridien à $12 \text{ h} - 2 \text{ h } 13 \text{ m} = 9 \text{ h } 47 \text{ m}$ et le lever de Sirius a lieu 5 h 20 m plus tôt, soit à 4 h 27 m temps vrai local.

b) à *Bruxelles* :

Supposons à priori que le lever héliaque de Sirius ait lieu à Bruxelles le 24 août. La déclinaison du Soleil à cette date est de $11^\circ 11'$. On obtient $\cos H_o = -0,522$ d'où $H_o = 121^\circ 30'$.

La différence des ascensions droites du Soleil et de Sirius est de 3 h 32 m et l'ascension droite du Soleil de 10 h 14 m, ce qui correspond au 25 août. Notre estimation était donc pratiquement exacte.

Le 25 août, le Soleil passe au méridien de Bruxelles à 11 h 44 m T.U. Sirius passe donc au méridien à $11 \text{ h } 44 \text{ m} - 3 \text{ h } 32 \text{ m} = 8 \text{ h } 12 \text{ m}$, et son lever a lieu à $8 \text{ h } 12 \text{ m} - 4 \text{ h } 34 \text{ m} = 3 \text{ h } 38 \text{ m T.U.}$

Une fois encore, ces calculs ont une rigueur qui ne tient pas compte des imprévisibles, et notamment de la limpidité de l'air, de l'acuité visuelle de l'observateur, etc. Mais il est temps d'en discuter les résultats :

Voyons d'abord comment les Egyptiens ont pu conclure à une année de $365 \frac{1}{4}$ jours, alors que la notation des résultats ne peut se faire qu'en jours entiers. Le deuxième lever héliaque devant se produire $365 \frac{1}{4}$ jours après le premier, il n'est pas visible à l'aube du 365^{e} jour; il ne sera observé que le 366^{e} , et la durée de l'année sera établie à ce chiffre. Le lever héliaque suivant se produira $365 \frac{1}{4}$ jours après le deuxième, soit $730 \frac{1}{2}$ jours après le premier; il ne sera visible que le 731^{e} jour, soit cette fois, 365 jours après le précédent, et voici l'année réduite à 365 jours. Le quatrième lever héliaque aura lieu $1\,095 \frac{3}{4}$ jours après le premier, et sera visible le $1\,096^{\text{e}}$; encore une année de 365 jours. Le cinquième se produira 1 461 jours après le premier, soit 365 jours après le quatrième. Le cycle va ensuite recommencer. La moyenne des quatre estimations est bien de $365 \frac{1}{4}$ jours.

Mais ce raisonnement est purement académique; en fait, les résultats observés auront une dispersion bien plus grande. Ce n'est pas au bout de quatre ans qu'on pourra établir une moyenne, mais après un très grand nombre, un trop grand nombre d'observations. Il convient ici de nous souvenir de la notation égyptienne des nombres fractionnaires : les Egyptiens n'ont employé que des fractions à numérateur un; par exemple, pour exprimer (et d'ailleurs inexactement) ce que nous désignons par trois septièmes il aurait fallu écrire $\frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16}$. En somme, on procédait par approximations successives. L'estimation de l'année à 365 $\frac{1}{4}$ jours n'est qu'une première approximation. Il se fait que, par un heureux hasard, elle est très près de la réalité.

Il y a d'ailleurs d'autres moyens, plus faciles, de mesurer l'année : observation des solstices ⁽⁶⁾, mesure de l'ombre la plus courte d'un gnomon, etc.

Nous pouvons ainsi conclure que l'observation des levers héliaques servait avant tout à signaler le début d'une année nouvelle, et qu'il n'y avait pas tant d'importance à le faire avec une exactitude mathématique. Ne célébrons-nous pas nous-mêmes la Nouvel-An le 31 décembre, au douzième coup de minuit, avec une avance qui va jusqu'à trois-quarts de jour au début de la bissextile. Quant aux fêtes mobiles de notre calendrier, mieux vaut ne pas en parler.

Henri MICHEL.

⁽⁶⁾ Par la limite de l'amplitude ortive ou occase du Soleil, ce qui est bien plus aisé que le contrôle de la culmination.