

Consultez les discussions, les statistiques et les profils d'auteur de cette publication sur : <https://www.researchgate.net/publication/389351974>

Le calcul de l'année solaire : une approche scientifique du calcul de Sosigène

Article · Février 2025

Tout le contenu après cette page a été mis en ligne par Sotirios Sofias le 26 février 2025.

Sotirios Sofias
Université polytechnique nationale d'Athènes

Le calcul de l'année solaire : une approche scientifique du calcul de Sosigène

Sofias Sotirios*

**Auteur correspondant : Docteur en géodésie (Université polytechnique nationale d'Athènes, Faculté de topographie), expert SIG (ArcGIS ESRI), auteur des ouvrages historiques Orphée et les Argonautes, L'Atlantide de Platon, Centaure et L'Étoile de Bethléem décodée, Athènes, Grèce.
Courriel : sotosofias@yahoo.gr*

RÉSUMÉ

L'obélisque d'Alexandrie a joué un rôle intéressant dans l'histoire de l'astronomie et le calcul de l'année solaire. Si le travail de Sosigène pour la réforme du calendrier romain est souvent mis en avant en lien avec l'année solaire, les obélisques d'Égypte et leur utilisation dans les observations astronomiques offrent un aperçu précieux des méthodes anciennes de chronométrage et de compréhension du cycle solaire.

Mots clés : Obélisques, Sosigènes, Solstices et Équinoxes,

INTRODUCTION

L'objectif principal de cet ouvrage est de présenter une méthode permettant de calculer l'année solaire sans recourir à l'informatique ni aux mathématiques avancées. Le calcul de l'année solaire joue un rôle important dans le développement des systèmes calendaires, notamment si l'on considère les travaux de l'astronome antique Sosigène d'Alexandrie. On attribue notamment à Sosigène la transformation du calendrier égyptien en calendrier julien, introduit par Jules César en 46 av. J.-C.

La forme de l'obélisque confirme qu'il s'agissait d'un cadran solaire de grande taille.

L'obélisque était un haut pilier de pierre étroit à quatre côtés, positionné de manière à être orienté vers les quatre points cardinaux, à l'instar des pyramides de Gizeh. Ainsi, quiconque observait les côtés de l'obélisque pouvait facilement s'orienter. Au sommet de chaque obélisque se trouvait une petite pyramide, de sorte que, lorsque son ombre tombait, elle créait une pointe acérée au sol, semblable aux aiguilles d'une horloge moderne. Cela permettait de mesurer plus précisément la longueur de l'ombre. En fait, je crois qu'un cercle (c'est-à-dire centré sur l'obélisque) était tracé autour de lui, et les quatre points cardinaux étaient également marqués au sol.

L'OBÉLISQUE DU VATICAN : UN CHEF-D'ŒUVRE ÉGYPTIEN

L'obélisque du Vatican est un obélisque égyptien, l'un des treize obélisques antiques de Rome. Il se trouve sur la place Saint-Pierre, au Vatican. C'est le seul obélisque antique de Rome à ne jamais être tombé.

Réalisée en granit rouge, elle mesure 25,3 mètres de haut et, avec la croix et le socle (composé de quatre lions en bronze, œuvre de Prospero Antichi), atteint près de 40 mètres.

D'origine égyptienne, elle est dépourvue de hiéroglyphes et provient, selon Pline, de la ville d'Héliopolis sur le Nil. Avant d'arriver à Rome, elle se trouvait sur le Forum Iulii d'Alexandrie en Égypte. L'empereur Caligula la fit transporter à Rome en 40 après J.-C. et la plaça au centre du cirque de Néron, dont le site se trouve, à l'époque moderne, en grande partie au Vatican. Elle resta à cet emplacement après la désuétude du cirque, occupé par une nécropole. Au XVI^e siècle, elle fut déplacée près de l'ancienne basilique Saint-Pierre, à la Rotonde de Saint-André.



Figure 1. Une superbe capture d'écran de Google Earth. On peut voir que l'obélisque est situé exactement au centre du cercle. La ligne rouge, le long de la route, représente le parallèle terrestre à $41^{\circ} 54' 08''$ de latitude. Cela signifie que non seulement la basilique Saint-Pierre, mais aussi l'ensemble de l'édifice (c'est-à-dire la place et la route principale) sont parfaitement alignés avec les quatre points cardinaux, avec une grande précision. Lors des équinoxes, lorsque le soleil se lève à 6h00, ses rayons illuminent directement l'obélisque, marquant ainsi le début du printemps ou de l'automne, respectivement.



Figure 2. Cette magnifique photographie montre clairement que les obélisques étaient des cadrans solaires. Lors des équinoxes, le soleil se lève exactement à l'opposé de l'obélisque. Sur cette photo, prise depuis l'ombre de l'obélisque, j'estime qu'il devait être environ 9 heures du matin.

SOSIGENE D'ALEXANDRIE : LE FONDATEUR DU CALENDRIER JULIEN

Sosigène d'Alexandrie était un astronome et mathématicien grec ancien, connu pour son rôle dans la réforme du calendrier romain. Il a vécu à la fin de la République et au début de l'Empire, vers le I^{er} siècle avant J.-C.

Sosigène est surtout connu pour avoir conseillé Jules César sur la réforme du calendrier romain. En 45 avant J.-C., Jules César a instauré le calendrier julien, et Sosigène a joué un rôle essentiel dans ce processus. Auparavant, le calendrier romain était basé sur un système lunaire, qui s'était déréglé avec les saisons au fil du temps.

Sosigène a proposé un calendrier solaire de 365 jours, avec une année bissextile supplémentaire tous les quatre ans pour compenser les 0,25 jours supplémentaires de l'orbite terrestre autour du Soleil. Ce système ressemblait beaucoup au calendrier égyptien, lui aussi basé sur le système solaire. Le calendrier julien remplaça l'ancien calendrier romain, améliorant considérablement sa précision dans le suivi de l'année solaire.

Sosigène était probablement membre de l'école d'astronomie alexandrine, réputée pour sa connaissance du ciel. Les érudits alexandrins avaient hérité d'une grande partie de leurs connaissances astronomiques des Babyloniens et des Égyptiens, et Sosigène s'est probablement appuyé sur ces bases pour contribuer à la réforme du calendrier.

La réforme calendaire qu'il a contribué à mettre en œuvre est devenue le calendrier julien, utilisé dans tout l'Empire romain, puis modifié pour devenir le calendrier grégorien, toujours en usage aujourd'hui. Le rôle de Sosigène dans cet important changement historique témoigne de sa compréhension de l'astronomie et de ses applications pratiques. Bien qu'une grande partie de sa vie et de son œuvre restent obscures, l'influence de Sosigène sur le développement de la mesure du temps a eu un impact durable sur la civilisation occidentale.

MA PROPOSITION SUR LA FAÇON DONT SOSIGÈNE A FAIT SES CALCULS.

Je me demandais depuis longtemps comment Sosigène parvenait à mesurer l'année solaire de 365,25 jours avec une telle précision. À cette époque, sans ordinateurs ni programmes astronomiques, il devait se fier uniquement à l'observation du ciel diurne et nocturne.

En tant qu'excellent mathématicien et astronome, il n'avait aucune difficulté à effectuer tous les calculs nécessaires avec une grande précision.

J'ai alors pensé que la seule façon d'y parvenir était d'utiliser l'Obélisque d'Alexandrie, qui se dressait fièrement au centre de la ville et faisait office de grand cadran solaire. Grâce à mes connaissances de géomètre et aux calculs nécessaires, j'ai découvert la méthode que Sosigène aurait pu utiliser.

Le secret réside dans la détermination des angles formés dans le triangle rectangle Obélisque - Rayons du Soleil - Ombre de l'Obélisque. C'est similaire à ce qu'Ératosthène a fait lorsqu'il a mesuré la circonférence de la Terre vers 250 avant J.-C.

ANNÉE 52 av J-C : UNE ANNÉE UNIQUE POUR LES OBSERVATEURS DU CIEL

En consultant la base de données du programme astronomique Celestron, j'ai découvert le fait étonnant suivant pour l'année 52 av. J.-C. : le solstice d'été a eu lieu le 25 juin à 0 h 16. Autrement dit, à minuit, heure d'Alexandrie, le soleil était au même moment à son zénith, comme lors du solstice d'été. Logiquement, les astronomes d'Alexandrie ont dû enregistrer la plus petite ombre de l'obélisque jamais enregistrée dans leurs livres d'astronomie. Le solstice d'hiver de cette année-là a eu lieu le 23 décembre à 14 h 21. Autrement dit, à midi, lorsque le soleil a culminé dans le ciel d'Alexandrie, l'ombre de l'obélisque était presque la plus grande jamais enregistrée. La différence entre 12h00 et 14h21 était de 1 à 2 centimètres dans la longueur de l'ombre, ce qui, je crois, était négligeable pour Sosigène.

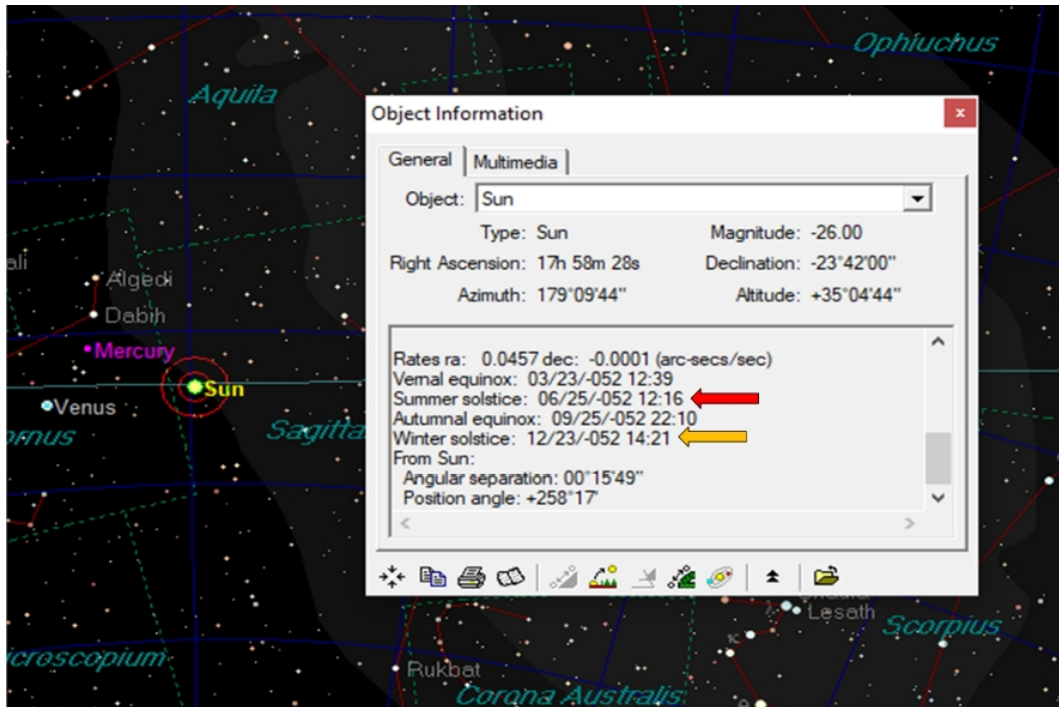


Figure 3. Simulation (c.-à-d. à l'aide du programme de planétarium « Celestron the Sky ») des solstices et des équinoxes de 52 av. J.-C., lorsque Sosigène effectuait probablement ses calculs à Alexandrie. Solstice d'été : 25 juin (flèche rouge) Solstice d'hiver : 23 décembre (flèche jaune). Cette année-là, le solstice d'été a eu lieu exactement à 12h16. Le soleil a atteint son point culminant dans le ciel et a culminé simultanément au méridien d'Alexandrie.

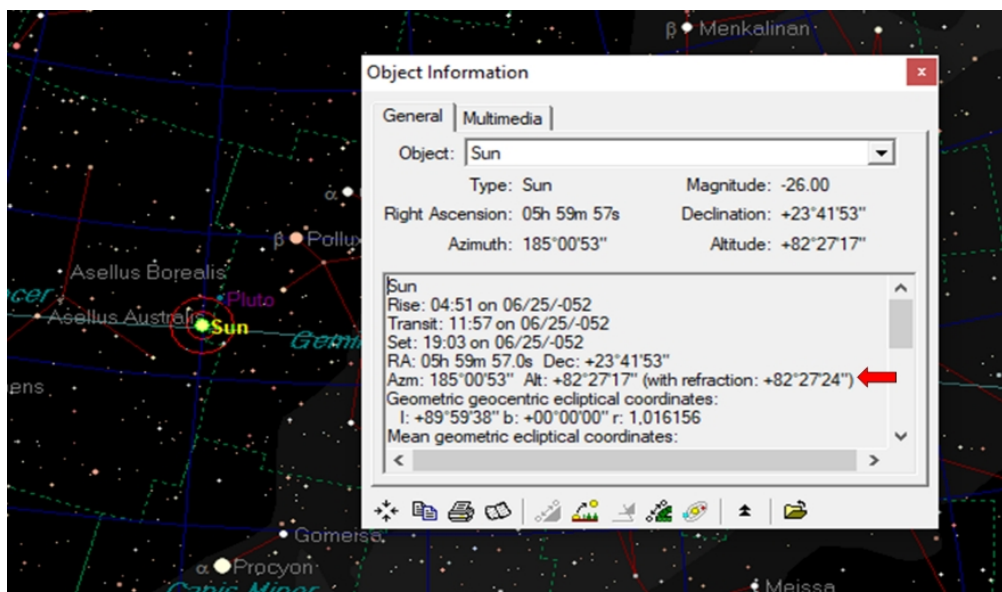


Figure 4. Simulation du ciel, le jour du solstice d'été de l'an 46 av. J.-C. L'altitude du Soleil était de 82° 27' 17\"

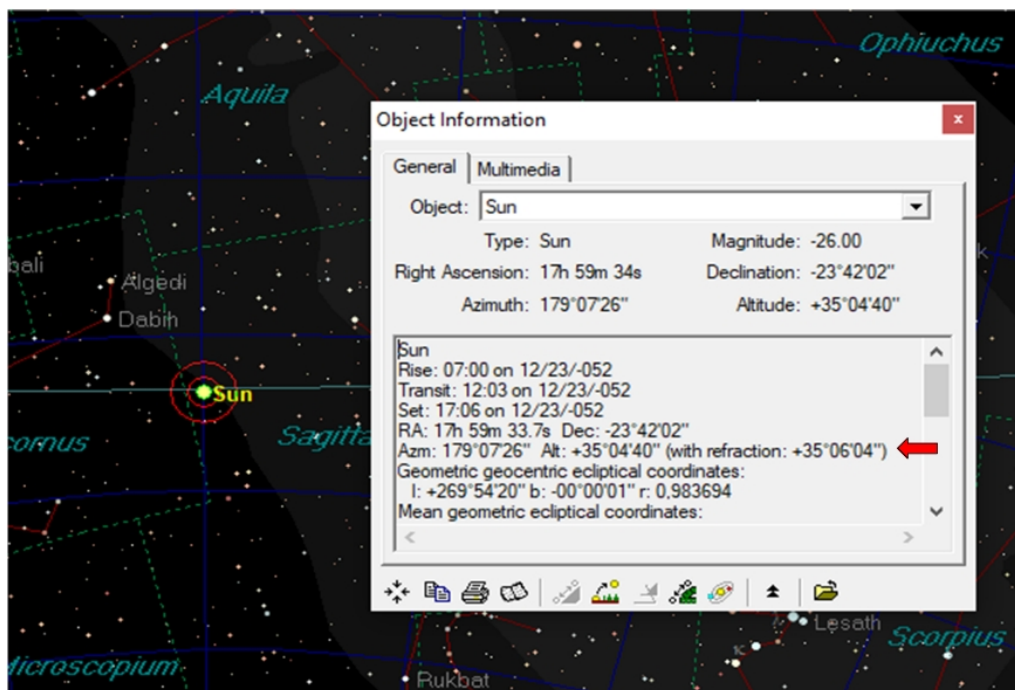


Figure 5. Simulation du ciel d'Alexandrie, le jour du solstice d'hiver de l'an 52 B.E.
L'altitude du Soleil était de 35° 04' 40" (flèche rouge)

En appliquant les angles de $82^{\circ} 27' 17''$ et $35^{\circ} 04' 40''$ et la hauteur de 28 mètres de l'obélisque, j'ai calculé les deux cotangentes – qui représentent les ombres de l'obélisque – pendant le jour des solstices.

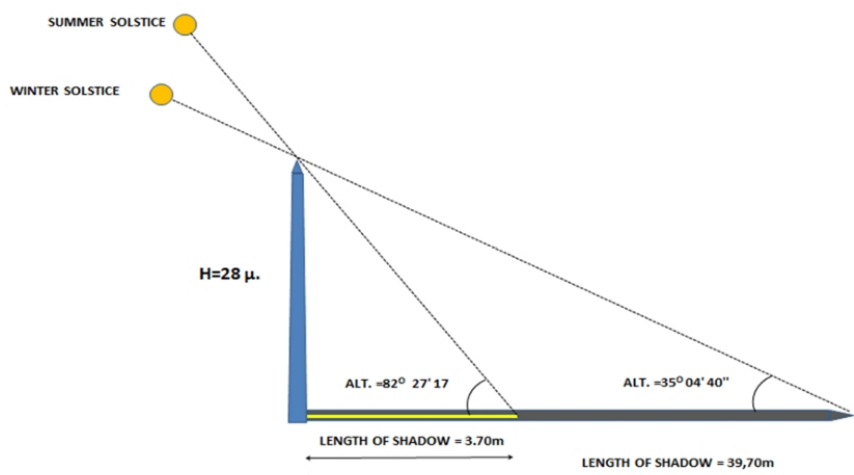


Figure 6. Le ciel d'Alexandrie aux deux solstices, à midi, lorsque le soleil est à son zénith.
Pour simplifier mes calculs, j'ai supposé que la hauteur de l'obélisque était de 28 mètres.

Bien sûr, Sosigène n'avait pas besoin de mesurer la hauteur du soleil, car pour ses calculs, il n'utilisait que l'ombre de l'obélisque. Cependant, il est logique que les hauteurs aient été mesurées, car, comme Ératosthène, ils l'ont peut-être utilisée pour d'autres calculs astronomiques. La hauteur de l'obélisque aurait pu faire partie d'un système de mesures plus vaste qui les a aidés dans diverses études, comme la détermination de la circonférence de la Terre ou d'autres observations astronomiques.

L'ombre de l'obélisque change tout au long de la journée. Lorsque l'ombre est la plus courte, cela signifie que le soleil culmine au méridien du lieu, et bien sûr, l'ombre au sol indique la direction du nord géographique. Si quelqu'un dessinait un cercle avec l'obélisque en son centre, il pourrait facilement former deux lignes perpendiculaires au sol, et les points d'intersection de ces

lignes avec le cercle marqueraient les quatre points cardinaux de l'horizon. L'ombre de l'obélisque change également tout au long de l'année. De l'ombre la plus courte au solstice d'été à l'ombre la plus longue au solstice d'hiver, toujours pendant la culmination du soleil à 12h00. C'est le seul moment de la journée que nous utilisons dans nos calculs.

Sosigène, observant toutes ces mesures que ses assistants à Alexandrie enregistraient probablement, réalisa que l'année solaire devait avoir une durée comprise entre les deux maxima et les deux minima. Ainsi, l'année solaire était définie comme l'intervalle de temps entre deux solstices d'été et/ou deux solstices d'hiver. Cependant, il observa que l'année suivante, en 51 av. J.-C., le jour du solstice d'été, l'ombre du soleil était 9 centimètres plus longue qu'en 52 av. J.-C. De même, lors du solstice d'hiver, l'ombre était 9 centimètres plus courte. Cela signifiait pratiquement que la durée de l'année solaire n'était pas de 365 jours, mais Sosigène dut ajouter $9/36 = 0,25$ jour. Le même phénomène se produisit l'année suivante. Cependant, en 48 av. J.-C., il remarqua que les ombres étaient revenues à leur position initiale de 52 av. J.-C. Il a ensuite réalisé que le Soleil revenait exactement à sa position initiale tous les 4 ans. Il a ainsi confirmé que l'année solaire durait 365,25 jours. En consultant la base de données du programme, j'ai effectivement confirmé qu'en 51 av. J.-C., le solstice d'été avait eu lieu le 25 juin à 18h06 et le solstice d'hiver le 23 décembre à 20h16.

J'ai confirmé en pratique ce que Sosigène avait observé concernant le changement de l'ombre du Soleil, en utilisant le programme planétaire avancé. J'ai constaté que chaque année, le décalage des solstices n'était pas exactement de 6 heures, comme Sosigène l'avait calculé, mais d'environ 5 heures et 55 minutes. Ainsi, en 48 av. J.-C., selon le programme, le solstice d'été avait eu lieu à 11h38 et le solstice d'hiver à 13h40. Cela correspond presque aux mesures de 52 av. J.-C. Bien sûr, ces différences d'environ 20 minutes entre les quatre années, qui apparaissent dans la base de données de l'ordinateur, sont dues à la précession des équinoxes, qui affecte la durée de l'année solaire. Ainsi, les 365,25 jours proposés par Sosigène en 46 av. J.-C. sont ajustés à 365,2422 jours, valeur correcte et utilisée aujourd'hui dans le calendrier grégorien.

YEARS	52 BCE	51 BCE	50 BCE	49 BCE	48 BCE
TIME OF SUMMER SOLSICE	12:16	18:06	23:52	5:45	11:38
TIME OF WINTERR SOLSICE	14:21	20:16	2:00	07:54	13:40

Figure 7. Tableau des variations des solstices pour les années 52, 51, 50, 49 et 48 av. J.-C., d'après le programme Celestron. Nous observons qu'en 52 et 48 av. J.-C., les deux solstices se sont produits très près de la culmination solaire à Alexandrie, à minuit. Il est évident que Sosigène a utilisé les mesures de ces années pour ses calculs finaux, l'année solaire ayant été instaurée en 46 av. J.-C. Il a donc très probablement utilisé les mesures des années récentes, probablement celles que j'ai mentionnées ci-dessus.

CONCLUSIONS

La contribution de Sosigène a marqué une étape importante dans l'amélioration de la précision du chronométrage des sociétés humaines, notamment pour aligner le calendrier sur l'orbite de la Terre autour du Soleil. Son approximation de l'année solaire à 365,25 jours a servi de base au calendrier julien qui, malgré de légères imprécisions, est resté le système de calendrier dominant en Occident pendant plus de 1600 ans. Le calendrier grégorien, qui a affiné la règle des années bissextiles, est toujours en usage aujourd'hui.

RÉFÉRENCES

- [1] Sosigène d'Alexandrie, Wikipédia
- [2] Obélisque du Vatican, Wikipédia
- [3] Célestron le Ciel (programme astronomique)
- [4] Informations demandées à Chatgtp

Copyright: © 2025 Sofias Sotirios. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.