

# GLOBES ET CADRANS SOLAIRES. SUR UNE STATUETTE D'ATLAS TROUVÉE À TOR PATERNO (SOANE M1254)

par James Evans

University of Puget Sound  
1500 North Warner Street  
Tacoma WA 98416 États-Unis  
jcevans@pugetsound.edu

et Alexander Jones

Institute for Study of the Classical World  
15 East 84th Street  
New York NY 10028 États-Unis  
alexander.jones@nyu.edu

Traduction par Jean-François Hangouët

---

*Les globes et les sphères armillaires ont de fortes affinités avec les cadrans solaires. Ils sont susceptibles, notamment, de relever d'un même symbolisme, de cultiver une même iconographie. Dans cet article, nous examinons un objet peu commun du deuxième siècle de notre ère, qui fut découvert à Tor Paterno : une statuette d'Atlas portant sur ses épaules un cadran solaire. Nous découvrons que ce cadran a été modifié vers l'an 1800 pour indiquer les heures équinoxiales, à la manière moderne.*

**Mots clés :** Atlas, cadrans solaires, Tor Paterno, Sir John Soane's Museum (Londres)

## Globes et cadrans solaires

Les cadrans solaires de l'Antiquité étaient intrinsèquement liés à l'image de la sphère céleste, et par voie de conséquence, à celle du globe. Ceci peut s'illustrer par le plus simple des cadrans solaires : le cadran sphérique. Considérons un bloc de pierre, fixe, où on a sculpté une cavité en forme d'hémisphère (fig. 1). Plaçons le gnomon qui va projeter son ombre de telle manière que sa pointe soit au centre de cette sphère. Dans ces conditions, la surface qui reçoit l'ombre de la pointe est l'image inversée de la sphère céleste. Un tel cadran n'est pas sans présenter un inconvénient pratique : la cavité se remplira d'eau de pluie. Mais, heureusement, il n'est pas nécessaire d'avoir un hémisphère complet. En effet, l'ombre de la pointe du gnomon ne peut pas se projeter n'importe où. Notamment, elle ne peut pas quitter la zone que délimitent d'une part le tropique du Cancer, d'autre part le tropique du Capricorne - si bien qu'on peut couper et ôter du bloc de pierre toute la partie qui serait vers le sud. La figure 2 montre la forme la plus classique d'un tel cadran sphérique antique. La surface horizontale supérieure matérialise l'horizon. Trois cercles parallèles gravés représentent respectivement, du haut vers le bas,

le tropique du Capricorne, l'équateur céleste, et le tropique du Cancer. La face sud du bloc a été coupée, selon un plan qui, fréquemment mais pas toujours, est parallèle au tropique du Cancer. Onze lignes horaires sont inscrites.

L'heure qui servait dans les cultures grecque et romaine de l'Antiquité n'était pas la même heure que celle dont nous nous servons aujourd'hui. L'heure en usage alors dans la vie quotidienne était ce qu'on appelle l'*heure saisonnière*, laquelle, par définition, vaut un douzième du temps s'écoulant entre le lever et le coucher du soleil au jour considéré. Il y avait aussi l'heure saisonnière nocturne, égale, selon le même principe, au douzième de la durée séparant le coucher du soleil du lever suivant. Aussi l'heure dans la journée était-elle plus longue l'été que l'hiver. L'heure moderne, qui vaut le vingt-quatrième de la durée moyenne du jour solaire apparent, est appelée quant à elle *heure équinoxiale*. En pratique, on peut considérer qu'elle est égale à l'heure saisonnière au jour de l'équinoxe. L'heure équinoxiale était certes connue dans l'Antiquité, mais elle n'était guère utilisée que par les astronomes, lorsqu'ils devaient recourir à un étalon de temps fixe. Des quelque

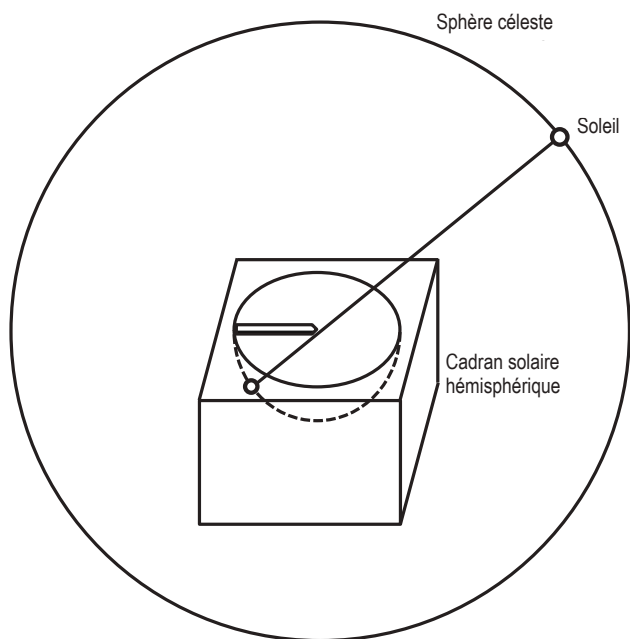


Figure 1 : Le cadran solaire sphérique comme image inversée du cosmos.

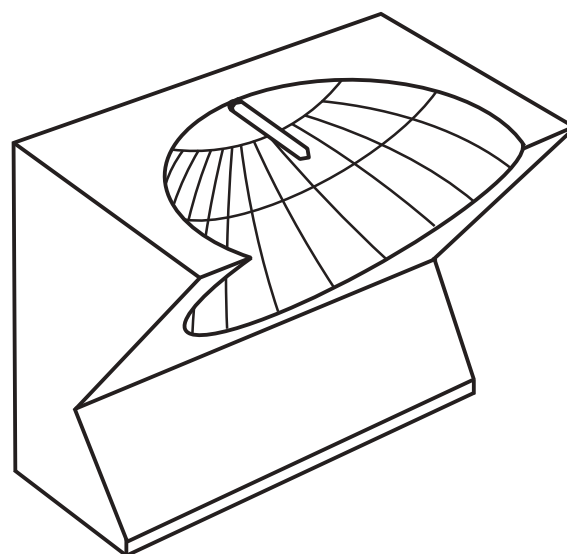


Figure 2 : Archétype du cadran solaire sphérique antique.

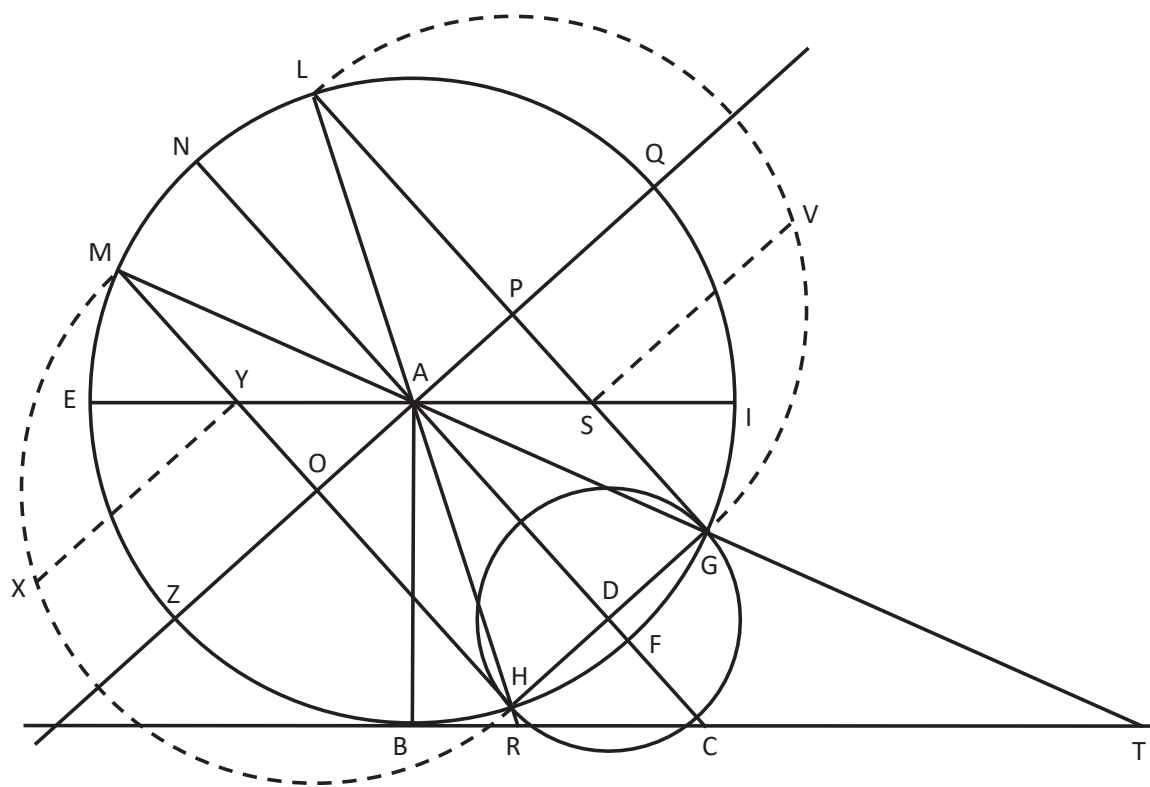


Figure 3 : L'analemme de Vitruve, en tant que vue de côté d'une sphère armillaire utile à la construction des cadrans solaires.

600 cadrans solaires antiques qui sont préservés, tous ou presque mesurent le temps en heures saisonnières<sup>1</sup>. Sur un cadran tel que celui que représente la figure 2, les lignes horaires sont construites de la manière suivante. Une moitié du cercle équatorial est située sous l'horizon. Ce demi-cercle est divisé en 12 parties égales. Plus de la moitié du tropique du Cancer est située sous l'horizon (correspondant à la plus longue durée du jour en été), et cet arc est lui aussi divisé en 12 parties égales. Enfin, moins de la moitié du tropique du Capricorne est située sous l'horizon (correspondant à la plus courte durée du jour en hiver), et cet arc est à son tour divisé en 12 parties égales. Chacune des lignes horaires est alors tracée en joignant les marques de division homologues sur les trois arcs.

Bien sûr, il n'est pas impératif que la surface où se projette l'ombre soit de forme sphérique. C'est ainsi qu'on trouve, parmi les cadrans préservés, de nombreux cadrans coniques. Dans leur cas, la surface qui reçoit l'ombre est une portion de cône. L'angle d'ouverture est arbitraire, mais l'axe du cône doit être orienté parallèlement à l'axe physique du monde, le cadran étant conçu pour une latitude spécifique. On trouve aussi un petit nombre de cadrans cylindriques. Ces variations signalent des efforts d'abstraction, des développements à partir de la théorie de base, grâce auxquels le travail de la pierre est facilité, au prix d'une modeste complexification mathématique. Pour en revenir au cadran sphérique, il n'est pas impératif non plus que la pointe du gnomon soit positionnée au centre exact de la sphère. Une projection qui n'est pas centrale compliquant cependant le motif des lignes à graver, les cadrans sphériques excentrés à gnomon métallique sont très rares<sup>2</sup>.

De nombreux manuels consacrés à la fabrication des cadrans solaires furent écrits, et circulèrent. L'outil le plus fréquemment rencontré est un diagramme appelé *analemma*, où les cercles célestes étaient projetés sur un plan, permettant ainsi d'établir les divisions nécessaires au cadran solaire. L'un des sens communs

du mot grec *analemma* est celui d'« échafaudage » ou « structure de support ». L'analemma est ainsi le dessin qui apporte le support à la construction du cadran. Notre source la plus complète sur cette technique est le diagramme et l'explication afférente donnés par Vitruve dans *De architectura*, même s'il ne semble pas avoir été lui-même l'inventeur de cette technique<sup>3</sup>. La figure 3 est le rendu moderne du dessin réalisé par Vitruve. *LNM* représente la sphère céleste c'est-à-dire, plus précisément, son méridien. Le plan de l'horizon est *EL*, et *A* représente, logiquement, la Terre. *ZQ* est l'axe du monde. Dans ces conditions, l'angle *QAI* est la hauteur du pôle céleste, égale à la latitude du lieu auquel le cadran solaire est destiné. Orthogonal à l'axe du monde, *NF* est l'équateur céleste, dans une vue de côté. *LG* est le tropique du Cancer. Un demi-cercle de ce tropique se trouve ainsi perpendiculaire au plan du diagramme. Replié sur le plan du diagramme, ce demi-cercle devient le demi-cercle *LVG*, représenté en tireté. Ces observations suffisent à montrer que *l'analemma de Vitruve est la vue de côté, en projection orthographique, d'une sphère armillaire*. Le concepteur d'un cadran solaire à la mode antique, au moment de tracer les projections nécessaires, sera bien servi par l'attention qu'il portera aux composants de la sphère céleste tels qu'ils apparaissent dans un tel analemma.

Un dernier rapprochement mérite d'être souligné entre la sphère céleste et l'art des cadrans solaires, et il nous est inspiré par une remarque de Ptolémée<sup>4</sup>. Cherchant à prouver que la Terre n'est qu'un point au regard de la sphère céleste, Ptolémée avance, entre autres arguments, l'observation suivante : en quelque endroit où on le place à la surface de la Terre, un gnomon est amené à jouer le rôle du centre de la Terre. Ceci, d'ailleurs, se retrouve dans l'analemma de Vitruve. Le point *A* est la pointe du gnomon et le sol, où se projette l'ombre, est *BT*. Pour la clarté de ses explications, Vitruve donne à la hauteur *AB* du gnomon une valeur égale à celle du rayon de la sphère céleste. Mais ce qui importe, du point de vue géométrique, c'est que la pointe *A* du gnomon soit bien positionnée au centre du monde. On pourrait

1 Récemment, K. Schaldach a émis l'hypothèse que quelquesuns (et pas tous) des premiers cadrans solaires équatoriaux aient pu porter des divisions en heures équinoxiales (voir Schaldach 2006, p. 116127, 196198, et Schaldach 2016, p. 6568). Attention : il convient de relever une incohérence entre ces publications. En effet, dans la première, l'auteur analyse que la face hivernale du cadran d'Oropos porte les divisions équinoxiales et la face estivale les divisions saisonnières. Et dans la seconde publication, il inverse cette observation, par mégarde (K. Schaldach, communication personnelle). Pour une analyse plus approfondie des cadrans équatoriaux, voir Herrmann, Sipsi, et Schaldach, 2015. Quelques cadrans, bel et bien divisés en heures saisonnières, ont pu comporter une indication sur la variation de la longueur du jour de l'hiver à l'été (les cadrans solaires n° 1044, 1068, 3046 et 4001 du catalogue de Gibbs, 1976).

2 Une variété, relativement fréquente, de cadrans sphériques excentrés à gnomon « dématérialisé » est le cadran sphérique « à œillet », ou « à toit », où l'heure est indiquée par un point lumineux qui est l'image du soleil à travers une perforation percée dans la partie haute du cadran. L'œillet fonctionne comme la pointe du gnomon (qui serait alors positionnée sur la surface elle-même de la sphère). Sur ce type de cadrans, voir Jones, 2017.

3 Vitruve, *De arch.* IX.7. Soubiran 1969, p. 2629, 220.

4 Ptolémée, *Almagest* I.6. Toomer 1984, p. 43.

tout à fait utiliser un gnomon plus court dans le diagramme, en élevant alors la ligne d'horizon. Cette possibilité semble avoir inspiré plusieurs réalisations de globes anciens. Le globe de Mayence, par exemple, l'un des trois globes antiques préservés, montre une petite perforation carrée au niveau du pôle nord et une perforation plus grande, de forme arrondie, au niveau du pôle sud (Künz 2000 ; Dekker 2013, p. 6980). De cette observation, les chercheurs ont conjecturé que ce globe pouvait avoir été conçu pour être fixé à la pointe du gnomon d'un cadran solaire de jardin. Mettre un globe à la pointe d'un gnomon est d'une utilité tout à fait pratique : il est bien plus aisé de repérer le centre de l'ombre d'une sphère que la pointe de l'ombre d'une tige pointue. Mais dans l'art gnomonique, la pointe du gnomon joue bien à la fois le rôle du centre de la Terre et celui du centre de la sphère céleste. C'est ce qui justifie cette pratique relativement courante, dans l'Antiquité, de placer un globe céleste à la pointe du gnomon.

## Un objet énigmatique : Soane M1254

Le musée Sir John Soane de Londres possède dans ses collections une statuette qui représente Atlas portant sur ses épaules le quart environ de la face intérieure, concave, d'une sphère destinée, en toute probabilité, à servir de cadran solaire. Nous désignerons cette pièce, montrée en figure 4, par la référence Soane M1254<sup>5</sup>. Elle n'est pas sans rappeler le célèbre Atlas Farnèse, statue romaine, en marbre, datant du II<sup>e</sup> siècle de notre ère et montrant Atlas soutenant le globe céleste. Dans le cas de Soane M1254, l'artiste semble avoir pris des libertés avec l'iconographie classique, en décidant d'inverser la courbure du cosmos. Une lubie, peut-être. Mais on peut tout aussi bien y voir la volonté d'une représentation plus littérale de notre inscription dans l'univers, la face en creux de la sphère céleste étant bien celle que nous voyons, de notre place à l'intérieur du cosmos. Les analyses ont identifié cet objet comme une sculpture de jardin datant de la dynastie antonine (138192), ou d'une époque légèrement ultérieure. Cette datation fut réalisée dans les années 1950 par Cornelius Vermeule, auteur du *Catalogue*

*des antiquités classiques du musée Sir John Soane*, où la statuette porte le numéro 183. Ce catalogue n'a jamais été publié officiellement, mais au début des années 1970 des exemplaires d'une version corrigée furent adressés à quelques bibliothèques d'Europe et d'Amérique du Nord. L'actuelle description de la statuette telle qu'elle est donnée par le catalogue en ligne du musée Sir John Soane reprend, avec des modifications seulement très légères, la description originale de Vermeule. Cette pièce a fait l'objet de discussions, et des images en furent publiées, à plusieurs occasions. Mais jamais encore elle n'a été étudiée sous l'angle de l'astronomie. Ce cadran solaire pose pourtant une énigme. Alors qu'il date, en toute probabilité, du deuxième siècle de notre ère, il mesure le temps en heures modernes équinoxiales — ce qui est très étonnant, les heures saisonnières étant presque toujours utilisées dans les cultures romaine et grecque antiques. Voilà un mystère, à propos de cet objet, que personne encore n'avait relevé.

On pourrait certes douter que cet objet fût jamais destiné à servir de cadran solaire. Peut-être n'était-il qu'un cadran de fantaisie. Peut-être les méridiens et les parallèles qui y sont inscrits n'avaient-ils d'autre but que d'évoquer la sphère céleste, à l'image du globe, très généralisé, que montre une peinture murale retrouvée à Boscoreale<sup>6</sup>. Mais pourquoi alors l'artiste a-t-il choisi de recourir à la sphère en creux, et non à la sphère convexe ? L'hypothèse qu'il s'agisse bien d'un cadran solaire est quant à elle renforcée par le fait qu'il existe plusieurs exemples de cadrans solaires antiques supportés par un Atlas. Un cadran conique trouvé à Pergame, aujourd'hui dans les collections du Musée archéologique de Bergama, en Turquie, montre un Atlas agenouillé sur sa jambe droite<sup>7</sup>. Et un fragment de cadran conservé au Musée archéologique national de Naples est porté par un Atlas qui se supporte, lui, sur ses deux genoux<sup>8</sup>.

Dans le cas de Soane M1254, la manière dont les lignes horaires se prolongent au-delà du tropique du Capricorne jusqu'à un petit cercle au niveau du pôle céleste est atypique. Plusieurs cadrans sphériques et coniques antiques présentent certes des lignes horaires qui dépassent le tropique du Capricorne et se rejoignent en un point, selon la configuration

5 Hauteur, largeur, profondeur, en centimètres : 52,5 x 36,0 x 22,0.

6 Pour plus de détails et de références au sujet du globe figurant sur cette peinture murale, voir : <https://www.metmuseum.org/art/collection/search/247006> .

7 Voir le cadran solaire 3054 et la planche 40 du catalogue de Gibbs, 1976.

8 Museo Archeologico Nazionale di Napoli, numéro d'inventaire 120464. Ce cadran fut trouvé à Pompéi, dans un jardin de la Zone IX.vii 12. Des photographies en ont été prises par le Berlin Sundial Project, et publiées sur le web sous la référence Dialface ID 631. Pagliano, 2019, identifie ce cadran comme un cadran conique. Le catalogue du musée de Naples le décrit non pas comme un cadran solaire, mais comme un objet décoratif, représentant non pas Atlas, mais Télamon. Quelques exemples supplémentaires de cadrans solaires antiques supportés par des figures humaines peuvent être trouvés dans la base de données SYRTE



illustrée par la figure 5<sup>9</sup>. Dans ces cadrans, les portions des lignes qui sont hors de la zone tropicale ne visent ni la signification ni l'usage pratiques, puisque la pointe de l'ombre ne pourra jamais s'y projeter. Leur rôle peut être considéré comme esthétique, ou comme servant à souligner la forme sphérique — s'il ne s'agit pas tout simplement d'une erreur de représentation. Soane M1254 a pu s'inscrire dans cette manière de faire. Mais il convient de noter une différence importante : dans la configuration typique schématisée dans la figure 5, les lignes horaires se rencontrent sur un point de l'horizon, dans la direction du nord. Or dans le cas de Soane M1254, elles convergent sur un petit cercle qui est centré, quant à lui, sur ce qui apparaît comme le pôle céleste.

Ainsi, il semble bien qu'on ait affaire à un cadran solaire, mais à un cadran solaire qui présente des caractéristiques inhabituelles. Comme nous le verrons plus loin, c'est un cadran de relativement bonne conception, où les heures sont tracées à la manière équinoxiale, et où les parallèles suivent une projection qui n'est pas centrale. Trois hypothèses se présentent d'elles-mêmes : (1) ce cadran est un exemple pour ainsi dire unique de cadran antique indiquant les heures équinoxiales, (2) l'objet est un faux, (3) ce cadran antique a été modifié à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle ou au début du XIX<sup>e</sup> siècle de manière à indiquer les heures à la mode moderne. Nous verrons que les faits rendent la troisième hypothèse la plus probable.

## Quelques éléments de contexte historique

John Soane (1753-1837), anobli en 1831, était un architecte anglais recherché pour son style néoclassique. Jeune homme dans les années 1778-1780, il entreprit un tour d'Europe qui le mena en Italie, où il séjourna longuement, dessinant et collectionnant. Il conserva tout au long de sa vie cette passion pour les collections. Des années 1790 jusqu'aux années 1810, Soane acquit plusieurs bâtiments à Lincoln's Inn Fields, à Londres, qu'il entreprit de transformer pour y installer ses collections. En 1833, une loi du Parlement accorda à son musée une subvention à perpétuité, à la condition qu'il fût ouvert gratuitement au public (ce qu'il est encore aujourd'hui). Les archives du musée ne précisent pas si c'est de son grand tour que Soane a rapporté le présent cadran solaire d'Atlas ou s'il l'acquit plus tard. Nous allons voir cependant qu'il

s'agit d'une acquisition plus tardive, effectuée entre 1791 et 1822.

En 1816, le chanoine Giuseppe Settele, professeur de mathématiques appliquées à l'Archiginnasio della Sapienza, lut une communication, devant l'Accademia dei Lincei récemment reconstituée, sur la forme géométrique des lignes des heures saisonnières tracées sur les cadrans solaires antiques. Une version de son texte parut la même année sous la forme d'un livre de 44 pages. Dans plusieurs passages de ce traité, Settele apporte des informations au sujet de cadrans solaires qu'il a pu observer en personne. Le frontispice comporte la gravure d'une statuette d'Atlas associée à un cadran solaire pour la raison, explique-t-il, que ce cadran n'avait jamais reçu de description imprimée. La figure 6 reproduit la gravure de Settele, laissant constater sa grande ressemblance avec Soane M1254. Settele précise cependant que l'objet sur lequel il a travaillé n'est pas la statuette originale, mais un plâtre moulé se trouvant à la Galleria dei Candelabri des Musées du Vatican, l'original ayant été mis au jour à Tor Paterno, quelque 25 années avant sa communication (Settele 1816, note III, p. 1920). Voilà qui date la découverte aux alentours de l'année 1791. En outre, ajoute Settele, cet objet est désormais en Angleterre. Dans le cas de la statuette originale, c'est le genou gauche d'Atlas qui est à terre, quand, dans la gravure de Settele, c'est le genou droit. Nous supposons que cette inversion s'est produite au moment où le dessin de Settele fut gravé sur une plaque de cuivre pour l'impression.

Ce cadran solaire à l'Atlas a été décrit à plusieurs reprises depuis 1900. Un certain nombre de commentaires se sont contentés de reprendre l'ouvrage de Settele. C'est ainsi qu'une copie de la gravure de Settele, accompagnée d'une courte description résumant le texte de Settele, fut publiée par Gatty (1900, p. 36). C'est ainsi encore que la discussion menée par Gibbs (1976, p. 150) ne s'écarte pas de la note de Settele. Il en va de même du rapprochement effectué par Arnaldi (1996, p. 109) entre notre objet et une statue qui avait existé à Ravenne, montrant Hercule sur un genou, portant un cadran solaire en forme de coquille Saint-Jacques. Ou encore, d'une remarque figurant dans la section intitulée *Meridiane sferiche e varianti non descritte da altri autori* d'une étude de Severino (2003, p. 26). Tous ces commentaires se rapportent à ce plâtre moulé que Settele fut seul à voir.

9 Pour les cadrans sphériques, de tels exemples sont les cadrans n° 1012, 1014, 1027, 1046, 1057, 1058 et 1059 du catalogue de Gibbs, 1976, ainsi que le cadran n° 27 du catalogue de Schaldach, 2006. Des exemples de cadrans coniques où les lignes horaires sont tracées jusqu'à la fixation du gnomon sont les cadrans n° 3024, 3041, 3066, 3075, 3091, et 3103 du catalogue de Gibbs, 1976, et les cadrans n° 15 et 24 du catalogue de Schaldach, 2006. Le catalogue de Schaldach comporte en outre un cadran cylindrique (cadran n° 41) avec des lignes atteignant la fixation du gnomon.



Figure 4 : Statuette d'Atlas supportant un quart de la face intérieure (concave) d'une sphère, Musée Sir John Soane, M1254.  
©Sir John Soane's Museum, London. Photographie : A. C. Cooper.

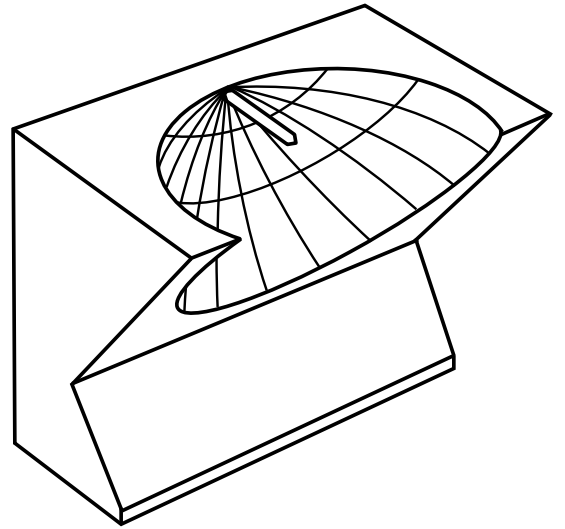


Figure 5 : Une variante de la forme commune du cadran solaire sphérique qui était donnée en figure 3. Les lignes horaires se prolongent par delà le tropique du Capricorne et se rejoignent au trou de fixation du gnomon (le point sur l'horizon qui est au nord).



Figure 6 : Le dessin fait par Settelle (1816) du moule en plâtre alors conservé aux Musées du Vatican.

Récemment, l'attention s'est portée sur l'objet original, Soane M1254. Tout d'abord sous la forme d'une notice, comme nous l'avons vu, qui relevait de l'histoire de l'art, pour le compte du musée Sir John Soane. Son auteur Cornelius Vermeule ne semble pas avoir eu connaissance de la description du moule qu'avait faite Settele. En recherchant des objets susceptibles d'être présentés à l'occasion de l'exposition « Temps et Cosmos dans l'Antiquité grégoromane » organisée à New York par l' Institute for Study of the Ancient World, l'un des coauteurs du présent article (A. J.) s'est rendu compte que le moule de Settele était une copie de Soane M1254. Le même rapprochement avait été fait par Jérôme Bonnin, qui avait étudié Soane 1254 au musée Sir John Soane. Quelques détails relatifs à l'objet furent donnés dans un des chapitres du catalogue de cette exposition (Evans 2016, p. 153 et p. 155). Ce cadran figure dans le registre établi par le Berlin Sundial Project, où il porte la référence Dialface ID 36, ainsi que dans la base de données SYRTE, où il se trouve sous la fiche 29. Enfin, il a aussi été mentionné, tout récemment, par Pagliano (2019, p. 226233), qui l'a rapproché, avec d'autres cadrans, de celui à l'Atlas de Naples (numéro d'inventaire 120464).

Nous l'avons vu, Settele a indiqué dans son ouvrage que l'original avait été découvert à Tor Paterno aux alentours de 1791 et, à la parution de son ouvrage, l'objet se trouvait déjà en Angleterre. La date exacte à laquelle cette pièce a rejoint les collections de John Soane reste inconnue. Mais elle y était très certainement en 1822, car une grande aquarelle peinte par Joseph Michael Gandy la montre dans le musée, à l'emplacement même qu'elle occupe aujourd'hui (musée Sir John Soane, SM P113). Le 11 octobre 1825, ce cadran solaire est représenté, plus finement encore dans ses détails, dans un assemblage d'œuvres d'art dessiné par des élèves de Soane (fig. 7).

Quant au plâtre moulé décrit par Settele, on en perd vite la trace. Comme nous l'avons mentionné plus haut, lorsque Settele l'examine, vers 1816, la reproduction se trouve dans les collections du Vatican. Alessandra Uncini, documentaliste aux Musées du Vatican, nous a informés que cette pièce n'est plus dans leurs collections, les musées s'étant débarrassés de nombreux plâtres de ce genre au XIX<sup>e</sup> siècle. D'après Uncini, une part considérable de ces plâtres fut donnée, entre autres institutions, à l'Accademia di Belle Arti (Via di Ripetta, à Rome). Lorsque l'Accademia prit son indépendance en se séparant du Liceo Artistico, les œuvres d'art furent réparties entre les deux institutions. Cependant, ni dans l'une ni dans l'autre, on ne peut trouver aucune trace du cadran solaire à l'Atlas, comme nous en a informés Costanza Barbier, de l'Accademia di Belli Arti.

Tor Paterno (dans le Latium, près d'Ostie), le lieu où, d'après Settele, fut trouvé Soane M1254, est le site d'une ancienne villa romaine au bord de la mer. Des chercheurs ont pu un temps avancer que cette villa n'était autre que Laurentinum, la villa de Pline le Jeune. Aujourd'hui cependant, on s'accorde plus généralement à y voir une résidence impériale. Sa construction est située entre la fin du premier siècle et le début du second siècle de notre ère, les aménagements et les restaurations se prolongeant jusqu'au quatrième siècle. Elle était servie par un aqueduc, ainsi que par un réseau étendu de canalisations, dont certaines portent la marque de Ti. Claudius Pompeianus, gendre de Marc Aurèle (Marzano 2007, p. 313323). Les fouilles furent réalisées dans les années 1777-1780 par le prince Sigismondo Chigi pour le propriétaire du site, le Baron del Nero, en vertu d'un accord qui prévoyait que ce dernier conservât un tiers des trouvailles (Bressand et Ridley, 2015, p. 4041 ; Bignamini, 2004, p. 97). D'autres fouilles furent entreprises en 1783, financées alors par la Chambre apostolique, sous la papauté de Pie VI. Si le décompte des « 25 années environ » de Settele est fiable, le cadran solaire fut mis au jour ultérieurement à ces fouilles principales. On ignore la manière dont Soane est entré en possession de cette pièce. Bignamini (2004) et Bignamini et Hornsby (2010) rendent compte de la complexité des activités de fouille et de négoce des objets archéologiques dans les États pontificaux à cette période. Nombreux étaient les fouilleurs, les archéologues, les restaurateurs, les revendeurs. Le contexte législatif a aussi changé à plusieurs reprises, avec l'invasion des Français puis leur expulsion, avec, aussi, les efforts menés par le Vatican pour s'assurer de bénéfices sur le commerce des antiquités, auquel fut imposée une réglementation toujours plus stricte. Le fait qu'un plâtre moulé du cadran solaire fut donné aux Musées du Vatican pèse en faveur de l'hypothèse que l'exportation de la pièce originale ait été organisée de manière tout à fait légale, et laisse espérer qu'on puisse retrouver un jour des documents attestant de cette opération, à l'instar de quelques autres cadrans solaires antiques exportés depuis les États pontificaux à cette même période.

## Soane M1254 aujourd'hui

Soane M1254 a fait l'objet en 2016 d'une opération de nettoyage et de restauration experte. On peut citer, notamment, une vieille réfection qui avait été apportée dans l'angle qui est en haut à droite du cadran, et qui a été refaite. Cette ancienne réparation est visible sur la figure 4. Mais nous allons voir à présent qu'une transformation bien plus radicale fut apportée au cadran aux alentours de l'année 1800, avant qu'il fût acquis par John Soane.



Le modèle numérique 3D des surfaces d'un cadran solaire, où ces surfaces sont très finement approchées en trois dimensions par un maillage de triangles géométriques, est d'une grande utilité pratique pour effectuer des mesures sur l'objet et pour apprécier la qualité de son exécution tout en évitant d'avoir à le manipuler physiquement. Le modèle que nous avons utilisé dans le cas de Soane M1254 est un modèle texturé de toutes ses surfaces (à l'exception de celle de sa base) généré par photogrammétrie à partir d'une cinquantaine de photographies<sup>10</sup>. Nous avons effectué deux évaluations de la sphéricité de la surface du cadran avec Meshlab, logiciel de visualisation et d'édition de modèles maillés<sup>11</sup> et plus particulièrement en utilisant la fonctionnalité de Meshlab qui permet de supprimer tout le maillage à l'intérieur d'un rectangle qu'on a tracé dans une vue qu'on a choisie. La première manipulation a consisté à supprimer tout le maillage, à l'exception de la surface du cadran qui affiche les heures, puis à supprimer des « tranches » de cette surface dans une direction quelconque et à observer, selon un axe de vue qui leur est orthogonal, la circularité et la concentricité des coupes parallèles dans ce qui reste du cadran. La seconde manipulation a consisté à supprimer tout le maillage d'un côté du méridien (ou de tout grand cercle) et à observer, selon un axe de vue orthogonal au plan du grand cercle, la circularité de la vue en coupe.

La figure 8 montre, en vue orthographique, les tranches que nous avons découpées dans le modèle en respectant un espacement régulier. Pour une sphère parfaite, le résultat eût été un jeu de cercles concentriques, mais nous pouvons constater que tel n'est pas tout à fait le cas. Ainsi, la forme sphérique a été réalisée de façon assez approximative. Rien de catastrophique, mais elle n'est pas du niveau de qualité que nous avons pu constater sur d'autres cadrans sphériques. La figure 9 est une vue depuis le côté gauche d'Atlas, où le modèle numérique est découpé selon le plan du cercle méridien. Il convient

de souligner une observation d'importance : la coupe est relativement circulaire, effectivement, entre les cercles des tropiques, mais elle présente un aplatissement prononcé au niveau du pôle céleste. Cette région autour du pôle est moins sphérique que le reste du cadran.

Ce cadran n'en reste pas moins relativement bien conçu pour donner les heures équinoxiales. La latitude du lieu où il fut trouvé (Tor Palermo) est 41,7°, celle du cœur de Rome 41,9°. Or l'angle entre le rebord incliné supérieur de la concavité et le plan horizontal est d'environ 45°, et ce rebord est à peu près parallèle à l'axe de la surface sphérique. Cette inclinaison de l'axe laisse penser que le cadran était ainsi conçu pour une latitude de 45°, soit une différence de 3° seulement avec la latitude de Rome. Les lignes horaires, en étant à peu près régulièrement espacées, avec six intervalles de part et d'autre du cercle méridien, marquent le temps en heures équinoxiales. Mais il convient de noter que leur disposition est plutôt approximative. À la mode antique, nous désignerons le méridien (midi) comme la ligne de la 6<sup>e</sup> heure. Des lignes se démarquent des autres : les lignes des 3<sup>e</sup>, 6<sup>e</sup> et 9<sup>e</sup> heures, tracées un peu plus longues, c'est-à-dire prolongées au-dessous du cercle parallèle inférieur<sup>12</sup>. Ainsi que, à tout bien considérer, les lignes de l'heure 0 et de l'heure 12 qui sont matérialisées, pour leur part, par le rebord supérieur de la concavité.

Appelons *a*, *b*, *c* et *d* les quatre cercles parallèles gravés sur le cadran, *a* étant celui qui est le plus grand, et en position inférieure. Nous reportons dans le tableau 1 les mesures que nous avons effectuées sur le méridien (la ligne du midi, c'est-à-dire de la 6<sup>e</sup> heure), sur la ligne de la 3<sup>e</sup> heure et sur celle de la 9<sup>e</sup> heure. Prises depuis le pôle céleste, avec une règle de plastique flexible, ces mesures de longueurs d'arcs sont données en millimètres.

Longueur de l'arc (mm)	Le long du méridien	Le long de la 3 <sup>e</sup> heure	Le long de la 9 <sup>e</sup> heure
Du pôle au cercle <i>d</i>	26	26	26
Du pôle au cercle <i>c</i>	72	74	73
Du pôle au cercle <i>b</i>	124	123	124
Du pôle au cercle <i>a</i>	201	197	194
Du pôle au bord inférieur	241	232	234

Tableau 1 : Mesures le long des 6<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> et 9<sup>e</sup> lignes horaires de Soane M1254.

10 Dans un modèle texturé, la couleur acquise par les photos originales est attribuée à chacun des triangles du maillage, si bien que le modèle rend compte non seulement des détails de la forme de l'objet, mais aussi de ses couleurs. Le modèle que nous avons utilisé pour ce cadran solaire de Soane, généré avec le logiciel Agisoft Photoscan Professional 1.4.1., est disponible en ligne à l'adresse : <https://archive.nyu.edu/handle/2451/48011>.

11 La version de Meshlab que nous avons utilisée : 2016.12.

12 Il existe d'autres cadrans solaires qui font ressortir chaque troisième heure, par exemple les cadrans n° 3022, 3067 et 3076 du catalogue de Gibbs, 1976.



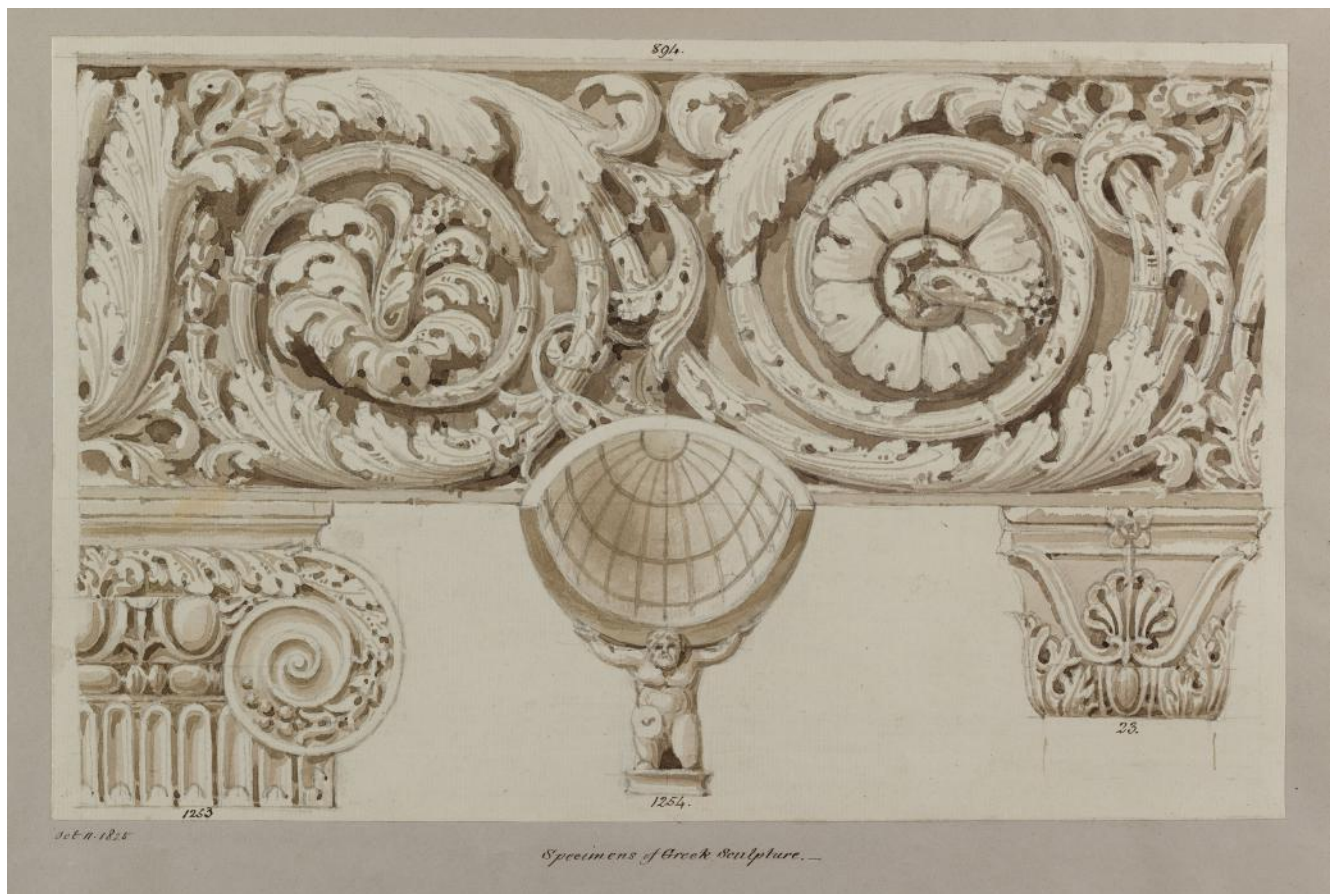


Figure 7 : Le cadran d'Atlas en 1825 dessiné à titre d'exercice par l'un des élèves de Soane. Sir John Soane's Museum SM Vol 82/95. © Sir John Soane's Museum, London. Photographie: Ardon Bar Hama.



Figure 8 : Coupes en vue orthographique du modèle numérique de la concavité du cadran solaire.

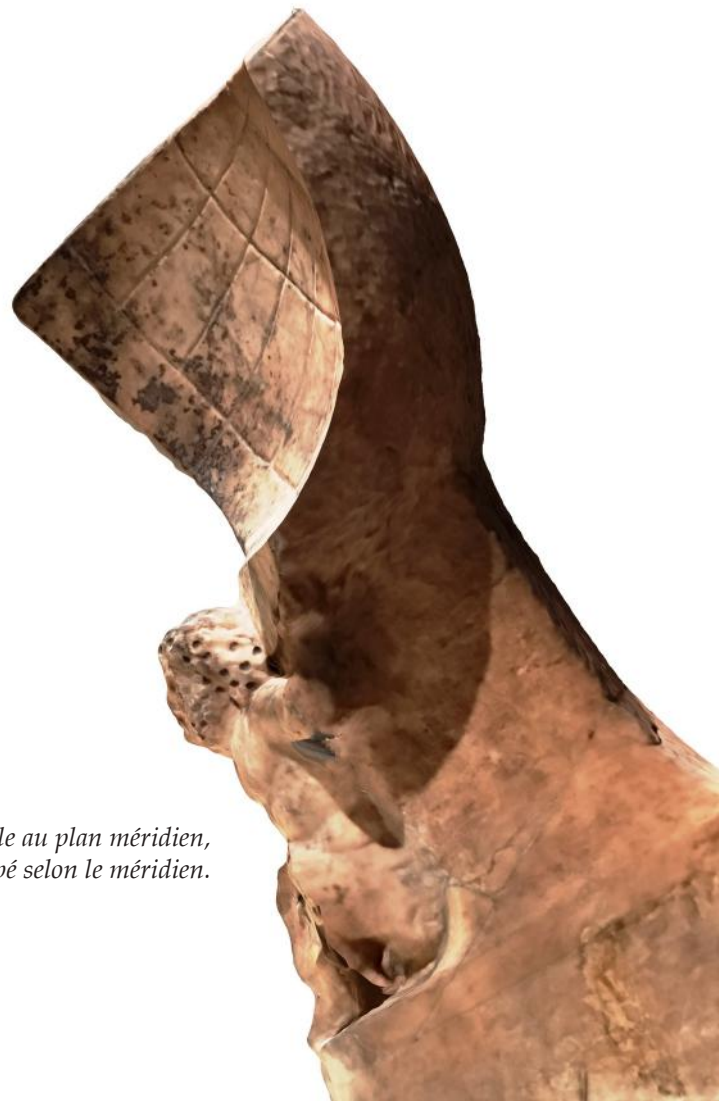


Figure 9 : Vue, orthogonale au plan méridien, du modèle numérique découpé selon le méridien.

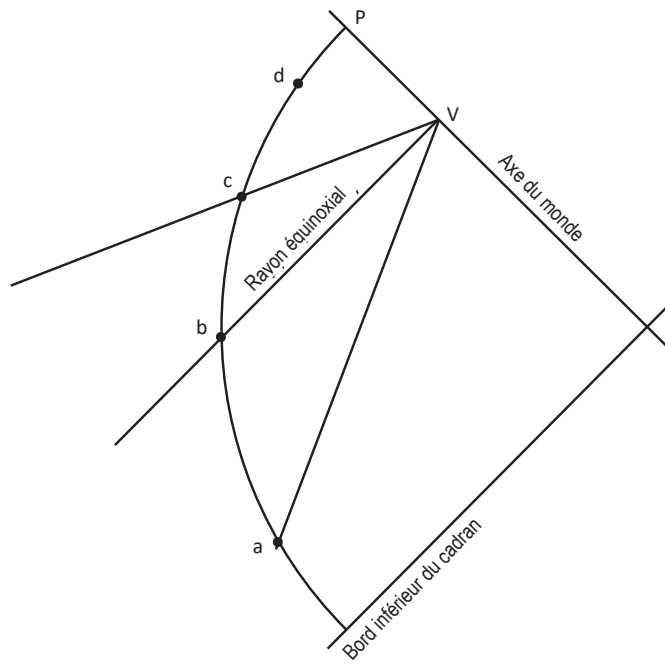


Figure 10 : Analyse graphique du cadran solaire.



Figure 11 : Vue depuis la gauche d'Atlas, montrant les cales placées sous la base de la statuette.  
 Photo : Taylor Pearce Restoration Services, pour le Musée Sir John Soane.



Comme le montrent aussi bien la photographie que le tableau 1, les parallèles n'ont pas été exécutés avec une grande précision.

Considérons à présent le quart de cercle que constitue, en première approximation, l'arc de méridien qui va du pôle au bord inférieur de la concavité. Par proportion, nous pouvons convertir des longueurs (mesurées en millimètres sur cet arc) en angles (mesurés depuis le centre de courbure), de la manière que suffit à illustrer un exemple : l'angle qui correspond aux 26 mm de l'arc abaissé du pôle jusqu'au cercle *d* a pour valeur  $(26 / 241) \times 90^\circ = 9,7^\circ$ . Ces angles sont reportés dans le tableau 2.

Arcs le long du méridien	Angles (°)
Du pôle au cercle <i>d</i>	9.7
Du pôle au cercle <i>c</i>	26.9
Du pôle au cercle <i>b</i>	46.3
Du pôle au cercle <i>a</i>	75.1
Du pôle au bord inférieur	90.0

Tableau 2 : Les angles le long du méridien de Soane M1254.

Par ailleurs, construisons un calque (sur du papier à dessin, ou de préférence sous la forme d'une image numérique mobile à l'écran) montrant trois rayons issus d'un même sommet *V*, disposés de telle manière que le rayon central fasse avec chacun des deux autres un angle de  $24^\circ$  (fig. 10). Ces rayons représentent les rayons solaires à l'équinoxe (le rayon central) et aux deux solstices. Dessinons sur une feuille le quart de cercle du méridien, du pôle *P* au bord inférieur, et reportons-y, d'après les angles que nous avons trouvés, les points *a*, *b*, *c*, *d* représentant les quatre cercles. Superposons à ce dessin le calque avec les trois rayons solaires, pour vérifier que les cercles correspondent bien à l'équateur céleste et aux deux tropiques. (Les cercles pourraient très bien, après tout, n'avoir de valeur que décorative, ou suggestive, sans chercher à représenter l'équateur et les tropiques.) En faisant glisser le calque en s'assurant que le sommet *V* reste sur l'axe du monde et que le rayon équinoxial reste orthogonal à cet axe, nous trouvons qu'il existe bel et bien une configuration permettant aux trois rayons de passer par les points *a*, *b* et *c*. (Rien n'aurait garanti une telle solution si les trois cercles parallèles avaient été tracés arbitrairement.) Nous pouvons donc affirmer que le cercle *a* est bien le tropique du Cancer, que *b* est l'équateur, et *c* le tropique du Capricorne.

Il convient d'observer également que la pointe du gnomon n'est pas au centre de la sphère du cadran.

Le fait que le tropique du Cancer est plus grand que l'équateur suffit à manifester cette non-centralité de la projection. La distance *PV* fournit la longueur requise du gnomon disparu, à supposer que le cadran fonctionnât à la mode antique habituelle, où la pointe seule du gnomon était significative. À échelle réelle, *PV* = 47 mm. Dans la plupart des cadrans modernes de ce type, le gnomon serait une tige centrale confondue avec l'axe sur toute sa longueur ; une perle serait placée en *V*, et l'ombre de celle-ci indiquerait la déclinaison du soleil au jour considéré. Au pôle céleste *P* se trouve la trace d'une petite perforation qui a pu servir à fixer le gnomon, mais celle-ci a été comblée, peut-être lors d'une ancienne restauration, comme on peut le voir en figure 4.

## Soane M1254 tel qu'il était au deuxième siècle

Il semble clair que Soane M1254 a fait l'objet de modifications et que le cadran que nous voyons aujourd'hui n'est pas celui qui pouvait exister au II<sup>e</sup> siècle. La figure 11 est une photographie de Soane M1254 prise depuis la gauche d'Atlas. Elle montre que deux cales de pierre ont été cimentées sous la base de la statuette. La cale du bas semble avoir eu pour fonction de modifier l'inclinaison de l'axe. Juste au-dessus se trouve une cale plus petite, qui pourrait avoir fait partie d'une réfection de la base endommagée de la statuette, mais qui contribuait plus probablement à ajuster l'orientation de l'axe. Ces cales continuent tout autour de la statuette, et sont visibles de la gauche, de l'arrière, de la droite. D'après Helen Dorey, directrice adjointe du musée Sir John Soane, qui a bien aimablement examiné de nouveau cette pièce pour nous, l'état de ces cales est un peu moins usé que celui de la pierre dont sont faites les autres parties de l'objet.

Sur le cadran lui-même, la partie semi-circulaire qui est comprise entre le pôle et le tropique du Capricorne n'est pas non plus, selon toute probabilité, une partie originale du cadran. Plusieurs arguments se conjuguent pour favoriser cette hypothèse. Premièrement, la calotte polaire est faite d'un morceau de pierre qui est distinct du corps principal du cadran, comme le montre clairement l'arrière de l'objet (fig. 12). À elle seule, bien sûr, cette observation ne suffit pas à exclure la possibilité que la construction en deux morceaux relevât de l'exécution originale<sup>13</sup>. Deuxièmement, la pierre dont est fait ce morceau

13 La petite perforation qu'on observe au niveau de la ligne de symétrie, juste sous la calotte polaire (figure 12) a servi au musée à fixer cette pièce au mur, pour éviter qu'elle ne vienne à glisser de son étagère. On ignore si c'est une ancienne perforation qu'ont ici exploitée les conservateurs, ou s'ils l'ont percée eux-mêmes.

semicirculaire paraît être similaire à celle qui aura servi à réaliser les cales. Troisièmement, certaines des lignes horaires montrent un point anguleux (un changement brusque de direction) à l'endroit où elles croisent le tropique du Capricorne pour entrer dans cette partie polaire. C'est notamment le cas de l'heure 5. Enfin, quatrièmement, comme nous l'avons déjà remarqué, la courbure de la calotte polaire s'écarte de la courbure générale du reste du cadran<sup>14</sup>. Inversement, le meilleur argument qu'on puisse trouver en faveur de l'hypothèse que la calotte polaire pût être partie intégrante du cadran original est que, du point de vue de l'iconographie associée à Atlas, cela aurait contribué à souligner la forme sphérique des cieux, en donnant à voir tout un quart de sphère<sup>15</sup>.

La conclusion qui peut être tirée de ces observations est qu'aux alentours de l'année 1800 on entreprit de réparer un cadran solaire antique abîmé, découvert il y avait peu, le restaurateur décidant à cette occasion d'y apporter des « améliorations » pour lui donner l'allure d'un cadran moderne. Parmi les plus importantes, il y eut l'insertion de cette cale inférieure telle qu'elle apparaît très clairement dans la figure 11, destinée à mieux aligner l'axe de la portion sphérique avec l'axe du monde au niveau de latitude de l'Italie centrale, ainsi que l'ajout très probable de la région semicirculaire autour du pôle.

Prenons le temps de reporter quelques nouvelles mesures :

angle entre le plan horizontal et la face supérieure de la cale inférieure	30°
angle entre le plan horizontal et la face supérieure de la cale supérieure	58°
angle entre le plan horizontal et la surface supérieure de la concavité	45°
angle entre le plan horizontal et la surface inférieure de la concavité	44°

Tableau 3 : Orientations des plans principaux de Soane M1254.

Imaginons que nous retirions cette cale inférieure. La surface supérieure du cadran ne serait plus alors

horizontale, à la manière attendue d'un cadran antique (comme dans la figure 1). Par rapport au plan horizontal, elle serait inclinée d'un angle d'environ 15° (= 45 - 30). Certes, étant donné les opérations de refaçonnage réalisées sur l'objet, nous ne connaissons pas vraiment la configuration originale de la base. Mais une hypothèse plausible, dans ces conditions, reste que le rebord supérieur de la concavité devait être horizontal. L'angle combiné des deux cales (58°) convient tout à fait pour un tel recalage.

Une fois le rebord supérieur à l'horizontal, les lignes horaires tendent à fonctionner comme des marqueurs approximatifs des heures saisonnières. Il est donc tout à fait concevable que les présentes lignes horaires, du moins dans leurs parties qui se trouvent sous le tropique du Capricorne, soient bien les lignes originales, destinées à indiquer les heures saisonnières. Nous avons examiné l'objet très attentivement, et nous n'y avons repéré nulle trace d'effacement de lignes qui auraient pu se trouver préalablement gravées (ce que nous a aussi confirmé très aimablement Helen Dorey). Ceci étant, les lignes tracées se contentent d'*approcher* ce qu'auraient été les lignes rigoureuses des heures saisonnières. En effet, la division entre les heures saisonnières se fait sur les cercles parallèles à l'équateur (comme dans la figure 1), or dans le cas de Soane M1254, placé face supérieure à l'horizontale, la division se fait sur des cercles verticaux. L'heure indiquée par un tel cadran ne correspondrait pas exactement à l'heure saisonnière. Mais elle ne s'en écarterait pas non plus de beaucoup. L'heure au lever du soleil, celle à midi, et celle au coucher du soleil seraient correctes. Les heures intermédiaires seraient entachées d'erreurs, mais celles-ci ne seraient guère perceptibles. Il semble ainsi que le concepteur du cadran original ait trouvé le moyen d'incorporer dans son œuvre l'imagerie visuelle des cercles méridiens (en cohérence avec le symbolisme d'Atlas et du globe), au prix d'une modeste dégradation de la précision de la mesure du temps. Dans le monde romain il n'est pas rare de trouver des cadrans solaires dont la conception est imparfaite et dont les performances sont dégradées en conséquence.

14 On serait tenté d'ajouter à ces arguments que, d'après les figures 11 et 12, la couleur de la calotte polaire est légèrement plus pâle que celle du reste du cadran. On ne peut cependant rien déduire de cette comparaison, à cause des opérations de restauration réalisées à l'arrière de l'objet. En effet, le haut de sa partie arrière était toujours très sombre après le premier nettoyage. Un enduit d'argile synthétique lui fut appliqué puis retiré. Elle fut ensuite soumise à un second nettoyage à la vapeur. Elle reçut enfin un très fin badigeonnage d'acrylique, destiné à harmoniser sa couleur avec celle de la face avant (Taylor Pearce Restoration Services, 2016).

15 L'opinion de Matt Nation, de la firme Taylor Pearce Restoration Services qui a nettoyé et réparé l'objet : « Je ne suis pas certain que les diverses parties soient toutes de la même pierre, même si cette pierre est du marbre et qu'il est évident que cela fait longtemps qu'elles sont des parties de cet objet, qu'elles ont vieilli d'une manière très similaire, et que leur aspect est lui aussi très similaire. L'ensemble peut très bien dater de la même époque, mais il reste étrange de voir ce joint inséré autour de la calotte polaire. Il est donc probable qu'il s'agisse d'une réparation ultérieure, comme la cale. » Pour Helen Doley : « Je tendrais à penser que la calotte ne se distingue en rien, ni sur le bord supérieur ni sur la face avant. »





Figure 12 : Vue arrière. Photo : Taylor Pearce Restoration Services, pour le Musée Sir John Soane.

Les cercles parallèles figuraient-ils à l'origine sur le cadran ? Nous ne le pensons pas, et nous estimons au contraire que le cadran original ne devait comporter que les lignes des heures<sup>16</sup>. Le parallèle inférieur, qui est le plus grand, et qui sert à la démarcation à laquelle s'interrompent certaines des lignes horaires, semble de tous les cercles parallèles celui qui rassemble le plus de raisons de figurer sur le cadran original. Mais il convient de garder à l'esprit que, dans la forme ancienne du cadran, les cercles parallèles n'étaient pas des cercles de déclinaison constante, et qu'ainsi ils ne pouvaient pas correspondre aux tropiques et à l'équateur. Il est plus probable que ces parallèles soient des ajouts modernes et que les courbes des heures aient été redessinées, de manière à ce que leur apparence soit en harmonie avec celle des parallèles nouvellement gravés. Voilà qui pourrait expliquer qu'il manque une certaine délicatesse aux lignes des heures telles qu'elles existent aujourd'hui.

Il est difficile d'en être certain, mais la pointe du gnomon devait, en toute probabilité, se trouver au centre géométrique de la sphère et le cadran original ne devait pas comporter de calotte polaire. La pointe du gnomon étant placée au centre de la sphère, son ombre à midi au solstice d'hiver devait (à peu près) toucher le point *c* (ou l'atteindre presque, ou le dépasser à peine) et l'ombre restait alors sur le cadran du petit matin à la fin de l'après-midi. Au solstice d'été, en revanche, le cadran ne fonctionnait que pendant quelques heures en milieu de journée (à peu près 3 et 1/4 d'heures saisonnières avant et après midi). Plus tôt le matin, et plus tard dans l'après-midi, l'ombre se portait en dehors du cadran. Il n'est pas rare de trouver des cadrans antiques qui ne peuvent servir qu'une partie de la journée, à certains moments de l'année. C'est particulièrement fréquent avec les cadrans plans verticaux.

John Soane, probablement, n'a pas su exactement ce qu'il était en train d'acquiescer : un cadran solaire antique qui venait d'être modernisé à l'occasion de sa restauration. Il est possible que le restaurateur, quel

qu'il fût, ait commis son erreur en toute innocence, par manque de familiarité avec les cadrans antiques. C'est peut-être aussi une contrefaçon délibérée, destinée à tromper un collectionneur en lui proposant un cadran solaire à l'allure familière. Il n'y a aucune raison de douter, cependant, que la pièce originale soit une authentique statuette de jardin de la période antonine. Settele fournit une attestation presque contemporaine de la trouvaille. Vermeule en dresse une analyse fondée sur l'histoire de l'art, indépendante de l'article de Settele qu'il ignorait, et qui conclut également à une datation antonine, laquelle est cohérente avec ce que nous savons des fouilles. Et enfin, la présence des cales renforce la conclusion qu'il s'agit d'un véritable objet ancien qui fut modifié à l'occasion d'une restauration, car s'il s'était agi d'une contrefaçon *ab initio*, ces cales eussent été bien inutiles.

## Remerciements

Nos remerciements vont à Karlheinz Schaldach, Jérôme Bonnin, Denis Savoie et Anthony Turner, pour leurs discussions expertes au sujet du présent cadran solaire. Nous remercions également Alessandra Uncini, documentaliste des collections aux Musées du Vatican, et Costanza Barbier, de l'Académie des Beaux-Arts de Rome, pour les informations qu'elles nous ont apportées sur leurs collections. C'est une aide précieuse que nous avons reçue de Clare Hornsby pour toute la documentation relative aux fouilles réalisées dans les États pontificaux dans les années 1800, et à la circulation des objets archéologiques trouvés alors. Ils sont plusieurs du Musée Sir John Soane à nous avoir également bien aidés : Helen Dorey, sa directrice adjointe, Sue Palmer, archiviste, Jane Wilkinson, directrice de collections, et Nathan Emery, assistant à l'iconothèque. Matt Nation, de la société spécialisée Taylor Pearce Restoration Services, a très généreusement partagé avec nous les photographies qui furent prises lors du nettoyage et de la restauration du cadran solaire, ainsi que les détails techniques de cette opération.

---

16 Des exemples de cadrans anciens comportant exclusivement des lignes d'heures, en l'absence des lignes des jours particuliers de l'année, sont les cadrans n° 1046, 1063, 3017, 3018, 3066, et 3088 du catalogue de Gibbs, 1976, et les cadrans n° 7, 10, 11, 27, 42 du catalogue de Schaldach, 2006.

## Bibliographie

- Arnaldi M., 1996, *Il Conchicollo: L'antico orologio di Ravenna*, Ravenna, Edizione Essegi.
- Berlin Sundial Collaboration, *Ancient Sundials*, Edition Topoi, 2014, <http://repository.edition-topoi.org/collection/BSDP/>
- Bignamini I., 2004, « British Excavations in the Papal States during the Eighteenth Century: Written and Visual Sources », in *Archives & excavations: essays on the history of archaeological excavations in Rome and southern Italy from the Renaissance to the nineteenth century*, ed. Ilaria Bignamini, London, The British School at Rome, p. 91108.
- Bignamini I. and Clare H., 2010, *Digging and Dealing in Eighteenth Century Rome*, New Haven and London, Yale University Press.
- Bressan D., et Ronald T. R., 2015, *The Prince as Poisoner: The Trial of Sigismondo Chigi, Rome, 1790* (Studi e Testi 494), Città del Vaticano, Bibliotheca Apostolica Vaticana.
- Dekker E., 2013, *Illustrating the Phenomena: Celestial Cartography in Antiquity and the Middle Ages*, Oxford, Oxford University Press.
- Evans J., 2016, « Images of Time and Cosmic Connection », in Jones 2016, p. 143169.
- Gatty M., 1900, *The Book of Sundials*, enlarged and edited by H. K. F. Eden and E. Lloyd, London, George Bell & Sons.
- Gibbs S., 1976, *Greek and Roman Sundials*, New Haven and London, Yale University Press.
- Herrmann Sipsi M. et Schaldach K., « Frühe Arachnen – über die Anfänge der Zeitmessung in Griechenland », *Archäologischer Anzeiger*, 1. Halbband 2015, 3967.
- Jones A., ed., 2016, *Time and Cosmos in GrecoRoman Antiquity*, Princeton, Princeton University Press.
- Jones A., 2017, « The Roofed Spherical Sundial and the Greek Geometry of Curves », in *Studies on the Ancient Exact Sciences in Honour of Lis BrackBerssen*, ed. J. M. Steele and M. Ossendrijver, Berlin: Edition TOPOI, 183203.
- Jones A., 2020, « GrecoRoman Sundials: Precision and Displacement, » in *Down to the Hour: Short Time in the Ancient Mediterranean and Near East*, ed. K. J. Miller and S. Symons, Leiden, Brill.
- Künzl E., 2000, *Ein römischer Himmelsglobus der mittleren Kaiserzeit*, Jahrbuch des RömischGermanischen Zentralmuseums Mainz, no. 47.
- Marzano A., 2007, *Roman Villas in Central Italy: A Social and Economic History*, Leiden and Boston: Brill.
- Pagliano A., 2019, *Le Ore del Sole: Geometria E Astronomia Negli Antichi Orologi Solari Romani*, Pozzuoli, Paparo.
- Schaldach K., 2006, *Die antiken Sonnenuhren Griechenlands: Festland und Peloponnes*, Frankfurt am Main, Verlag Harri Deutsch.
- Schaldach K., 2016, « Measuring the Hours: Sundials, Water Clocks, and Portable Sundials, » in Jones 2016, p. 6393.
- Settele G., 1816, *Memoria sopra la forma delle linee orarie indicanti le ore ineguali degli antichi sopra gli orologi solari: letta nell' Accademia de' Lincei li 16 maggio 1816*, Roma.
- Severino N., 2003, *Orologi Solari Romani*. Digital document privately published and sold.

Sir John Soane's Museum, « Roman sundial: an hour segment supported by a figure of Atlas », *Sir John Soane's Museum Collection Online*, <http://collections.soane.org/object-m1254> , consulted June 24, 2019.

Soubiran J., 1969, *Vitruve: De l'architecture Livre IX*, Paris, Les Belles Lettres.

SYRTE, L'Observatoire de Paris, La mesure du temps dans l'Antiquité : Témoignages archéologiques, <https://syrte.obspm.fr/astro/archeo/>

Taylor Pearce Restoration Services, 2016, « Completion Report ... M1254 », Sir John Soane's Museum.

Toomer, G. J., 1984, *Ptolemy's Almagest*, London, Duckworth.