

# CADRANS SOLAIRES POUR TOUS

Magazine trimestriel - n° 12 - Été 2024 - 11€



# CONTENTS

- [4](#) **Credits**
- [5](#) **Editorial**
- [6](#) **News**
- [8](#) **The « gamma-solar » sundial - Michel Steiner**  
*Behind this title hides a new type of sundial shaking up many common concepts. It aims to tell the time of the watch directly from the sun. Everyone knows that this is not possible, although, when you think about it...*
- [10](#) **Gnomons in space - Gérard Élie**  
*Does gnomonics seem like a science of the past to you? Then, consider that gnomons, these simplistic astronomical instruments, were embarked during the Apollo and Insight missions on the Moon and Mars...*
- [12](#) **A first response to our 2024 sundial contest... - Editorial Committee**  
*You still have time to participate in our 2024 sundial contest. While waiting for your answers (short stories, poems, mottos), we asked an "artificial intelligence" to participate and here is what we got...*
- [14](#) **A "World Sundial Day"? - Esteban Martínez Almirón**  
*What if on the occasion of the spring equinox we celebrated the "World Sundial Day" every year? This is the simple and brilliant idea that Esteban Martínez Almirón recently had and which led him to launch a global initiative that he presents to us.*
- [16](#) **Mass dials - Pierre-Louis Cambefort**  
*Have you ever been intrigued by these Mass (or Scratch)" dials, typically found (often damaged by time) on the facades of churches, looking like traditional sundials? Pierre-Louis Cambefort studies them a little more closely here...*
- [18](#) **The Phenomena of Aratos, an astonishing... publishing phenomenon (2/2) - Michèle Tillard**  
*In issue 11 of the magazine, Michèle Tillard introduced this publishing phenomenon from the end of the 3<sup>rd</sup> century BC, in which a poet uses astronomy to decipher the signs of Zeus. In this issue she invites us to discover what the translators of the work have said about it...*
- [20](#) **Theodolite and gnomonics - Yves Opizzo**  
*We have all seen topographers or surveyors using a theodolite, this very recognizable instrument, mounted on a tripod. Yves Opizzo explains here its use for gnomonic purposes (apart from tropical zones, where a "mining theodolite" will be necessary).*
- [22](#) **Astronomical indications in Zola's novels - David Alberto**  
*What if you read or reread, with a gnomonist's perspective, the novels constituting the Les Rougon-Macquart series written by Émile Zola between 1870 and 1893, a magnificent natural and social history of a family under the Second Empire? David Alberto engages in the exercise...*
- [24](#) **Czech sundials - Miloš Nosek**  
*After having taken you to discover or better know the sundials of China, Japan, Austria, Hungary, Spain, Italy, Portugal, Quebec, Switzerland... it is time to travel to the Czech Republic (Czechia)...*
- [26](#) **Is it time to drink? - David Alberto and Roger Torrenti**  
*In this article David Alberto and Roger Torrenti take us from the shepherd's dial to the famous Parisian cabaret Le Moulin-Rouge, and finally to the "glass sundial" which lets you know if it is time to drink (not too much of course!).*
- [28](#) **The giant meridian line in the Près-la-Rose Park - Francis Reymann**  
*For the magazine, the author visited the giant meridian line of the Près-la-rose park in Montbéliard (France) and verified in particular that its precision remains of the order of 10 seconds, more than 30 years after its installation...*
- [30](#) **The retrogradation of the shadow - Yvon Massé**  
*In his article published in issue 11 of the magazine, "A mysterious dial", Yvon Massé proposed to build a sundial whose shadow retrogrades (goes back and forth during the day). Here he addresses this phenomenon in a different context.*
- [32](#) **The Republican calendar (finally!) available in French - Fabio Savian**  
*In recent years, Fabio Savian has designed and distributed a Republican calendar, including valuable information for gnomonists, in Italian, then in English with the support of Frank King of the BSS. We enthusiastically accepted Fabio Savian's proposal to collaborate on a French version.*
- [34](#) **Games and puzzles**
- [36](#) **Solutions to games and puzzles**
- [38](#) **Soleil en cage - Claude Gahon**





## SOMMAIRE

- [4](#) Crédits photos et illustrations
- [5](#) Éditorial
- [6](#) Actualités
- [8](#) Le cadran gamma-solaire - Michel Steiner
- [10](#) Des gnomons dans l'espace... - Gérard Élie
- [12](#) Une première réponse à notre Concours 2024... - Comité éditorial
- [14](#) Une « Journée mondiale des cadrans solaires » ? - Esteban Martínez Almirón
- [16](#) Les cadrans canoniaux - Pierre-Louis Cambefort
- [18](#) Les Phénomènes d'Aratos, un étonnant phénomène... d'édition (2/2) - Michèle Tillard
- [20](#) Théodolite et gnomonique - Yves Opizzo
- [22](#) Indications astronomiques chez Zola - David Alberto
- [24](#) Les cadrans solaires de Tchéquie - Miloš Nosek
- [26](#) Quand est-il l'heure de boire ? - David Alberto et Roger Torrenti
- [28](#) La méridienne géante du parc du Près-la-Rose - Francis Reymann
- [30](#) La rétrogradation de l'ombre - Yvon Massé
- [32](#) Le calendrier républicain (enfin) disponible en français - Fabio Savian
- [34](#) Jeux et énigmes
- [36](#) Solutions des jeux et énigmes
- [38](#) Soleil en cage - Claude Gahon

*Photo de couverture : cadran solaire réalisé par Salvador Dali au 27 rue Saint-Jacques à Paris « en l'honneur d'amis qui tenaient boutique » à cette adresse. Dali, en haut d'une nacelle, a signé son œuvre, accompagné par la fanfare des Beaux-Arts, lors de son inauguration, le 15 novembre 1966.*

*Ci-dessus : le « belvédère solaire de Tristaina » inauguré en 2021 dans la station de ski d'Ordino-Arcalís (Andorre). Il se compose d'un anneau métallique, de 25 m de diamètre et de 1,25 m de large, servant de belvédère et surplombant les lacs de Tristaina et la vallée d'Ordino. Un style vient traverser ce cadran horizontal monumental, et l'heure se lit autour du belvédère.*

# CRÉDITS PHOTOS ET ILLUSTRATIONS



- Couverture : Document Wikimedia Commons (Auteur : Paris 17 - Fichier : Le Cadran de Dalí, Rue Saint-Jacques, 2010-07-24.jpg - Licence CC BY-SA 2.0)
- Page 3 : Photo extraite du site <https://visitandorra.com/fr/>
- Page 4 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Moussa Kalapo - Fichier : Femmes Photographes.jpg - Licence CC BY-SA 4.0)
- Page 6 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Jack Weir - Fichier : Land on the Moon 7 21 1969-repair.jpg - Domaine public) - Photo <https://fr.freepik.com/> - Photo David Alberto - Image extraite du site mentionné
- Page 7 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Sascha Kohlmann - Man Reading Newspaper (92181097).jpeg - Licence CC BY-SA 3.0) - Photo mise à disposition par l'auteur
- Pages 8 et 9 : Illustrations et photos Michel Steiner
- Pages 10 et 11 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Antoine Béranger - Gnomon d'Anaximandre MN.jpg - Domaine public) - Photos NASA (domaine public)
- Pages 14 et 15 : Illustrations mises à disposition par l'auteur - Document Wikimedia Commons (Auteur : WAV12 - Jeune pousse de Platane à feuilles d'Erable.jpg - Licence CC BY-SA 4.0)
- Pages 16 et 17 : Document Wikimedia Commons (Auteur : GO69 - Fichier : Uzeste (33) Collégiale Notre-Dame Extérieur 05.JPG - Licence CC BY-SA 3.0) - Photos Pierre-Louis Cambefort - Illustrations Pierre-Louis Cambefort
- Pages 18 et 19 : Photo Roger Torrenti - Document Wikimedia Commons (Auteur : Didier Descouens - Fichier : (Toulouse) Portrait de Germanicus - Musée Saint-Raymond Ra 342 c.jpg - Domaine public) - Document Wikimedia Commons (Auteur : William Henry Goodyear - Fichier : S03 06 01 001 image 208.jpg - Domaine public)
- Pages 20 et 21 : Photos et illustration Yves Opizzo
- Pages 22 et 23 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Pixnoa - Emile Zola (dessin).jpg - Licence CC BY-SA 4.0)
- Page 25 : Photos mises à disposition par l'auteur
- Pages 26 et 27 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Wolfgang Sauber - Fichier : GNM - Zylindersonnenuhr.jpg - Licence CC BY-SA 3.0) - Schéma Roger Torrenti - Photo et schéma Claude Gahon - Photo David Alberto - Schémas Roger Torrenti - Photo extraite du site mentionné
- Pages 28 et 29 : Photos Francis Reymann
- Pages 30 et 31 : Illustrations Yvon Massé - Document Wikimedia Commons (Auteur : Cav~commonswiki - Fichier : Pedro Nunes ritratto.jpg - Domaine public)
- Pages 32 et 33 : Illustration Fabio Savian d'après un document Wikimedia Commons (Auteur : Debu-court, Philibert Louis – Bibliothèque nationale de France - Fichier : Calendrier-republicain-debu-court2.jpg - Domaine public)
- Page 34 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Hansjorn - Fichier : Auguste Rodin - Grubleren 2005-02.jpg - Domaine public) - Document Wikimedia Commons (Auteur : M62 - Fichier : Levi's 506 front.jpg - Licence CC BY-SA 3.0)
- Page 35 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Joanni Maurice Perronet - Fichier : MerAgitée.png - Domaine public) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Michael Coghlan - Fichier : Sundial, Singapore Botanic Gardens.jpg - Licence CC BY 2.0)
- Page 36 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Gzen92 - Fichier : Pleine Lune depuis Colmar.jpg - Licence CC BY-SA 4.0 International) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Anonyme - Fichier : Montre à gousset ayant appartenu à Marcel Proust, OM3171.jpg - Licence CC0)
- Page 37 : Copie d'écran du site mentionné - Document Wikimedia Commons (Auteur : Seloloving - Fichier : Singapore on the globe (Southeast Asia centered) zoom.svg - Licence CC BY-SA 3.0)
- Page 38 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Wolfgang Sauber - Fichier : GNM - Zylindersonnenuhr.jpg - Licence CC BY-SA 3.0) - Photos et illustration Claude Gahon
- Page 40 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Charles Bloud - Fichier : Bloud Portable diptych sundial.jpg - CC0 1.0 Universal Public Domain Dedication)



## ÉDITORIAL

À l'occasion de ce n°12 du magazine, le comité éditorial tient particulièrement à remercier tous les auteurs, extérieurs à leur groupe, qui contribuent, trimestre après trimestre, aux articles de ce magazine, que nous avons voulu, dès son lancement, ouvert aux passionnés et spécialistes, mais aussi aux amateurs de cadrans solaires et de gnomonique.

Au-delà des articles et des traditionnels jeux et énigmes, la rubrique actualités est riche d'informations ce trimestre. En particulier :

- Notre concours 2024 est toujours ouvert et dans l'attente de vos nouvelles, poèmes ou devises, nous avons récemment interrogé une IA pour évaluer ses réponses...
- Nous avons produit un poster à télécharger : c'est une frise chronologique s'appuyant sur la *Chronologie* présentée dans le n°11.
- L'ouvrage *Jeux et énigmes sur la gnomonique et les cadrans solaires* a été mis à jour et est toujours proposé en téléchargement libre. Il comprend les 48 jeux et énigmes (et leurs 48 solutions) parus dans les numéros 1 à 12.
- Nous avons accepté avec enthousiasme la proposition du gnomoniste italien Fabio Savian de collaborer à l'édition de la version française (enfin !) de son *Calendrier républicain*. Réservez votre exemplaire !

Nous nous réjouissons que notre magazine et nos initiatives contribuent à une large diffusion, dans les pays francophones et au-delà, et notamment en milieu scolaire, de l'histoire, de la théorie et de la réalisation de cadrans solaires,

Nous recevrons toujours avec plaisir vos projets d'articles ou vos remarques et suggestions.

Roger Torrenti  
Responsable éditorial

## EDITORIAL

On the occasion of this 12th issue, the editorial committee of the magazine would particularly like to thank all the authors, outside their group, who contribute, quarter after quarter, to the articles in this magazine which, from its launch, we wanted to be open to enthusiasts and specialists, but also to amateurs in the field of sundials and gnomonics.

Beyond articles and our traditional "Games and puzzles", the news section is, in this issue, rich in information. Especially :

- Our 2024 Sundial contest is still open and while waiting for your novels, poems or mottos, we recently interviewed an AI to evaluate its responses...
- We have produced a poster to download : a timeline based on the *Chronology* presented in issue 11 of the magazine.
- Our book *Games and puzzles on gnomonics and sundials* has been updated and is still available for free download. It includes the 48 games and puzzles (and their 48 solutions) published in issues 1 to 12 of the magazine.
- We enthusiastically accepted the proposal of the Italian gnomonist Fabio Savian to collaborate on the edition of the French version (finally!) of his *Republican calendar*. Reserve your copy!

We are delighted that our magazine and our various initiatives contribute to the wide dissemination, in French-speaking countries and beyond, and particularly in schools, of the history, theory and construction of sundials,

We will always be happy to receive your draft articles or your comments and suggestions.

Roger Torrenti  
Editorial manager

[contact@cadrans-solaires.info](mailto:contact@cadrans-solaires.info)



# ACTUALITÉS



## CONCOURS 2024

Vous avez jusqu'au 1<sup>er</sup> novembre 2024 pour participer à notre *Concours international Cadrans solaires pour tous 2024*. Envoyez à l'adresse [concours@cadrans-solaires.info](mailto:concours@cadrans-solaires.info) une nouvelle (moins de 2 pages) ou un poème (d'une page maximum) ayant pour thème un cadran solaire, voire simplement une devise de cadran solaire que vous aurez imaginée. Un jury, réunissant les membres du Comité éditorial du magazine et présidé par Alix Loiseleur des Longchamps, Michèle Tillard et David Alberto, se réunira début novembre 2024 et sélectionnera les lauréats, qui seront dévoilés et mis en valeur dans le n°14 du magazine à paraître début décembre 2024. Le règlement détaillé du Concours 2024 peut être téléchargé, en français ou en anglais, à l'adresse <https://bit.ly/4b8wxq3>.



## FORUM D'ÉCHANGE ET DE PARTAGE

Le MOOC cadrans solaires <https://www.cadrans-solaires.info/> a fermé son forum qui avait été lancé en 2018 pour accompagner les premiers apprenants et permettre de peaufiner ce cours en ligne à partir des remarques et suggestions que les apprenants exprimaient. Les 300 membres de ce forum et tous ceux intéressés par un forum d'échange et de partage ouvert à tous sur la gnomonique et les cadrans solaires sont aujourd'hui invités à rejoindre le forum d'Yvon Massé, « Aux cadrans solaires » <https://gnomonique.fr/forum/>.



## UN « CADRAN CUBE » À MONTER SOI-MÊME

Et si vous confectionniez, ou invitiez un enfant à confectionner un cadran solaire polyédrique en papier, plus précisément un cube dont les 5 faces arborent un cadran ? Rien de plus facile : David Alberto vous propose sur son site un document à télécharger (voir <https://www.astrolabe-science.fr/cadran-cube/>) permettant d'imprimer, sur du papier épais (bristol par exemple), un cube dont les faces ont 9 cm de côté, chaque face comportant les tracés de lignes horaires pour différentes latitudes de la France métropolitaine (latitudes entières entre 42 et 55 ° N).



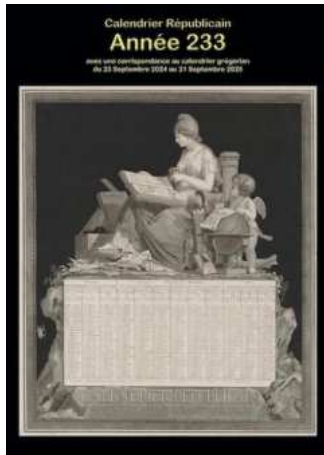
## UNE RICHE SOURCE D'INFORMATIONS

La Commission des Cadrans Solaires du Québec (CCSQ) a dû malheureusement cesser ses activités il y a quelques années, mais grâce à Jasmin Gauthier, son dernier président, membre du comité éditorial de ce magazine, le contenu du site de l'association a été préservé et constitue une riche source d'informations (voir <https://sites.google.com/site/ccsq2015/>). On y trouve notamment le répertoire, en images, des cadrans solaires de la province du Québec ainsi que, en téléchargement libre, l'ensemble des numéros du bulletin « Le Gnomoniste » publiés par l'association.



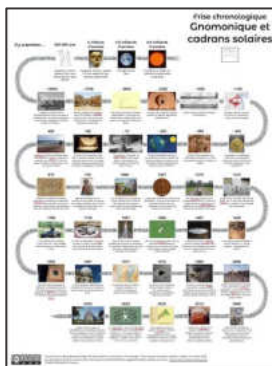


## ACTUALITÉS



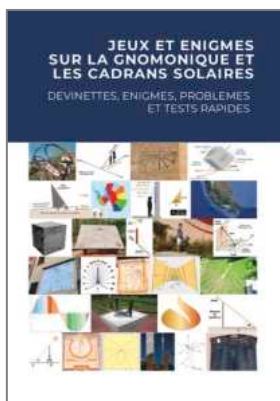
### CALENDRIER RÉPUBLICAIN EN FRANÇAIS !

Un cadeau à offrir aux petits et grands, ou à s'offrir pour 15 € (frais d'expédition inclus) : la version française du calendrier républicain de Fabio Savian, à laquelle nous avons collaboré (voir article p. 32-33). Un calendrier historique et poétique, avec des indications gnomoniques pour chaque jour de l'année (commençant le 22 septembre) et une référence aux dates de notre calendrier grégorien ainsi qu'aux constellations du zodiaque. Retenez, auprès de Roger Torrenti ([roger@torrenti.net](mailto:roger@torrenti.net)), votre exemplaire de l'an 233 de la République française, avant le 31 juillet 2024, pour le recevoir courant août.



### POSTER POUR SON BUREAU OU SA CLASSE

Une frise chronologique a été conçue à partir de l'opuscule *Chronologie - Gnomonique et cadrans solaires* présenté dans le numéro précédent de ce magazine et téléchargeable depuis <https://bit.ly/3u088bW>. Cette frise chronologique résume en 38 illustrations commentées une histoire de la gnomonique depuis la formation du Soleil jusqu'à nos jours. Un fichier pdf, téléchargeable librement depuis <https://bit.ly/43Nuhra>, que vous pourrez faire imprimer en format A3, A2, A1... pour utilement orner votre bureau ou votre classe !



### PRÈS DE 50 JEUX ET ÉNIGMES

Le livre *Jeux et énigmes sur la gnomonique et les cadrans solaires* avait été publié en juin 2023 et regroupait les devinettes, énigmes, problèmes gnomoniques, et tests rapides de la section *Jeux et énigmes* des 8 premiers numéros de ce magazine. Il vient d'être mis à jour et contient donc désormais 48 jeux et énigmes, accompagnés de leurs solutions. Ce livre de plus de 110 pages peut être téléchargé gratuitement depuis <https://bit.ly/43P4sHz> ou commandé en version papier via <https://bit.ly/3d4RwY9>. Une façon différente, ludique, de tester ou d'améliorer ses connaissances, de se familiariser avec les cadrans solaires et leur science, la gnomonique...

### SOLART 2



Les cadrans solaires du prolifique artiste catalan Marc-André de Figueres ont été présentés dans le n°8 du magazine. Son magnifique cadran monumental (horizontal à style polaire), baptisé Solart 2 et installé sur un rond-point de Rivesaltes dans les Pyrénées-Orientales, avait été malheureusement incendié lors du mouvement des Gilets jaunes. Le style vient d'être démonté pour des raisons de sécurité et reste en attente d'une réhabilitation. Souhaitons que cette attente soit brève !

Derrière ce titre se cache un nouveau type de cadran solaire qui bouscule bien des habitudes. Il se propose de donner l'heure de la montre directement à partir du Soleil. Chacun sait que cela n'est pas possible, quoique, en y réfléchissant...

## UNE EXPÉRIENCE DÉMONSTRATIVE

Voici une petite expérience très facile à faire mais un peu longue : elle dure un an ! Elle consiste (photo 1) à fixer sur une vitre ensoleillée toute l'année une petite feuille de papier percée d'un trou de la dimension d'un œillet. Adossée à cette vitre, se place une table horizontale portant une grande feuille de papier fixée à la table.

L'expérience consiste à repérer sur le papier, chaque journée ensoleillée, le point central de la petite tache lumineuse, à midi de la montre (ou de votre téléphone portable) et à midi solaire (que le site <https://heuresolaire.com/> pourra vous donner).

Le résultat est une grande courbe en « 8 » pour midi de la montre et une ligne droite pour midi au soleil (photo 2).



Photo 1

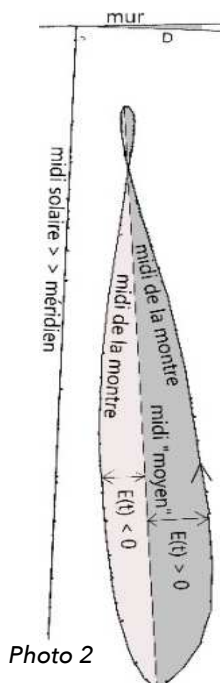


Photo 2

Ces résultats sont très instructifs.

Midi au soleil correspond au passage du Soleil dans le plan méridien du lieu de l'expérience. La ligne droite obtenue sur la feuille est donc la trace du méridien du lieu, la direction « plein sud » (accessoirement, cela donne une méthode simple pour connaître la déclinaison gnomonique D du mur où la fenêtre est percée).

Midi de la montre est décrit par une courbe se refermant sur elle-même en forme de 8 (il n'a pas été tenu compte dans cette expérience de l'heure d'été).

On en déduit que le Soleil n'occupe pas la même position relativement à la Terre chaque fois que l'aiguille de la montre s'installe sur le 12.

Or, la durée entre deux passages successifs de l'aiguille en face de ce repère est mécaniquement définie. Elle est toujours la même. C'est donc que la durée du jour selon le Soleil n'est pas la même d'un jour à l'autre, sinon la courbe serait une droite. Elle évolue en fait entre 23 h 59 min 39 s et 24 h 00 min 30 s. On l'appelle le jour solaire vrai. Un objet mécanique comme la montre ne peut donc pas l'indiquer puisque le jour solaire est évolutif. Il a fallu inventer un jour solaire moyen de 24 h 00 min 00 s sur lequel la montre se fonde.

## PASSAGE DE L'HEURE SELON LE SOLEIL À L'HEURE DE LA MONTRE.

On vient de voir que l'heure donnée par le Soleil  $T(\text{soleil})$  sur la méridienne que nous avons construite (mais cela s'applique à tout cadran solaire) diffère de l'heure donnée par la montre  $T(\text{moyen})$ . Cette différence est appelée « l'équation du temps »  $E(t)$  :

$$T(\text{moyen}) = T(\text{soleil}) + E(t)$$

$E(t)$  est un terme correctif pouvant être illustré par l'écart entre chaque point de la courbe en 8 et la droite de midi moyen, représentée en position quasi axiale.  $E(t)$  est un terme variable selon la date.

Pour obtenir l'heure affichée par la montre, il faut en outre ajouter deux termes : la valeur (algébrique) du décalage en longitude (convertie en durée) entre le lieu du cadran solaire et le méridien central du fuseau horaire de référence et « l'heure saisonnière » (1 h en été). Au final :

$$T(\text{montre}) = T(\text{soleil}) + \text{Cor}(\text{longitude}) + E(t) + 1h \quad (\text{en été})$$

On observe que la présence de l'équation du temps  $E(t)$  est indispensable...



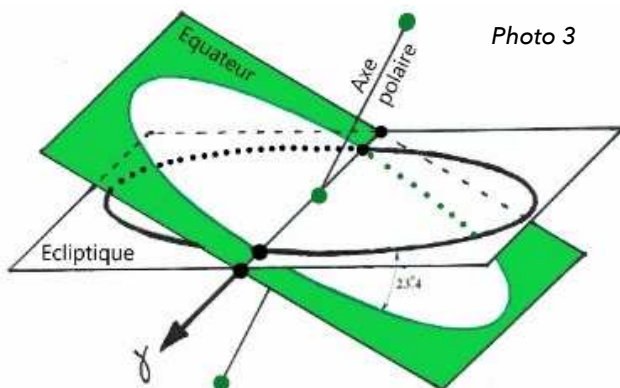
## CONTOURNEMENT DE L'ÉQUATION DU TEMPS

L'équation du temps provient de deux causes : l'orbite de la Terre autour du Soleil est une ellipse et l'axe de rotation de la Terre est incliné par rapport à son plan orbital.

Il est impossible de changer cela... Changer, non, mais contourner oui !

Un cadran solaire est lié à la Terre. Il est donc obligé de se plier aux exigences de cette situation. Mais s'il est « désolidarisé » de la Terre, la raison d'être de l'équation du temps disparaît. Pour cela il faut relier le cadran à la direction du point vernal ou « point gamma » qui est un point fixe de l'espace (hors précession des équinoxes). Il correspond en effet à l'un des points de la droite d'intersection du plan de l'équateur et du plan orbital de la Terre autour du Soleil (l'écliptique), plus précisément celui occupé par le Soleil à l'équinoxe de printemps.

Imaginons pouvoir faire tourner cet ensemble, supposé rigide, autour de l'axe polaire (photo 3). Le plan de l'équateur reste inchangé tandis que la trace du plan de l'écliptique est modifiée. Le Soleil se trouve alors en dehors du plan de l'écliptique. Or, il est nécessairement dans ce plan. Cette pratique impossible donne une clé pour concevoir un cadran solaire lié à la direction du point vernal.



### CONCEPTION DU CADRAN « GAMMA-SOLAIRE »

Le cadran gamma-solaire est équatorial, posé sur une base liée à la Terre et mobile en rotation autour de l'axe polaire. Le plan de l'écliptique est représenté par un espace entre deux plans parallèles très proches. Il fait un angle dièdre avec le plan équatorial, égal à l'obliquité.

Le jour de l'équinoxe de printemps, à midi solaire, la direction du point gamma et le méridien coïncident. Cela sera le cas un an plus tard. Entre temps, la direction du point vernal aura tourné sur la platine équatoriale d'un mouvement régulier.



Prototype de cadran gamma-solaire

À chaque date correspond une direction prévisible du point gamma sur la platine équatoriale obtenue facilement grâce à une bague « calendrier » sur la platine équatoriale. Une autre bague « horaire » borde la platine équatoriale.

À une date quelconque, après réglage de la date sur la bague calendrier, la platine est tournée de manière à faire traverser l'espace « interplan » par la lumière du Soleil. La direction prévue du point gamma est alors réellement réalisée.

On regarde l'heure de la montre et on marque sur la base fixe un repère en face de cette heure. Le cadran gamma-solaire est alors prêt à indiquer l'heure de la montre directement.

Pratiquement, on règle la date sur la bague calendrier à la date du jour, on tourne la platine jusqu'à obtenir le filet de lumière entre les plans, on lit l'heure de la montre sur la bague horaire en face du repère fixe.

Le cadran gamma-solaire est délicat à construire. Il demande une rigueur extrême pour supprimer le moindre jeu. Il manque encore un démonstrateur sans défauts pour valider pleinement son principe.

*Le cadran gamma solaire peut fournir l'heure de la montre directement sans recourir à l'équation du temps. En cela, il est unique !*

Michel Steiner [cadranssolaires52@gmail.com](mailto:cadranssolaires52@gmail.com) est un ancien professeur auteur de livres de gnomonique dont « Cadran solaire, théâtre de l'ombre » (2017) et « Le cadran solaire sans calculs » (2020).

# DES GNOMONS DANS L'ESPACE... Gérard Élie

*La gnomonique vous semble-t-elle une science du passé ? Savez-vous que des gnomons, instruments astronomiques simplistes, furent embarqués sur la Lune et sur Mars lors des missions Apollo et Insight à côté d'appareils les plus sophistiqués du moment...*



*L'astronome grec Anaximandre de Milet (-610 -547) montrant à un jeune disciple le maniement du gnomon, simple bâton fiché verticalement dans le sol, réputé avoir été le premier cadran solaire inventé par l'homme. Céramique de Sèvres - Antoine Béranger (1785-1867)*

La Terre possède un champ magnétique, ce qui nous a permis de construire des boussoles et donc de nous orienter. La Lune et Mars n'ont pas de champ magnétique. La solution pour orienter les caméras, sismomètres, réflecteurs laser, etc. était donc d'équiper ces instruments avec des gyroscopes, appareils complexes et fragiles. Une autre solution était d'embarquer de simples et légers gnomons !

Cela a été le cas des diverses missions Apollo de la NASA, emportant des gnomons, qui ont permis d'explorer une partie du sol lunaire. Installés sur un trépied (ou quelquefois directement sur un instrument - sismomètre par exemple), ils permettaient d'avoir un repère de verticalité et, dans la cas des gnomons sur trépied, de déterminer l'orientation nord-sud (à partir de l'angle de l'ombre du gnomon sur le sol), mais aussi d'avoir un repère d'échelle et de couleurs pour les photographies.



*Gnomon surmontant le sismomètre d'Apollo 14 (31 janvier - 9 février 1971)*



*Une photo célèbre de la mission Apollo 17 (7-19 décembre 1972) mettant en valeur la couleur orange de cette partie du sol lunaire, le gnomon (supporté par un trépied) servant ici, entre autres, d'étalonnage des couleurs*



Un gnomon a déjà été utilisé avec les robots martiens Spirit et Opportunity pour indiquer sommairement l'heure ou la direction du nord.

La mission plus récente de la NASA sur Mars, InSight, a également utilisé un gnomon. Celui-ci a été étudié par Denis Savoie, chercheur associé à l'Observatoire de Paris, ancien président de la Commission des cadrans solaires de la Société Astronomique de France.

Le sol de Mars a pu être sondé avec succès pendant le temps de la mission de 2018 à 2022.

Le gnomon a permis de déterminer la direction des séismes martiens avec un écart inférieur à  $3^\circ$  par rapport à celle donnée par les gyroscopes !

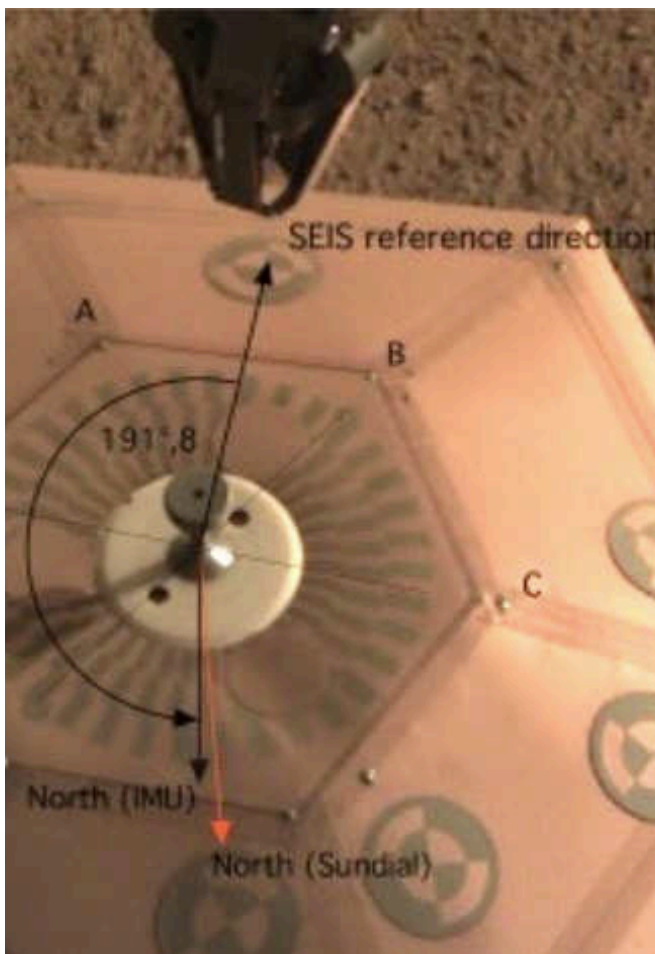
Pour déterminer le nord martien, la caméra embarquée a pris 8 photos de l'ombre du gnomon le 1/1/19 entre 12h49 et 15h42.

Ces photos donnaient la direction et la grandeur de l'ombre projetée par le Soleil.

Avec les résultats de ces photos et les données des éphémérides planétaires VSOP87 donnant les coordonnées solaires locales, il a été possible de déterminer la direction du nord martien avec une précision de  $2,5^\circ$  largement inférieure aux  $5^\circ$  imposés par le constructeur du sismomètre.

La difficulté la plus importante a été celle d'évaluer avec précision la direction de l'ombre.

Ces succès ouvrent la voie à l'utilisation scientifique de gnomons dans les missions futures !



Gnomon de la mission InSight de la NASA (2018)



Gnomon de la mission Mars Exploration Rover de la NASA (2003-2004)

Gérard Élie est docteur en sciences physiques, ingénieur (sociétés de métallurgie fine et aéronautiques), et passionné d'astronomie et de cadrans solaires. Il est membre de la Commission des cadrans solaires de la Société astronomique de France.



# UNE PREMIÈRE RÉPONSE À NOTRE CONCOURS 2024...

Comité éditorial

*Vous avez encore le temps pour participer à notre Concours international Cadran solaire pour tous 2024. En attendant vos réponses, nous avons demandé à une « intelligence artificielle » de participer et voici ce que nous avons obtenu...*

Vous avez jusqu'au 1<sup>er</sup> novembre 2024 pour participer à notre concours 2024 et nous envoyer une courte nouvelle (moins de 2 pages) ou un poème ayant pour thème un cadran solaire, voire simplement une devise de cadran solaire que vous aurez imaginée.

En attendant, nous avons demandé à une « intelligence artificielle », plus précisément un agent conversationnel, de participer fictivement au concours.

Vous vous souvenez peut-être que dans le n°7 de ce magazine nous avons déjà testé ChatGPT d'OpenAI sur le thème des cadrans solaires.

Pour le présent exercice, nous avons testé, en mars 2024, Le Chat de Mistral AI, entreprise

française (<https://chat.mistral.ai/>), de pointe en matière d'intelligence artificielle. Les résultats obtenus sont reproduits ci-dessous et page suivante. Qu'en pensez-vous ?

« Bluffants » certainement (les réponses sont quasiment instantanées), un peu décevants peut-être (notamment au niveau du latin approximatif...)?

Une chose est sûre en tout cas : les progrès sont rapides et il est bien difficile d'imaginer précisément le niveau de réponse qui sera obtenu dans quelques années et les conséquences que cela aura sur notre vie professionnelle et personnelle...

*Nota bene : nous livrons les textes bruts, sans correction aucune.*

## Poème de Le Chat

Sous le ciel azuré, dressé avec fierté,  
Un gardien du temps, dans sa noblesse altière,  
Un cadran solaire, aux ombres éphémères,  
Marque les heures d'or, de l'éternité.

Son visage sculpté, par les mains d'un artiste,  
Porte en ses gravures, des citations sages,  
Qui murmurent aux cœurs, de toutes les étages,  
Les secrets du temps, dans une douce brise.

Au lever du jour, lorsque l'astre apparaît,  
Son ombre se pose, sur le disque de pierre,  
Et commence à danser, légère et fière,  
Marquant le réveil, d'un monde en éveil.

Puis, au fil des heures, elle glisse et s'étire,  
Sur les traits gravés, comme une plume d'or,  
Écrivant l'histoire, d'un jour et d'un décor,  
Qui s'effacera, avec le soir qui vient.

Le cadran solaire, silencieux et constant,  
Est un compagnon, pour les âmes perdues,  
Qui trouvent en lui, des vérités nues,  
Et des leçons de vie, dans ses citations.

Il est le témoin, des générations,  
Qui passent et laissent, leurs empreintes légères,  
Dans la poussière du temps, qui se fait poussière,  
Sous le regard du cadran, dans sa patience.

Alors, prenons le temps, de regarder le ciel,  
Et de lire les ombres, sur le cadran solaire,  
Qui nous rappelle, avec une douce manière,  
Que le temps est court, et que la vie est belle.

## Nouvelle de *Le Chat*

Une fois, dans une petite ville nichée au cœur des montagnes, se trouvait un cadran solaire ancien et magnifiquement sculpté. C'était un héritage laissé par les fondateurs de la ville, et il se dressait fièrement sur la place centrale.

Le cadran solaire était bien plus qu'un simple objet pour les habitants. Il était un symbole de leur histoire, un gardien silencieux du temps qui passait. Chaque matin, lorsque le soleil se levait derrière les montagnes, son ombre commençait à danser sur le cadran, marquant le début d'une nouvelle journée.

Un jour, un jeune garçon nommé Tom vint s'asseoir près du cadran solaire. Il était nouveau dans la ville et se sentait un peu perdu. En regardant le cadran, il remarqua que chaque heure était marquée par une citation inspirante. Intrigué, il commença à les lire une par une.

Au fil des jours, Tom se mit à visiter le cadran solaire régulièrement. Il trouvait du réconfort dans les citations, qui semblaient toujours résonner avec ce qu'il vivait. Le cadran solaire devint son compagnon, son guide dans cette nouvelle vie.

Le temps passa, et Tom grandit. Il devint un homme respecté dans la ville, toujours prêt à aider les autres. Il continua à visiter le cadran solaire, même lorsque ses cheveux commencèrent à blanchir. Chaque citation lui rappelait les leçons qu'il avait apprises et les expériences qu'il avait vécues.

Le cadran solaire, silencieux et constant, continua à marquer le temps, témoin des générations qui passaient. Il resta un symbole d'espoir et de sagesse pour tous ceux qui, comme Tom, cherchaient du réconfort dans ses ombres et ses citations.

Et ainsi, le cadran solaire et la petite ville continuèrent à vivre en harmonie, bercés par le rythme doux et régulier du temps qui passe.

## Devises de *Le Chat*

- "Lux Temporis Ducit" - La lumière guide le temps.
- "Semper in Lumine" - Toujours dans la lumière.
- "Umbrae Nostrae Horas Narrant" - Nos ombres racontent les heures.
- "Solis Cursus Vita Est" - La course du soleil est la vie.
- "Tempus Sine Fine" - Le temps sans fin.
- "Soli Cognoscimus Tempus" - Seul le soleil connaît le temps.
- "Lux Et Umbra, Vita Et Mors" - Lumière et ombre, vie et mort.
- "Solis Rotatione Vita Fluit" - La vie coule avec la rotation du soleil.
- "Semper in Momento" - Toujours dans l'instant.
- "Umbrae Nostrae Transiunt" - Nos ombres passent.
- "Solis Cursus, Nostra Via" - La course du soleil, notre chemin.
- "Lux Et Umbra, Aeternitas" - Lumière et ombre, éternité.
- "Solis Cognitio, Temporis Sapientia" - La connaissance du soleil, la sagesse du temps.
- "Semper in Sole, Numquam in Umbra" - Toujours dans le soleil, jamais dans l'ombre.
- "Solis Rotatio, Nostra Inspiratio" - La rotation du soleil, notre inspiration.
- "Tempus Fugit, Carpe Lucem" - Le temps fuit, saisis la lumière.
- "Solis Cursus, Nostra Pulsus" - La course du soleil, notre battement.
- "Lux Et Umbra, Nostra Historia" - Lumière et ombre, notre histoire.
- "Solis Cognitio, Nostra Felicitas" - La connaissance du soleil, notre bonheur.
- "Semper in Lumine, Numquam in Tenebris" - Toujours dans la lumière, jamais dans les ténèbres.

# UNE « JOURNÉE MONDIALE DES CADRANS SOLAIRES » ?

Esteban Martínez Almirón

*Et si à l'occasion de l'équinoxe de printemps nous célébrions chaque année la « Journée mondiale des cadrans solaires » ? C'est l'idée simple et brillante qu'a eue récemment Esteban Martínez Almirón et qui l'a conduit à lancer une initiative mondiale qu'il nous présente.*



Les cadrans solaires ont été le moyen le plus couramment utilisé pour mesurer le temps par toutes les civilisations jusqu'à l'apparition des montres mécaniques, coexistant même avec elles. Ils sont au carrefour de disciplines aussi variées que l'astronomie, les mathématiques, la géographie, etc. Ils ont une valeur didactique incontestable dans l'enseignement de l'astronomie aux plus jeunes et, comme objet présent dans les espaces publics, pour mieux comprendre notre relation avec le Soleil. En eux se réunissent la science et l'art, les plus grands représentants de la raison et de la création humaines.

De plus, ce sont des artefacts différents et uniques de tous les peuples de la Terre et pour cette raison, aussi bien les cadrans solaires historiques, vieux de plus de cent ans, que les plus modernes, ont besoin d'une protection juridique spéciale et doivent être inclus dans un inventaire mondial.

Pour toutes ces raisons, à la mi-février 2024, j'ai présenté sur mon site Internet l'initiative de célébrer la « Journée mondiale des cadrans

solaires » (JMSS) ou « World Sundial Day » (WSD) en anglais, le jour de l'équinoxe de mars, l'un des deux jours de l'année (avec l'équinoxe d'automne) où l'ombre de l'extrémité du style suit une ligne droite sur un cadran solaire.

C'est aussi aux équinoxes que la durée du jour est (approximativement) égale à celle de la nuit. En astronomie, c'est le point vernal ou point gamma, le Soleil se trouvant dans le plan de l'équateur terrestre. Et à l'époque romaine, l'année commençait à cette date...

La célébration du WSD vise à sensibiliser les citoyens à l'importance que les cadrans solaires ont eue dans toutes les cultures, en mettant des informations à leur disposition, et à mobiliser la volonté politique et les ressources pour aborder leur protection en tant qu'éléments fondamentaux et particuliers du patrimoine mondial.

Cette proposition a été initialement envoyée à différents forums de communication gnomoniques. Leurs responsables ont ensuite diffusé la proposition à d'autres contacts.

Initialement, les sites officiels de la Société gnomonique catalane (Societat Catalana de Gnomónica), de l'Association des amis des cadrans solaires (Asociación de Amigos de los Relojes de Sol), ainsi que le site Sundial Atlas et le magazine *Cadrans solaires pour tous*, ont inclus ce projet dans leurs actualités.

Le texte initial de l'initiative ainsi que son logo ont alors été modifiés grâce à la participation de différentes personnes rapidement impliquées.

Grâce à Manuel Pizarro, collègue et ami depuis de nombreuses années, a été créé un espace sur différents réseaux sociaux tels que Facebook<sup>1</sup>, Instagram<sup>2</sup>, et X (anciennement Twitter)<sup>3</sup>. Il a également été créée une adresse email<sup>4</sup> constituant le point de contact de l'initiative, laquelle fut enregistrée sur Change.org<sup>5</sup>, atteignant en un peu plus d'un mois plus de 600 signatures.

<sup>1</sup> <https://www.facebook.com/profile.php?id=61556652691870>

<sup>2</sup> <https://www.instagram.com/worldsundialday/>

<sup>3</sup> <https://twitter.com/WorldSundialDay/>

<sup>4</sup> [worldsundialday@gmail.com](mailto:worldsundialday@gmail.com)

<sup>5</sup> <https://chnq.it/vi8H4Z94BM>



Nous avons également créé un groupe de discussion via *Google groups*<sup>6</sup> auquel participent des responsables et des membres de diverses associations et groupes nationaux ou locaux pour l'étude et la défense des cadrans solaires européens.

Il serait souhaitable que le projet se développe à l'échelle mondiale afin d'assurer une coordination mondiale des activités menées par les associations et groupes spécialisés dans la gnomonique et les cadrans solaires.

Tenir des réunions de coordination périodiques en ligne est très facile avec les moyens techniques d'aujourd'hui !

Entre-temps, et bien qu'un mois seulement se soit écoulé depuis le lancement de l'idée, de premières activités ont été mises en place pour la Journée mondiale 2024, comme la visite des cadrans solaires de la ville de Séville ou le colloque (voir affiche ci-contre) organisé à Madrid sur les cadrans solaires de Moscardo.

Une fois l'initiative WSD consolidée, on pourrait envisager de consacrer chaque Journée mondiale dans les années à venir à la réalisation d'activités au niveau local ou régional, comme :

- la tenue de réunions ou de séminaires consacrés à un personnage historique, à une certaine époque gnomonique ou à l'utilisation qui en a été faite par une civilisation spécifique,
- l'organisation de conférences et de colloques dans les centres éducatifs et les centres sociaux,
- l'organisation de concours pour la construction de cadrans solaires, ou la réalisation de circuits touristiques-gnomoniques.

Tout dépendra du niveau d'implication que chaque organisation gnomonique consacrera à l'effort !



La graine est dans la Terre, il ne lui reste plus qu'à prendre racine !



*Día Mundial*  
**DE LOS RELOJES DE SOL** 20 DE MARZO

Equinoccio de marzo, día del año en el que en los relojes de sol la sombra proyecta una línea recta sobre un plano y el día tiene una duración aproximadamente igual a la de la noche

**COLOQUIO**  
**'LOS RELOJES DE SOL DE MOSCARDÓ'**

PONENTES:  
• JUAN JOSÉ CAURCEL  
MATEMÁTICO DE LOS RELOJES DE SOL DE MOSCARDÓ  
• LUIS VADILLO  
ASOCIACION AMIGOS DE LOS RELOJES DE SOL (AARS)  
• FRANCISCO GAYÁ  
ASOCIACIÓN DE VECIN@S BARRIO MOSCARDÓ

**MIÉRCOLES, 20 DE MARZO**  
**18:30H**  
**BAR 'EL FOGÓN DE USERA'**  
**C. RAMÓN DE MADARIAGA, 10**  
**PLAZA ROMANA**  
**USERA**

ORGANIZA: AAVV BARRIO MOSCARDÓ  
COLABORAN: El Fogón de Usera, WORLD SUNDIAL DAY

*Avec mes remerciements particuliers à Manuel Pizarro, Luis Vadillo, Antonio J. Cañones, Conxita Bou, Roger Torrenti, Monika Luebker, José C. Montes et Martha A. Villegas pour la diffusion de l'initiative.*

Esteban Martínez Almirón ([relojandalusi@gmail.com](mailto:relojandalusi@gmail.com)), aujourd'hui retraité, a occupé des fonctions de direction à la Sécurité sociale. Il a créé en 2000 le site [www.relojandalusi.org](http://www.relojandalusi.org) et a publié des articles sur la gnomonique dans plusieurs revues spécialisées, et est enfin également l'auteur de plusieurs cadrans solaires.

<sup>6</sup> [world-sundial-day@googlegroups.com](mailto:world-sundial-day@googlegroups.com)

Avez-vous été intrigués par ces « cadrans canoniaux », que l'on trouve (souvent bien abîmés par le temps) sur les façades d'édifices religieux et qui ressemblent fort aux cadrans traditionnels ? Pierre-Louis Cambefort les étudie ici d'un peu plus près...



Collégiale Notre-Dame d'Uzeste



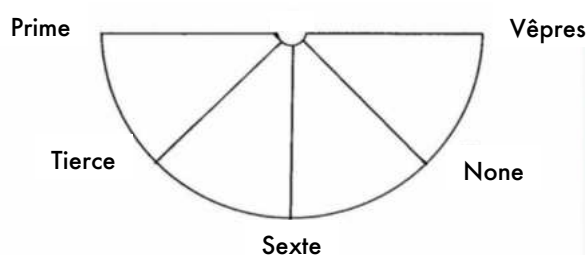
Prieuré du Bourget-du-Lac



Église Saint Pierre de Plougasnou

Nous observons souvent sur un mur orienté plein sud des églises, cathédrales ou abbaciales, (bâtimens généralement construits selon la direction est-ouest) un cadran solaire particulier. Il s'agit d'un cadran vertical méridional (orienté plein sud) constitué d'un demi-cercle inférieur (ou d'un cercle entier), équipé en son centre d'un style horizontal, avec un certain nombre de secteurs en partie inférieure, quelquefois 6 ou 12, mais plus fréquemment 4, délimités par 5 rayons régulièrement espacés de 45°.

Pour de tels cadrans subdivisés en 4 secteurs, il est dit que chaque rayon représente une heure, indiquée par le cadran, correspondant à une prière particulière, selon saint Benoît de Nursie (480-547), fondateur de l'ordre des Bénédictins : Prime, Tierce, Sexte, None et Vêpres, d'où son nom de cadran « canonial » (l'heure canoniale indique, dans le catholicisme, un office consacré à la prière).



L'appellation « cadran canonial » implique une référence religieuse alors qu'à l'étranger la terminologie est bien plus neutre en parlant de cadrans médiévaux, entre autres, ce qui leur laisse de la place sur des bâtiments civils... En Angleterre, un cadran canonial se dit par exemple « mass dial » mais aussi « scratch dial ».

Mais quelle heure indique exactement un cadran canonial ?

Tout d'abord, l'ombre du style horizontal ne peut se situer au-dessus du diamètre horizontal du cadran canonial : le Soleil, se levant ou se couchant, se trouve en effet dans le plan de l'horizon, plan qui contient le style droit et le diamètre horizontal du cadran canonial et donc ne peut pas faire ombre quand il est en-dessous de l'horizon.

Par ailleurs, le Soleil doit être situé devant le plan du cadran, il ne doit être ni couché, ni derrière ce plan.

Au solstice d'été, à la latitude de Paris, le Soleil n'est devant le plan du cadran que de 7,5 h à 16,5 h en heures solaires vraies.

Au solstice d'hiver, le Soleil se couche à 16 h en heure solaire vraie. C'est seulement entre l'équinoxe d'automne et l'équinoxe de printemps que l'ombre du style peut être horizontale au moment du lever ou du coucher du Soleil et peut, alors, indiquer son lever ou coucher.

Rappelons-nous maintenant qu'à l'époque des premiers cadrans canoniaux, au début du Moyen Âge, les heures temporaires étaient les seules utilisées. Elles étaient comptées à partir du lever du Soleil, et la durée du jour entre le lever du soleil et le coucher du soleil était divisée par 12 : il était toujours 6 h à midi, d'où le nom sexte... et sieste !

Comparons alors les heures indiquées par un cadran canonial aux heures temporaires.



Sachant que l'arc semi-diurne (arc que décrit le Soleil depuis son lever jusqu'au passage au méridien, ou du passage au méridien à son coucher) est  $H_0 = \arccos(-\tan \varphi \cdot \tan \delta)$ ,  $\varphi$  étant la latitude du lieu et  $\delta$  la déclinaison du Soleil, la durée d'une heure temporaire HT est donc égale à  $H_0/6$ .

Si l'on superpose le tracé (en violet) d'un cadran à heures temporaires (effectué d'après la formule donnée ci-dessus) à un cadran canonial à 12 secteurs (rayons, en rouge, espacés de  $15^\circ$ ), on obtient la figure 1 sur laquelle on ne peut que constater que les heures canoniales sont loin des heures temporaires...

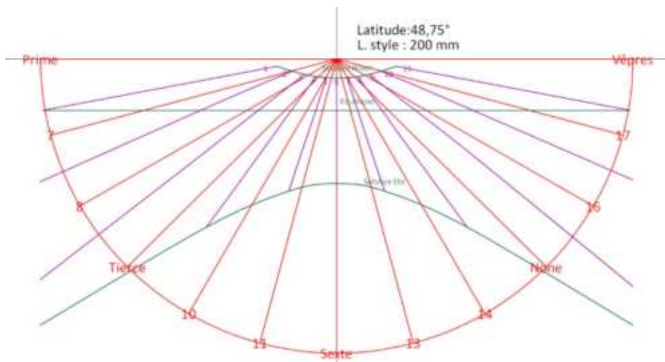


Figure 1

Comparons maintenant les heures canoniales avec les heures solaires vraies. On obtient la figure 2.

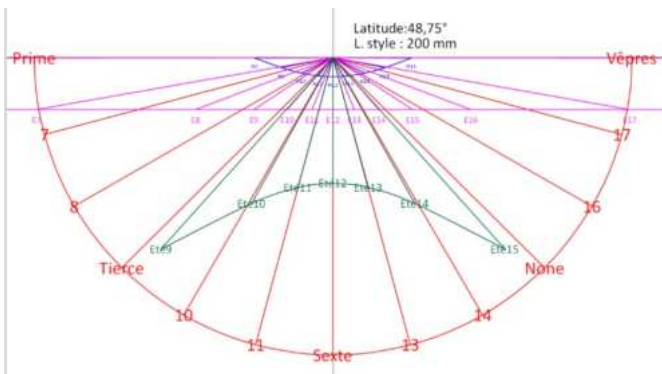


Figure 2

Les heures canoniales sont proches des heures solaires vraies uniquement aux alentours du solstice d'été et seulement quand le Soleil est devant le plan du cadran, c'est-à-dire entre 9 et 15 h canoniales.

Au solstice d'hiver, les calculs montrent que l'heure canoniale de 11 h ou 13 h correspond à 20 min avant ou après midi et que l'heure canoniale de 10 h ou 14 h correspond à 43 min avant ou après midi.

Les heures canoniales sont donc également loin des heures solaires vraies...

Les cadrans canoniaux ne représentent donc que très approximativement les heures solaires vraies égales ou temporaires : ils pourraient d'ailleurs se satisfaire de 4 secteurs seulement ; mais quid des cadrans canoniaux à 6, 8, 9, 10, 11 ou 12 secteurs ? Le terme « canonial » ne semble pas s'appliquer : les lignes horaires indiquées peuvent au contraire permettre de rythmer des heures d'activités civiles. Comme l'indiquait Jean Fort dans l'un de ses articles : « *Le maître d'œuvre de l'édifice devait organiser et régler un chantier complexe faisant intervenir plusieurs corps de métiers dans des temps et avec des durées déterminés ; il lui fallait une division de la journée, d'où un cadran dit canonial* ».

Et pourquoi ne trouvons-nous généralement des cadrans dit canoniaux que sur les édifices religieux ? Probablement parce que ces bâtiments constituent une majorité de ceux encore debout et entretenus à notre époque, et que les moines ont réutilisé ces cadrans pour indiquer leurs prières, sans s'occuper de l'heure exacte indiquée par le cadran...

ANNEXE : CALCUL DES HEURES SOLAIRES VRAIES À PARTIR DES VALEURS DES HEURES CANONIALES.

Le cadran est supposé méridional (déclinaison gnomonique de  $0^\circ$ , distance zénithale de  $90^\circ$ ). Les lignes canoniales sont espacées de  $15^\circ$ , comptées à partir de la verticale avec  $\alpha = -15^\circ$  pour 11 h canoniale,  $\alpha = +15^\circ$  pour 13 h, etc.

Coordonnées de l'extrémité de l'ombre du gnomon dans un repère

L'origine du repère est le pied du style droit, l'axe des x est orienté vers l'est, celui des y dirigé vers le haut. H est l'angle horaire, a la longueur du style droit,  $\varphi$  la latitude du lieu,  $\delta$  la déclinaison du Soleil :

$$X = \frac{a \sin H}{\sin \varphi \cdot \cos H - \cos \varphi \cdot \tan \delta}$$

$$Y = \frac{a (-\cos \varphi \cdot \cos H - \sin \varphi \cdot \tan \delta)}{\sin \varphi \cdot \cos H - \cos \varphi \cdot \tan \delta}$$

L'angle  $\alpha$  à partir de la verticale s'obtient par

$$\tan \alpha = -\frac{X}{Y} = \frac{\sin H}{\cos \varphi \cdot \cos H + \sin \varphi \cdot \tan \delta}$$

En posant  $\tan B = \cos \varphi \cdot \tan \alpha$ , on obtient :

$$\sin(H - B) = \tan \varphi \cdot \tan \delta \cdot \sin B$$

Ce qui permet de déduire la valeur de l'angle horaire H et donc de l'heure solaire vraie correspondante.

Pierre-Louis Cambefort [pierre-louis.cambefort@orange.fr](mailto:pierre-louis.cambefort@orange.fr) est ingénieur, artiste et gnomoniste. Un portrait détaillé lui a été consacré dans le numéro 1 du magazine.



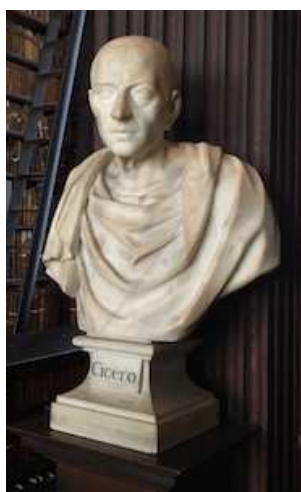
# LES PHÉNOMÈNES D'ARATOS, UN ÉTONNANT PHÉNOMÈNE... D'ÉDITION (2/2)

Michèle Tillard

Dans le n°11 du magazine, Michèle Tillard nous a présenté ce phénomène d'édition de la fin du III<sup>e</sup> siècle avant notre ère, dans lequel un poète fait appel à l'astronomie pour décrypter les signes de Zeus. Dans ce numéro elle nous invite à découvrir ce qu'ont pu en dire les traducteurs de l'œuvre...

Le poème d'Aratos connut un immense succès dès sa parution ; il fut très rapidement commenté et glosé... mais aussi vigoureusement critiqué, en particulier par l'astronome Hipparque de Nicée (190-120 av. J.-C.) : dans son *Commentaire sur les Phénomènes d'Eudoxe et d'Aratos*, celui-ci relevait un grand nombre d'erreurs et d'approximations, et déniait à Aratos toute compétence scientifique. Pourtant, malgré le prestige d'Hipparque - et les évidentes distorsions entre le Ciel décrit par Aratos et celui que l'on pouvait observer, tant en Grèce qu'à Rome - le succès des *Phénomènes* demeura intact, comme le prouvent les traductions latines du poème, de Cicéron au I<sup>er</sup> s. av. J.-C., de Germanicus au I<sup>er</sup> s. apr. J.-C., et d'Aviénus au IV<sup>e</sup> s. apr. J.-C.

## CICÉRON ET GERMANICUS



Buste de Cicéron  
Trinity College, Dublin



Buste de Germanicus  
Musée Saint-Raymond,  
Toulouse

Avant de devenir un avocat redoutable et un orateur hors pair, Cicéron fut tenté par la poésie ; parmi ses œuvres de jeunesse figure une traduction<sup>1</sup> des *Phénomènes* d'Aratos, dont il nous reste un peu plus de 470 vers ; il avait alors environ 17 ans. Pouvait-il, à cet âge, connaître et maîtriser parfaitement les remarques d'Hipparque ?

En réalité, on constate souvent, en comparant le texte d'Aratos et le sien, qu'il a très souvent traduit mot à mot le texte grec sans tenir compte des remarques ultérieures, et parfois non sans erreurs ou omissions ; et que les ajouts du jeune Romain apportent bien plus souvent des détails mythologiques ou pittoresques que des précisions scientifiques, qui ne l'intéressent guère. Le projet de Cicéron n'est donc pas réellement astronomique, mais bien plutôt littéraire : en cette fin de République romaine, la poésie didactique était à la mode<sup>2</sup>.

Quant à Germanicus, lorsqu'il publie sa version des *Aratea*, en 16 ou 17 après J.-C., c'est déjà un homme fait (33 ans environ), un général auréolé d'une gloire incomparable pour avoir vengé les morts du désastre de Varus et remporté de nombreuses victoires ; petit-neveu du défunt Auguste, fils adoptif de Tibère, il jouit d'une popularité inégalée. Sa traduction des *Aratea*, qui nous est partiellement parvenue<sup>3</sup>, apparaît donc comme une sorte de divertissement, une manière de prouver qu'il n'était pas seulement un chef de guerre exceptionnel, mais un lettré et un poète.

Contrairement à Cicéron, Germanicus n'était pas un débutant lorsqu'il entreprit cette traduction ; il disposait vraisemblablement d'une riche bibliothèque, qu'il maîtrisait bien. Non seulement il tient compte, le plus souvent, des critiques d'Hipparque, mais il y ajoute d'autres sources : les *Catastérismes* d'Ératosthène de Cyrène, les Scholies à Aratos, les commentaires d'Hygin et peut-être de Gémios, sans oublier Ovide... On peut mentionner également des sources iconographiques, telles que les globes peints, dont l'Atlas Farnèse (photo page suivante) nous offre une bonne illustration.

Germanicus était-il, comme le dit Henri Bardon (« Germanicus, Les phénomènes d'Aratos, texte établi et traduit par Le Boeuffle (André) ». In : *Revue belge de philologie et d'histoire*, tome 55, fasc. 4, 1977, p. 1250-1251), un très bon général qui eut le tort de se prendre pour un poète ?

<sup>1</sup> Cicéron, *Aratea, fragments poétiques*, texte établi et traduit par J. Soubiran, éditions Les Belles Lettres, collection Budé, 1972.

<sup>2</sup> Pour en savoir plus sur les *Aratea* de Cicéron, on peut consulter le site Philo-lettres : <https://philo-lettres.fr/latin/ciceron/ciceron-aratea/>

<sup>3</sup> Germanicus, *Les Phénomènes d'Aratos*, texte établi et traduit par A. Le Boeuffle, éditions Les Belles Lettres, collection Budé, 1975.

Certes, il ne présente, loin s'en faut, ni l'inventivité ni le souffle cosmique d'un Lucrèce ; mais c'est un humaniste, conscient, rigoureux, qui maîtrise en honnête homme son sujet. Sans doute même était-il meilleur scientifique qu'Aratos lui-même ; ainsi, dans sa description du tropique du Cancer, v. 459-481, il se montre plus précis que son modèle<sup>4</sup>.

Pierre-Jacques Dehon<sup>5</sup> a comparé, sur un bref passage à propos du Capricorne, les deux poèmes de Germanicus et Cicéron avec l'original d'Aratos ; il en ressort que ces traductions ne pouvaient en aucun cas apporter quoi que ce soit de nouveau sur le plan des connaissances astronomiques ; et pour paysans et marins, les calendriers officiels avaient depuis longtemps remplacé la contemplation des étoiles... En outre, le ciel décrit par Aratos était déjà inexact au III<sup>e</sup> s., et *a fortiori*, ses descriptions ne devaient plus présenter la moindre pertinence, dans un lieu aussi éloigné que Rome, et entre 300 et 400 ans après lui !

Si le but n'était plus pédagogique, quel était-il donc ? Tout simplement littéraire. Il faut se souvenir de ce que représentait la *mimesis* pour les auteurs latins : la création littéraire reposait sur l'appropriation de modèles antiques, notamment grecs, que l'on transposait en latin, en essayant, soit par contraction, soit plus souvent par amplification, de les surpasser. Aratos avait voulu rivaliser avec Hésiode, Cicéron avec Aratos, et Germanicus, peut-être, avec Cicéron...

#### AVIÉNIUS

Rufus Festus Avienus est né en Étrurie, à Volsinies, vers 305. On sait peu de choses de ce membre de l'aristocratie romaine du Bas Empire ; il épousa, vers 330, une certaine Placida, et fut deux fois proconsul, en Achaïe, puis en Afrique. Il mourut peut-être en 374, exécuté pour une sombre histoire d'adultère, mais plus probablement vers 380.

Il est surtout connu par son œuvre poétique, dont il nous reste trois ouvrages : la *Descriptio Orbis Terrae* (description de la Terre), un ouvrage de géographie en hexamètres dactyliques ; l'*Ora Maritima*, une précieuse description des côtes de l'Europe, en trimètres iambiques, et enfin les *Phénomènes* d'Aratos, ou

*Aratea*, en hexamètres dactyliques, datés sans doute de 355-360.

L'œuvre compte 1878 hexamètres - soit une amplification de plus de 700 vers. C'est beaucoup plus que les traductions de Cicéron et de Germanicus, dont il ne souffle mot. S'agit-il pour autant d'un pur exercice littéraire ? En effet, si dès le I<sup>er</sup> siècle av. J-C les données astronomiques ne correspondaient plus au ciel observable à Rome, qu'en dire plusieurs siècles plus tard ! Les *Aratea* n'étaient donc ni destinées à servir d'almanach aux paysans ni aux marins, ni utiles sur un plan strictement scientifique : Hipparque puis Claude Ptolémée étaient passés par là. Pourquoi donc cette traduction à ce moment-là ?

Le contexte est largement différent : nous sommes au IV<sup>e</sup> s. après J-C, à une date où le paganisme lutte pour sa survie face à un christianisme de plus en plus triomphant (en 312, l'empereur Constantin 1<sup>er</sup> s'est converti). Or Avienus est un païen militant, adepte de la philosophie stoïcienne. Que le ciel décrit n'ait que peu de valeur pédagogique pour connaître celui de la Rome du IV<sup>e</sup> s. importe peu : le tableau qu'il dresse ici est surtout un hommage aux dieux du panthéon romain, et peut-être un avertissement aux impies ; l'objectif est moins de décrire les constellations, que de rappeler leur origine mythique, et de montrer par là-même que la « vérité » des dieux païens est en quelque sorte écrite dans la nature, sur la voûte céleste<sup>6</sup>.



« L'Atlas Farnese », copie romaine (II<sup>e</sup> s.) d'une sculpture grecque : le titan Atlas porte un globe constituant une des plus anciennes représentations connues de la voûte céleste (musée archéologique national de Naples)

Michèle Tillard ([michele.tillard@gmail.com](mailto:michele.tillard@gmail.com)) a été professeure de lettres classiques en classe préparatoire littéraire. Autrice de MOOC (cours en ligne) libres et gratuits de grammaire française, latin et grec ancien (accessibles via son site <https://philo-lettres.fr/>) elle a également publié de nombreux ouvrages, son dernier étant *Les Étrusques*)

<sup>4</sup> Pour en savoir plus sur les *Aratea* de Germanicus, on peut consulter le site Philo-lettres :

<https://philo-lettres.fr/latin/litterature-latine/germanicus-phenomenes-aratos>

<sup>5</sup> Dehon Pierre-Jacques. « Aratos et ses traducteurs latins: de la simple transposition à l'adaptation inventive ». In: *Revue belge de philologie et d'histoire*, tome 81, fasc. 1, 2003. Antiquité - Oudheid. p. 93-115 ;

[https://www.persee.fr/doc/rbph\\_0035-0818\\_2003\\_num\\_81\\_1\\_4716](https://www.persee.fr/doc/rbph_0035-0818_2003_num_81_1_4716)

<sup>6</sup> Pour en savoir plus sur Avienus, on peut consulter le site Philo-lettres : <https://philo-lettres.fr/latin/avienus/>

# THÉODOLITE ET GNOMONIQUE Yves Opizzo

Nous avons tous déjà vu des topographes ou des géomètres utilisant un théodolite, cet instrument bien reconnaissable, monté sur trépied. Yves Opizzo nous explique ici son utilisation à des fins gnomoniques (hormis les zones tropicales, où un "théodolite de mines" sera nécessaire : visée sous le théodolite).



L'étymologie de théodolite est discutée : le terme vient-il du grec θεωρᾶν (voir, observer), ou est-il dérivé d'alidade ? En tout cas, cet objet qui n'a donc rien de divin (θεός en grec) est fascinant. Il existe depuis environ deux siècles dans sa version moderne, mais depuis beaucoup plus de temps dans la version basique de cercle diviseur en hauteur et azimut. Un théodolite électronique est bien plus facile d'emploi, mais beaucoup plus cher. Un « théo » mécanique, comme le mien (un modèle russe acheté au marché aux puces de Munich !), suffit amplement pour des résultats quasi parfaits.

Le principe général revient à mesurer des angles entre un quelconque point de référence et un point particulier, en hauteur et en azimut. Une lunette de bonne qualité pouvant pivoter dans les deux plans dits locaux peut permettre au gnomoniste de trouver le méridien du lieu (l'axe nord-sud), mais aussi de tracer un grand cadran solaire sur n'importe quelle surface.

## TROUVER LE MÉRIDEN DU LIEU

Il nous faut le Soleil, qu'il faudra viser au travers de la lunette du théodolite. **Attention** : il est extrêmement dangereux de faire cela sans une protection spéciale très efficace. Reprenons la vieille plaisanterie - humour noir, c'est le cas de le dire - qui consiste à affirmer que *l'homme n'a que deux occasions dans sa vie pour observer ainsi le Soleil : l'œil droit et l'œil gauche...* Jetez sur-le-champ tout filtre dit « spécial » à visser sur l'oculaire !

Le mieux est un filtre au mylar (transmission : 1/100 000), placé devant la lunette ! Même dans ce cas, ne pas manquer de vérifier le filtre avant l'utilisation, car la moindre rayure pourrait avoir des conséquences fatales.

Mon théodolite est muni d'une lunette et d'un microscope. Dans la lunette sont visibles deux couronnes de chiffres, graduées de 0° à 360° dans le sens indirect. Le microscope reçoit un éclairage par l'intermédiaire d'un miroir ou d'une lampe. La lunette, solidaire du microscope, permet la visée proprement dite. Elle est équipée d'un micromètre gradué en minutes d'arc à gauche et à droite du centre de visée. Comme le Soleil, vu depuis la Terre, mesure environ 32' de diamètre, il convient de placer son image dans l'oculaire de façon que son bord gauche soit à - 16' (et donc son bord droit à + 16') du centre et le calage en azimut sera quasi parfait.

Une fois le théodolite bien mis en station, donc bien horizontal, il faut chercher le Soleil avec la lunette, protégée par le filtre au mylar.

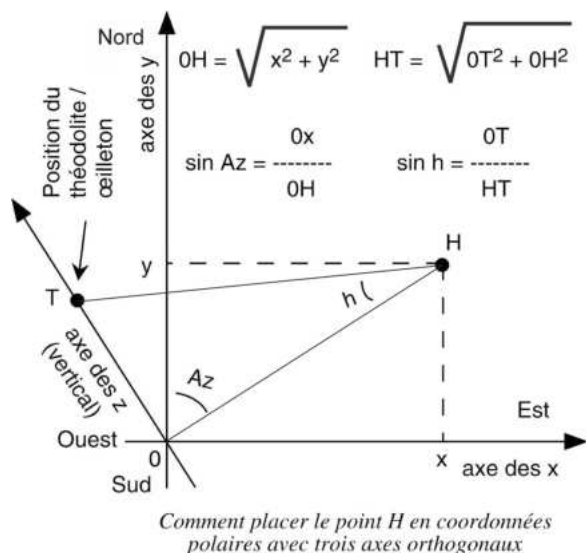
Lorsque le Soleil sera parfaitement centré dans la lunette, notez précisément sur votre smartphone l'heure actuelle et ne touchez plus à rien sur le théodolite. Avec une application de type Sun Seeker installée sur votre téléphone notez maintenant l'azimut Az et la hauteur du Soleil h pour le lieu où vous vous trouvez ( $\varphi$  et  $\lambda$ , latitude et longitude précises à la minute d'arc ou même mieux). Si le théodolite est bien horizontal, alors la hauteur affichée dans le microscope sera la bonne. Dans le cas contraire, il faudra recommencer, en n'oubliant pas que le théodolite est très sensible à la chaleur. Il convient de le protéger, maintenant, avec un parasol !

Affichez alors la valeur de l'azimut sur la couronne d'azimut de l'appareil, laquelle peut tourner librement. Dans le microscope, vous devez voir cette valeur tourner en manipulant une molette. Soyez le plus précis possible dans cette opération délicate. Dès que l'azimut théorique, donné par votre application, sera affiché, vous devrez à nouveau bloquer la couronne d'azimut, qui tournera avec la lunette.



Grâce au microscope, vous pourrez alors afficher la valeur  $0^\circ$ , ou  $180^\circ$ , ou encore 0 ou 200 grades, voire 0 ou 320 (graduation 640) selon le type de théodolite. Et la lunette sera alors très précisément placée dans le méridien local. Vous avez maintenant la direction du Sud avec une très bonne précision et vous pouvez tracer le méridien au sol à l'aide de la lunette, en visant deux points au Sud et au Nord (plus le point exactement sous le théodolite). Notons qu'un théodolite électronique résout tous ces problèmes aisément. Le rayon laser intégré est par ailleurs d'un intérêt majeur pour placer les points au sol.

#### TRACER UN CADRAN SUR UNE SURFACE QUELCONQUE



Mais vous pouvez aussi utiliser le théodolite pour tracer le cadran sur n'importe quelle surface, comme je l'ai fait de nombreuses fois. Le théodolite mesure Az et h. Donc, il suffit de convertir les valeurs cartésiennes données en coordonnées polaires<sup>1</sup>, donc des angles, pour obtenir un tracé parfait, sans aucune erreur de parallaxe.

Cela revient à placer le point H dans l'espace à l'aide de la hauteur et de l'azimut ainsi qu'un plan de référence, horizontal, coupant l'axe vertical en O. Le vecteur TH est en l'occurrence de longueur inconnue, ou plus exactement sa longueur n'a aucune importance : elle pourrait devenir quelconque, ce qui supprime la difficulté de l'irrégularité constatée au sol.

En quelques mots, cette méthode revient à simuler le Soleil et ses déplacements, à l'aide d'un théodolite. En pratique, il s'agit de placer l'instrument en lieu et place de l'œil, avec la meilleure précision possible.

Pas un millimètre d'erreur n'est acceptable par principe même. L'axe de visée de la lunette, tournant dans le plan vertical, et son axe horizontal se croisent très précisément au centre exact de l'œil ou de la boule. Bien entendu, l'œil et le théodolite ne sauraient se trouver ensemble au même point. Il faudra donc mesurer la position de l'instrument et de ses axes avec un soin extrême, pour la reproduire fidèlement avec l'œil, une fois les travaux terminés.

Un tout petit problème reste à résoudre : le Soleil, simulé par l'instrument, est au-dessus de nous. Sa hauteur se voit ainsi, dans le microscope, supérieure à  $90^\circ$ , ou inférieure à  $0^\circ$  selon la graduation interne de l'appareil. Par exemple, si le Soleil théorique pour un point donné est à une hauteur de  $30^\circ$  et un azimut de  $40^\circ$ , il faudra afficher sur la couronne de hauteur  $-30^\circ$ , ou  $120^\circ$  selon le cas pour la hauteur, et  $220^\circ$  pour l'azimut. La croisée des fils de visée dans la lunette pointera alors exactement le point H en question, même si celui-ci se trouve dans un véritable trou de la surface, profond de 10 cm ou davantage encore ! C'est en cela que cette méthode est vraiment très intéressante. Elle permet de créer un cadran quasi parfait sur une surface rigoureusement quelconque, voilée, déformée (mais stable, par évidence), construite spécialement à cet effet ou aussi naturelle, comme un rocher de granit ou autre, comme à Ténériffe, où le cadran que j'ai construit sur la roche volcanique totalement irrégulière atteint la précision de 30 secondes.



*Le cadran solaire réalisé à Ténériffe<sup>2</sup> représente un gigantesque papillon caché sur la roche basaltique naturelle.*



*Mon « théo »... Bien visibles sont la « libellule » (niveau à bulle circulaire), la lunette, le microscope, le filtre et les divers boutons de réglage fin.*

Le gnomoniste et cadranier Yves Opizzo [yves@opizzo.de](mailto:yves@opizzo.de) a publié 14 ouvrages et de très nombreux articles sur la gnomonique. Pour plus de détails : <http://opizzo.de/>

<sup>1</sup> avec par exemple l'application en ligne <https://www.dcode.fr/changement-coordonnees-2d>

<sup>2</sup> voir <https://kulturpark-mariposa.com/es/helario/>

# INDICATIONS ASTRONOMIQUES CHEZ ZOLA

David Alberto

Et si vous lisiez ou relisiez les romans de la série Les Rougon-Macquart écrits par Émile Zola entre 1870 et 1893, cette magnifique Histoire naturelle et sociale d'une famille sous le Second Empire, avec un regard de gnomoniste ? David Alberto se livre à l'exercice...



Portrait d'Émile Zola

« Un ciel gris du milieu de février (...). Dans le jour mourant, il regarda l'heure au coucou, il dit tout haut - Cinq heures vingt ».

Ces lignes sont extraites de *La Bête Humaine*, (ch. I) l'un des 20 romans de la série des Rougon-Macquart, écrite par Émile Zola. En lecteur familiarisé avec la gnomonique, on décèle dans cet extrait des informations sur l'heure de coucher du Soleil, facilement vérifiables : il faut une indication, même approximative, de la date (« milieu de février »), de l'heure et du moment de la journée, mais aussi du lieu. Dans l'extrait précédent, l'action se passe à Paris.

Deux formules classiques de gnomonique permettent de calculer l'heure solaire du coucher du Soleil, connaissant la latitude et la date. Il faut d'abord calculer l'arc semi-diurne  $H_0$ , qui est l'angle horaire du Soleil à son coucher, puis l'heure de coucher :

$$\cos(H_0) = -\tan(\text{déclinaison}) \cdot \tan(\text{latitude})$$
$$\text{coucher} = 12 + H_0/15^\circ, \text{ lever} = 12 - H_0/15^\circ$$

La déclinaison du Soleil dépend de la date ; elle est fournie par des éphémérides astronomiques<sup>1</sup>. De plus, pour obtenir l'heure moyenne locale, il faut corriger le résultat de la valeur de l'équation du temps<sup>2</sup> pour la date considérée.

Pour Paris (latitude  $49^\circ$ ), et une déclinaison du Soleil de  $-13^\circ$  le 15 février, on obtient 17 h 11min pour l'heure de coucher, avec un crépuscule qui peut durer environ 1 h 30.

## AUTRES INDICATIONS

Dans les Rougon-Macquart, j'ai recensé les indications suivantes. Je donne également les résultats des calculs, avec une bonne précision quand la date exacte est connue.

### *Au Bonheur des Dames* (ch. IV)

*Le dix octobre, un clair soleil de victoire perça les nuées grises, qui depuis une semaine assombrissaient Paris (...). Aussi, le Bonheur des Dames, dès huit heures, flambait-il aux rayons de ce clair soleil.*

(calcul : lever à 6 h 21)

### *L'Œuvre* (ch. X)

*Vers six heures, par cette pluvieuse journée de mars, la nuit tomba.*

(calcul pour le 15 mars : coucher vers 17 h 56)

### *La Terre* (ch. IV)

*Le grand soleil d'août montait dès cinq heures à l'horizon.*

(calcul pour le 15 août : lever à 5 h 02)

### *Le Docteur Pascal* (ch. II)

*Le lendemain matin, Clotilde, dès six heures, se réveilla. (..) Déjà haut, le soleil entra, coupa la chambre de deux barres d'or.*

(calcul pour le 5 août : lever à 5h)

### *Le Docteur Pascal* (ch. XIII)

*Il était cinq heures, le crépuscule tombait déjà.*

(calcul pour le 7 novembre : coucher à 16 h 38)

<sup>1</sup> voir par exemple <http://www.cadrams-solaires.info/sequence5/co/2-5-declinaison-soleil.html>

<sup>2</sup> voir par exemple <http://www.cadrams-solaires.info/sequence5/co/2-4-table-equation-temps.html>

Pour ces exemples, le texte est plus ou moins généreux quant aux indications de date : tantôt seule la saison est indiquée, tantôt le mois ou la date exacte. Le lieu est généralement connu. À noter que plusieurs romans se passent à Plassans, une ville imaginée par Zola en s'inspirant d'Aix-en-Provence et de Flassans-sur-Issole ; la valeur de latitude à prendre pour les calculs est dans ce cas assez approximative.

Enfin, j'ai relevé deux indications liées à d'autres astres que le Soleil :

#### Le Rêve (ch. VII)

*Dans le ciel noir luisait un fourmillement d'étoiles. Il devait être près de onze heures, la lune n'allait se lever que vers minuit, à son dernier quartier, amincie déjà.*

#### La Bête Humaine (ch. X)

*D'un nouveau regard au ciel, vers les étoiles, elle sut qu'il était près de neuf heures.*

Mais de quelle heure parlons-nous ?

Les Rougon-Macquart ont été écrits entre 1870 et 1893, l'action de chaque roman se déroulant environ une vingtaine d'années avant l'année d'écriture. À cette époque, l'heure n'est pas encore unifiée sur le territoire français. Les indications d'heures correspondent donc à des heures locales.

En 1826, l'heure légale à Paris est passée de l'heure solaire locale à l'heure moyenne locale, c'est-à-dire corrigée de l'équation du temps. On peut supposer que cette modification s'est progressivement étendue à d'autres villes françaises à l'époque où écrivait Zola. Les calculs donnés ci-dessus prennent en compte l'équation du temps.

Vers la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, certaines grandes villes affichent à la fois l'heure locale et celle de Paris, notamment pour informer des horaires de trains. Ce n'est qu'en 1891 que l'heure légale française est fixée comme étant celle de Paris.

Si Zola a consulté une documentation, celle-ci devait se fonder sur *La Connaissance des Temps*, publication fournie par le Bureau des Longitudes, et qui servait de référence pour les éphémérides astronomiques. On peut consulter par exemple le numéro pour l'année 1870 sur le site Gallica de la Bibliothèque Nationale de France<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6505569p/f14>

<sup>4</sup> dans le livre d'Ernest Alfred Vizetelly : *Emile Zola, novelist and reformer: an account of his life & work* (1904), p. 348-364

Les heures de lever et de coucher du Soleil indiquées par cette publication sont bien plus précises que les calculs ci-dessus, car d'autres paramètres sont pris en compte (tels que la réfraction atmosphérique).

#### LA DÉMARCHE RÉALISTE DE ZOLA

Pour les indications les plus précises, la confrontation aux calculs donne une bonne concordance, qui ne peut pas être l'effet du hasard. Il ressort que Zola a vraisemblablement consulté des éphémérides pour s'assurer de la cohérence de ses descriptions. Cela rejoint une caractéristique de la méthode de travail de Zola dans les Rougon-Macquart : appliquant les principes du réalisme en littérature, il s'appuyait sur une abondante documentation, et s'efforçait de décrire au plus près le réel.

L'écrivain réaliste place la fiction dans les contraintes imposées par le réel ; d'autre part la description est un aspect important de la littérature réaliste.

#### À VOUS DE JOUER !

Certaines indications astronomiques m'ont sans doute échappé. Je vous encourage donc à (re)lire les Rougon-Macquart, en restant aux aguets pour repérer les heures de lever et de coucher du Soleil qui se sont glissées dans les descriptions. Le plaisir de la lecture n'en sera que plus grand.

La Fortune des Rougon	- 1871
Son Excellence Eugène Rougon	- 1876
La Curée	- 1872
L'Argent	- 1891
Le Rêve	- 1888
La Conquête de Plassans	- 1874
Pot-Bouille	- 1882
Au Bonheur des Dames	- 1883
La Faute de l'abbé Mouret	- 1875
Une page d'amour	- 1878
Le Ventre de Paris	- 1873
La Joie de vivre	- 1884
L'Assommoir	- 1877
L'Œuvre	- 1886
La Bête humaine	- 1890
Germinal	- 1885
Nana	- 1880
La Terre	- 1887
La Débâcle	- 1892
Le Docteur Pascal	- 1893

Les 20 romans de la série *Les Rougon Macquart* avec leur date de parution (dans l'ordre de lecture recommandé par Zola<sup>4</sup>)

David Alberto, professeur de physique-chimie en lycée, s'est lancé dans l'astronomie à l'occasion d'une école d'été du CLEA. Pour plus de détails sur ses activités, voir <https://www.astrolabe-science.fr>



# LES CADRANS SOLAIRES DE TCHÉQUIE

Miloš Nosek

*Après vous avoir emmenés à la rencontre des cadrans solaires de Chine, du Japon, de l'Autriche, de Hongrie, d'Espagne, d'Italie, du Portugal, du Québec, de la Suisse... c'est à celle des cadrans solaires de la République tchèque (Tchéquie) que nous vous emmenons aujourd'hui.*

Les cadrans solaires font partie des monuments injustement négligés dans notre pays. Et pourtant, ce sont des monuments de la technologie de mesure du temps, également utilisés par d'éminents astronomes et mathématiciens... La science des cadrans solaires, la gnomonique, était encore enseignée dans certaines universités au XVIII<sup>e</sup> siècle. On sait même que Josef Stepling et Antonín Strnad, directeurs de l'observatoire du Clementinum de Prague (siège du collège jésuite et de l'université édifié au XI<sup>e</sup> siècle), se consacraient à la gnomonique et collaboraient avec les célèbres concepteurs de cadrans solaires, les Engelbrecht. Il est donc étrange que peu d'attention ait été accordée aux cadrans solaires, résultats de travaux scientifiques et techniques. Par exemple, certains guides de Prague, décrivant des monuments de toutes sortes, ne mentionnent même pas les cadrans solaires des édifices commémoratifs. Nous ne connaissons pas l'existence d'un rapport complet sur l'histoire des cadrans solaires, apparemment il n'existe pas...

Diverses initiatives se sont cependant développées pour répertorier les cadrans solaires existants ou historiques. L'une d'entre elles est née du Journal de l'association du musée patriotique d'Olomouc, animée par la crainte qu'à cause de la culture moderne, les cadrans solaires aient disparu, à l'exception de tout petits restes qui, si une main grossière ne les avait pas encore complètement enlevés, étaient destinés à une extinction certaine. En 1925, le journal invitait ses lecteurs à leur signaler des cadrans solaires existants. Dans les cadrans solaires décorés, nous voyons un peu de culture ancienne, et c'est pourquoi cette association a essayé de sauver ou d'archiver au moins dans une photothèque ce qui était encore conservé. Les cadrans solaires sur lesquels les lecteurs ont attiré l'attention ont été publiés en 1929, 1930 et 1931. La conclusion est qu'il n'y a pas de processus inéluctable de disparition progressive des cadrans solaires, mais que de nouveaux sont constamment créés ou même que ceux qui existent depuis longtemps ne sont que récemment enregistrés.

La publication mentionne 26 cadrans solaires à différents endroits. À ce jour, 13 cadrans solaires ont été conservés ; 4 ont été restaurés ou reproduits.

E. Zinner, dans le livre : *Alte Sonnenuhren an europäischen Gebäuden* (Les vieux cadrans solaires des bâtiments européens) publié en 1954, répertorie 12 cadrans solaires anciens sur le territoire de notre pays. Parmi les cadrans solaires répertoriés, seule la moitié a été conservée à ce jour et pour l'un d'entre eux seul le gnomon a été préservé.

Le site <https://astro.mff.cuni.cz/mira/sh/sh.php> constitue un catalogue (disponible en français), mis à jour de façon continue, des cadrans solaires de Tchéquie. En 2004, ce catalogue a été publié sous forme de livre.

Plus de 4 500 cadrans solaires sont en fait aujourd'hui enregistrés sur ce site. Ils sont de types variés. Les cadrans solaires muraux verticaux prédominent (79%). Le nombre de cadrans horizontaux ou polaires est similaire (4% chacun). Environ 2% des cadrans peuvent être considérés comme des cadrans de valeur ou de facture « extra ».

Le cadran le plus ancien se trouve sur l'église Saint-Barthélemy à Kolín, à l'est de la région de Bohême-Centrale. Il date du tournant des XIV<sup>e</sup> et XV<sup>e</sup> siècles et sa partie principale a été conservée : il repose sur une pierre surélevée taillée vers le sud (photo 1 page suivante).

Pour les cadrans anciens, l'année de leur création n'est pas connue dans la plupart des cas, et l'on ne peut que deviner leur âge. Par exemple, on estime que la création d'une paire de cadrans sur les piliers de l'église Saint-Jacques à Telč remonte au XV<sup>e</sup> siècle. Il en va de même pour le cadran du mur de pierres à côté de l'entrée du couvent de l'Assomption de la Vierge Marie à Zlatá Koruna.

La partie centrale du cadran solaire sur le pilier en pierre de 1558 est conservée au château de Moravská Třebová. Une réplique est exposée dans la cour du château (2) : elle comporte cinq cadrans verticaux et un cadran équatorial.

La plupart des auteurs de cadrans solaires nous restent souvent inconnus. Leurs noms sont quelquefois mentionnés sur les cadrans, dont celui d'Engelbrecht. Parmi les cadrans muraux de Bohême, les œuvres d'Engelbrecht père (Jan, 1726 - 1807) et fils (Antonin, 1780 - 1831) se distinguent tant par leur richesse gnomonique et leur exactitude que par leur rendu artistique (3) ; 14 cadrans signés Engelbrecht ont été conservés.

La plus grande concentration de cadrans solaires se trouve au Clementinum. Il y a au total 15 cadrans muraux (4 et 5) dans le bâtiment et un cadran à fente dans la tour astronomique, qui permettaient de déterminer l'heure exacte jusqu'en juillet 1928.

L'histoire de certains cadrans est très intéressante. Par exemple, la méridienne monumentale installée en 1652 sur une place de la vieille ville à Prague : à midi solaire, la colonne de Marie projetait son ombre sur une ligne matérialisée au sol. En 1918, la colonne fut démolie par une foule en colère, mais en juin 2020, elle fut réinstallée, et la méridienne est donc à nouveau opérationnelle !

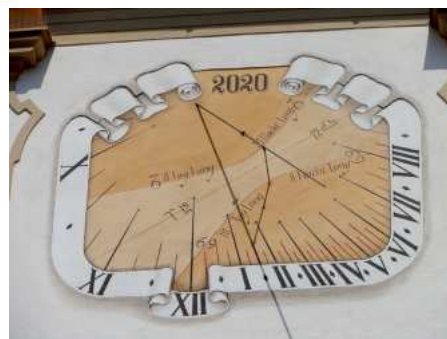
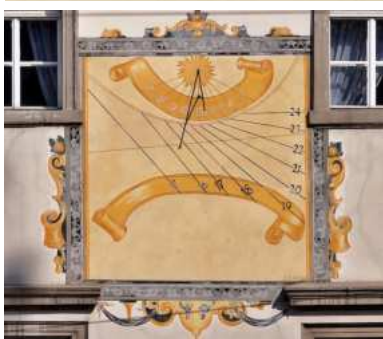
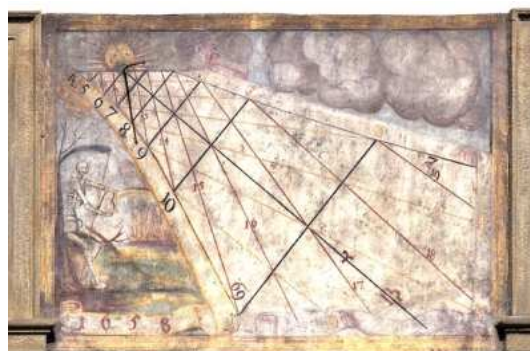
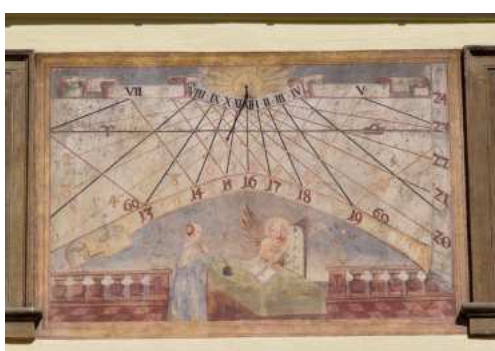
Lors de la restauration de bâtiments historiques à Prague, l'existence de 7 cadrans solaires au total a été découverte sous le plâtre. Ils ont survécu grâce à leur « cachette » sous plâtre pendant plusieurs siècles. Par exemple, en 1994, grâce aux restaurateurs, deux cadrans (6, 7) ont été mis au jour, à Prague, sous du plâtre décapé, dans la rue Tomášská et à Malostranské náměstí. L'année 1608 était indiquée sur le cadran oriental. La paire de cadrans a été préservée sans repeinture ni reconstruction, car les cadrans n'ont été exposés aux influences extérieures que pendant moins de 100 ans.

Certains cadrans solaires disparaissent, mais heureusement de nouveaux sont créés. Parmi les exemples de créations récentes, citons le cadran solaire de Prague (10) sur la place publique autour du château de Rangherka (8) ou les 4 répliques de cadrans solaires de l'ancien hôtel de ville d'Olomouc (9, 10).

Miloš Nosek [hodiny@seznam.cz](mailto:hodiny@seznam.cz) s'intéresse aux cadrans solaires depuis la fin des années 80. Il est l'un des initiateurs du catalogue évoqué dans cet article et a participé à la création ou à la restauration de 183 cadrans solaires. Il est enfin l'auteur de deux livres consacrés aux cadrans solaires.



1	2	3
4	5	6
7	8	9
		10





# QUAND EST-IL L'HEURE DE BOIRE ?

David Alberto et Roger Torrenti

Dans cet article David Alberto et Roger Torrenti nous conduisent du cadran de berger au célèbre cabaret parisien Le Moulin-Rouge, et enfin au « cadran-verre » qui permet de savoir s'il est l'heure de boire (avec modération bien sûr !).

De nombreux types de cadrans solaires sont fondés sur la mesure de la hauteur du Soleil, de laquelle peut être déduite l'heure solaire. Ces « cadrans de hauteur » ont les caractéristiques communes d'être peu précis autour de midi solaire et de ne pouvoir être utilisés que pour la latitude pour laquelle ils ont été tracés, mais en revanche de ne pas nécessiter de repère d'orientation (« pas de boussole »).



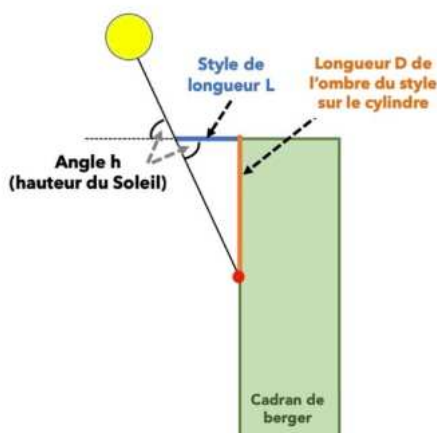
L'un des cadrans de hauteur les plus connus est le cadran de berger dont l'invention remonte au début de notre ère et que les bergers pyrénéens (d'où son nom) utilisaient encore couramment au début du XX<sup>e</sup> siècle.  
Cadran de berger du XV<sup>e</sup> siècle  
(Musée national germanique de Nuremberg, Allemagne)

Le principe de ce cadran est simple : une formule permet de calculer l'heure solaire (plus précisément l'angle horaire du Soleil) correspondant à une hauteur donnée du Soleil, et une autre formule donne la longueur de l'ombre du style sur le cylindre en fonction de la hauteur du Soleil.

$$h = \arcsin(\sin \delta \sin \varphi + \cos \delta \cos \varphi \cos H)$$

$$D = L \tan h$$

avec h la hauteur du Soleil,  $\delta$  la déclinaison du Soleil,  $\varphi$  la latitude du lieu, H l'angle horaire du Soleil, D la longueur de l'ombre du style et L la longueur du style



Le tracé et l'utilisation d'un cadran de berger sont simples : les droites verticales du cylindre correspondent à des dates (chaque mois de l'année par exemple). On fait pivoter le style mobile sur la date considérée, on oriente l'ensemble vers le Soleil et on lit l'heure solaire à l'extrémité de l'ombre du style, sur les courbes horaires. Et si vous voulez construire un cadran de berger, c'est également très simple : une vidéo du MOOC cadrans solaires pourra vous aider<sup>1</sup>.

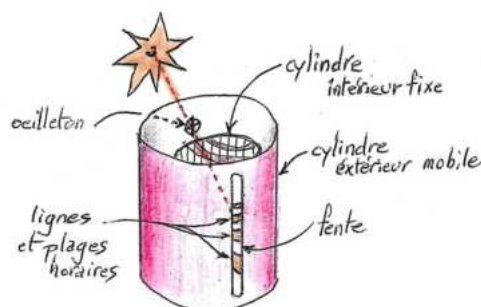
Mais récemment, le cadranier, gnomoniste et artiste Claude Gahon [claudegahon@yahoo.fr](mailto:claudegahon@yahoo.fr) a proposé une intéressante variante d'un cadran de berger, qu'il a baptisée Moulin Rouge, du nom du célèbre cabaret parisien qui l'a inspiré pour cette création.

L'enveloppe cylindrique de ce cadran, lui donnant l'aspect du Moulin-Rouge, comporte en fait un œilleton et, diamétralement opposée, une fente verticale (que l'on aperçoit sur la photo ci-contre).



Le Moulin Rouge de Claude Gahon

À l'intérieur, un cylindre de diamètre à peine plus petit que le diamètre du cylindre extérieur est constitué d'une feuille plastique translucide sur laquelle sont dessinées 12 colonnes pour les mois ainsi que les courbes horaires des hauteurs du Soleil. Pour connaître l'heure solaire, on tourne le cylindre extérieur jusqu'à ce qu'apparaisse le mois en cours dans la fente et l'on tourne l'ensemble pour que la tache lumineuse issue de l'œilleton soit dans la fente.



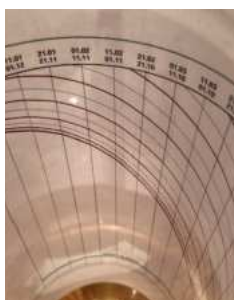
<sup>1</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=dxEqS9E7Xyo>



On lit l'heure sur les courbes horaires tracées sur ce cylindre intérieur. En deux mots, c'est un cadran de berger sans style extérieur mais avec un « style virtuel intérieur » égal au diamètre du cylindre...

Et si l'on enlevait le tour opaque afin d'avoir un « cadran-verre » pour savoir s'il est l'heure de boire ?

On utiliserait à cet effet une feuille extérieure transparente, fixée cette fois autour d'un verre cylindrique, la feuille étant équipée d'un œilleton permettant de projeter une tache lumineuse du côté de la feuille où sont tracées les courbes horaires<sup>2</sup> (voir photo ci-dessous), le verre devant être tourné afin que la tache lumineuse soit sur la verticale correspondant à la date d'utilisation.

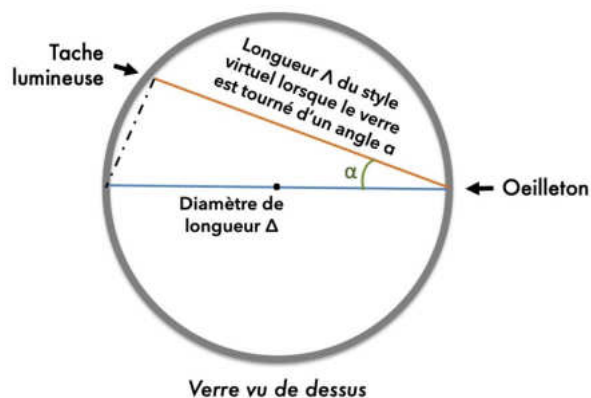


Tache lumineuse à l'intérieur du verre

À noter que les courbes horaires sont, ici, seulement la moitié de celles figurant typiquement sur un cadran de berger car les hauteurs du Soleil sont identiques pour 2 jours situés à durée de temps égale du solstice d'été, pendant la période printemps-été, et du solstice d'hiver, pendant la période automne-hiver.

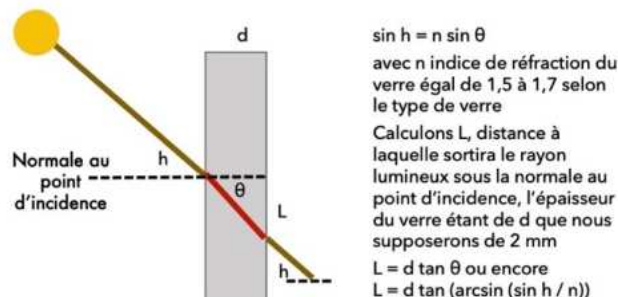
Deux précisions cependant :

- À l'inverse du Moulin Rouge de Claude Gahon, ce n'est pas toujours le diamètre du verre qui constitue le style intérieur virtuel de ce cadran-verre puisqu'il y a un seul œilleton et que le verre est tourné pour l'observation. Selon l'angle  $\alpha$  dont le verre est tourné par rapport au diamètre  $\Delta$  contenant l'œilleton, c'est en fait un style virtuel de longueur  $\Lambda = \Delta \cos \alpha$  dont il faudra tenir compte pour calculer la position de la tache.



Verre vu de dessus

- En toute rigueur, la feuille étant placée à l'extérieur du verre, il faut également tenir compte de la réfraction du verre pour tracer correctement les courbes horaires (voir schéma ci-dessous). Ce phénomène, si le verre n'est pas épais, n'entraîne cependant que des erreurs de tracé de 1 à 2 mm.

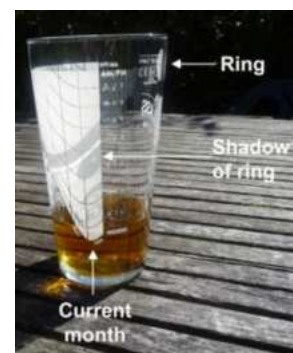


L'idéal est bien entendu, si vous avez un ou une amie maîtrisant la gravure ou l'impression sur verre, de fixer ces courbes horaires sur le verre.

Dans ce cas, vous pourrez même imaginer tracer des courbes horaires sur 12 mois et non plus 6, tenant compte de la longitude du lieu et de l'équation du temps, avec des indications d'heures limitées aux heures du soir (où il est convenable de « boire un verre »...) et vous obtiendrez un magnifique cadran-verre indiquant, en heure légale, s'il est l'heure de boire !

La cadranrière britannique Jackie Jones<sup>3</sup> avait, il y a quelques années, conçu un tel verre pour un pub de Brighton, un verre qui a même été commercialisé mais est aujourd'hui en rupture de stock. Sa conception tenait compte non seulement de la réfraction due au verre mais également à la bière.

De toute évidence les clients du pub ne devaient pas attendre qu'il soit la bonne heure pour boire leur bière...



Le cadran-verre de Jackie Jones

David Alberto et Roger Torrenti sont tous deux membres du comité éditorial de ce magazine.

<sup>2</sup> On peut accéder au tracé de David Alberto (pour une latitude de 43,7°N et un diamètre extérieur du verre de 7,2 mm) par le lien <https://www.cadran-solaires.info/wp-content/uploads/2024/04/cadranBrentel43.7-7.2.png>

<sup>3</sup> <https://diallist.wordpress.com/jackie-jones/>

# LA MÉRIDIENNE GÉANTE DU PARC DU PRÈS-LA-ROSE

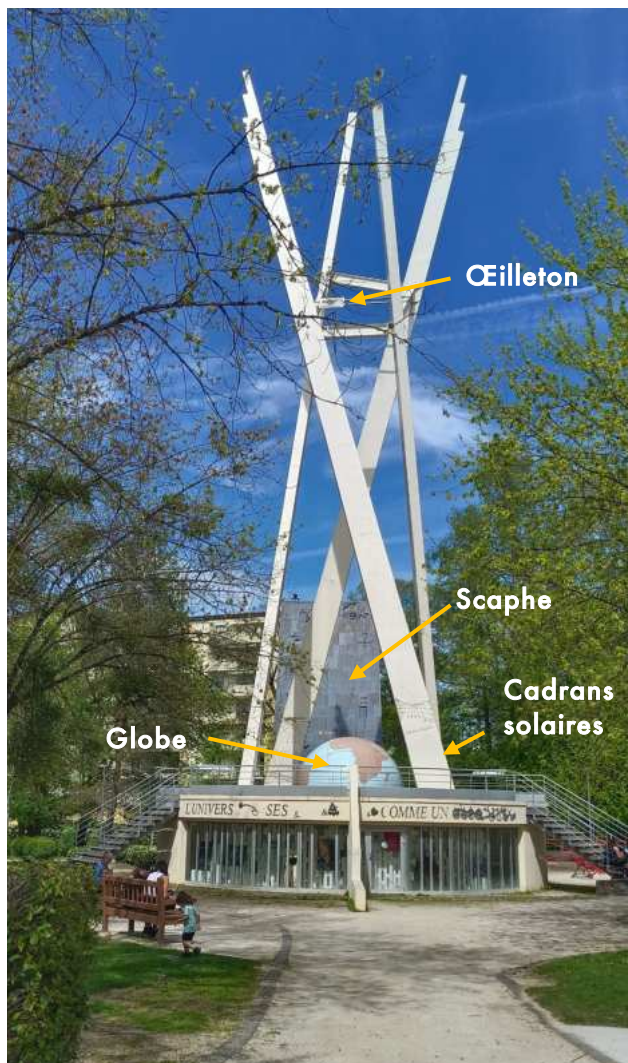
Francis Reymann

L'auteur a visité pour le magazine la méridienne du parc du Près-la-rose à Montbéliard et a vérifié notamment que sa précision restait de l'ordre de 10 secondes, plus de 30 ans après son installation...

Le Près-la-Rose est un parc naturel au cœur de la ville de Montbéliard (Doubs), dans lequel, lors de son réaménagement entrepris au début des années 90, trois installations scientifiques particulières ont été mises en place : un pendule de Foucault, une « Fontaine de Galilée » et un « Vaisseau archipel », structure de 40 m de hauteur revendiquant être « l'une des plus grandes sculptures dédiées à la mesure du temps en Europe ». Plus récemment « La Porte des ombres » (ensemble de cadrans solaires tracés sur des plaques translucides) ainsi qu'une « couronne bifilaire » fixée sur le tronc d'un arbre sont venus compléter ces installations.

Le projet de « Vaisseau archipel », en fait une méridienne solaire géante, est à mettre au crédit de Jean-Marie Becker, médecin à Montbéliard et passionné d'astronomie (il a notamment cofondé l'association astronomique de Franche-Comté, l'AAFC), et de Jean-François Gavoty, gnomoniste et cadranier qui a été chargé des calculs. L'ensemble (photo ci-contre) est constitué de :

- 4 piliers supportant dans leur partie supérieure un plateau horizontal comportant un œilleton, et sur lesquels sont plaqués, dans leur partie inférieure, 5 cadrans solaires donnant respectivement l'heure locale, universelle, sidérale, italique, et babylonique.
- Un « scaphe », portion d'une sphère sur laquelle l'œilleton projette une tache lumineuse autour de midi solaire : une « courbe en huit » (analemme), traversée par la ligne de midi solaire, a été tracée sur cette surface et permet de corriger (avec « l'équation du temps ») l'heure lue à midi solaire, faisant passer du temps solaire vrai au temps solaire moyen.
- Une globe terrestre de 4 m de diamètre dont l'axe de rotation est parallèle à celui de la Terre. Le méridien de Montbéliard de ce globe est placé dans le demi-plan du méridien local, c'est-à-dire le plan vertical contenant la direction nord-sud. Sur cette sphère, de petits disques sont répartis sur l'équateur. Fixés perpendiculairement au globe, ils permettent d'indiquer le midi solaire (lorsque leur ombre est sur le méridien du lieu) en différents endroits de la Terre.



## PETIT RAPPEL GNOMONIQUE

Une méridienne solaire est un cadran solaire indiquant une seule heure : midi solaire, c'est-à-dire le milieu de la journée, quand le Soleil est le plus haut dans le ciel, plein sud (dans l'hémisphère nord).

Pour passer du temps solaire vrai à l'heure légale, il faut tout d'abord passer du temps solaire vrai au temps moyen (par ajout de l'équation du temps) puis tenir compte de la correction de longitude et, le cas échéant, de l'heure d'été. En deux mots on utilise la formule rappelée souvent dans ce magazine :

$$TL = TS + EdT + CL + 1h \text{ (si « heure d'été »)}$$

avec

*TL* : heure légale (celle de nos montres),

*TS* : heure solaire (lue sur le cadran),

*EdT* : valeur de l'équation du temps au jour considéré (à lire sur un schéma ou une table),

*CL* : correction de longitude (positive si le cadran est situé à l'ouest du méridien de référence du fuseau horaire - 15 °E pour la France métropolitaine -, négative s'il est situé à l'est), la correction étant de 4 min par degré de longitude





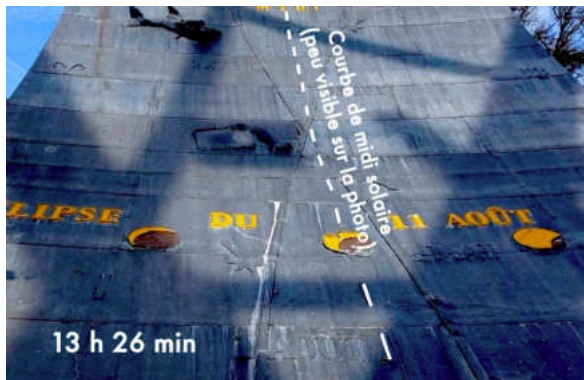
Le Vaisseau archipel vu de côté

J'étais sur place le 14 avril 2024. L'heure de passage du Soleil au méridien de la structure peut être calculée à partir de la formule rappelée page précédente, sachant que la longitude du lieu est de 6,799°E et que l'équation du temps, ce jour-là, est de + 9,5 s<sup>1</sup>. À midi solaire, il sera donc à la montre :

$$12 \text{ h} + 9,5 \text{ s} + ((15 - 6,799) \times 4) \text{ min} + 1 \text{ h}$$

soit 13 h 33 min 2 s, arrondi à 13 h 33 min

Malheureusement, le jour de la visite, un léger nuage a occulté l'ensemble à ce moment précis... mais les images (ci-dessous) prises à 13 h 26 min et à 13 h 35 min montrent bien la tache lumineuse entourant l'axe du scaphe.



L'œilleton au sommet de la structure

#### ÉVALUATION DE LA PRÉCISION DE L'INSTRUMENT

Pour vérifier la précision de cet instrument de mesure du temps, j'ai pris les 2 photos ci-dessous à 3 minutes d'intervalle, alors que la tache lumineuse s'approchait du bord du scaphe. Compte tenu du diamètre de la tache lumineuse, une précision de la méridienne solaire d'une dizaine de secondes est confirmée.

Finalement, la méridienne remplit sa mission : les Montbéliardais (et tous ceux qui viendront visiter ce magnifique parc naturel et scientifique) disposent d'un bel instrument pour régler leurs montres à 12 h 33 en heure d'hiver et à 13 h 33 en heure d'été...



Francis Reymann [reymann.francis@orange.fr](mailto:reymann.francis@orange.fr) est ingénieur de formation et s'est intéressé par hasard mais avec passion au fonctionnement du système solaire, « ce qui a donné lieu à diverses maquettes explicatives et bien sûr à moult récepteurs des ombres dits cadrans solaires »

<sup>1</sup> Voir par exemple le tableau fourni dans le MOOC cadrans solaires <http://www.cadrans-solaires.info/sequence5/co/2-4-table-equation-temps.html>



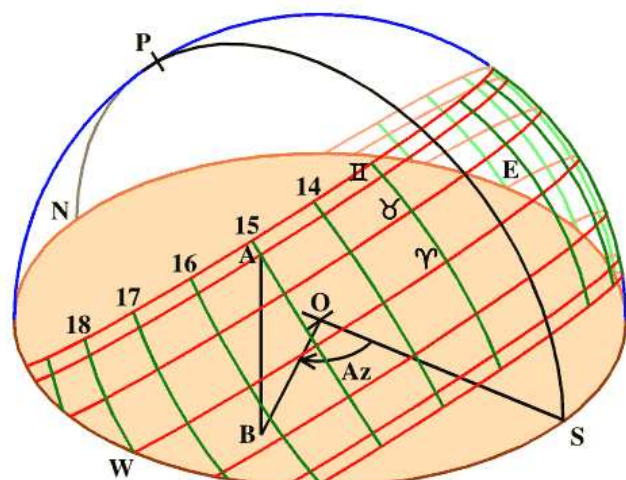
# LA RÉTROGRADATION DE L'OMBRE

Yvon Massé

Dans l'article paru dans le n°11 du magazine, « Un cadran mystérieux » (<https://bit.ly/3JBYKiN>), Yvon Massé avait proposé de construire un cadran solaire dont l'ombre rétrogradait (« faisait des allers-retours dans la journée »). Il aborde ici ce phénomène dans un contexte différent.

Pour expliquer le phénomène de rétrogradation nous allons établir une figure, qui pourra aussi faire l'objet d'un cadran d'azimut, à partir des cercles de la sphère céleste.

Traçons d'abord sur la sphère, pour nous repérer, le méridien local passant par l'horizon aux points nord et sud repérés respectivement N et S. Sur ce méridien nous pouvons placer, en supposant qu'on soit dans l'hémisphère nord, le pôle P tel que l'arc PN corresponde à la latitude de l'observateur. En apparence, tout se passe comme si la sphère tournait autour du pôle P en entraînant le Soleil avec elle.

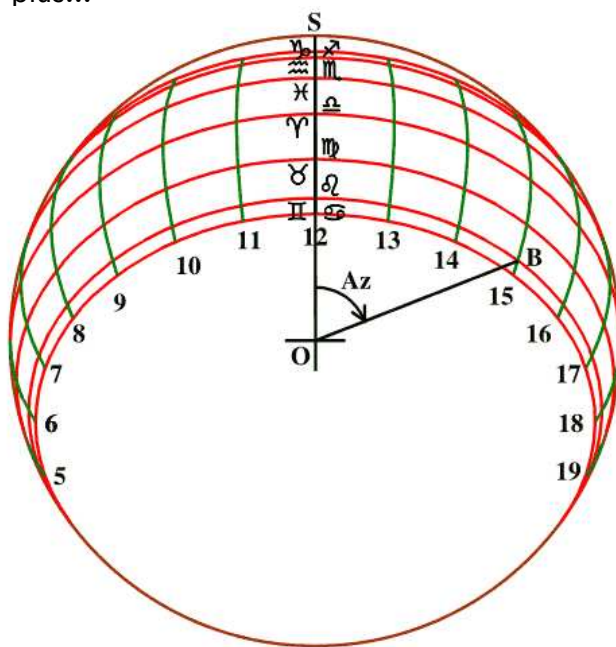


Traçons ensuite, en rouge, la course diurne du Soleil pour différentes dates de l'année en utilisant, comme les anciens, les dates d'entrée dans les différents signes du zodiaque. Cela permet d'avoir uniquement 6 cercles répartis symétriquement autour du cercle central correspondant aux équinoxes. Ce dernier passe par l'horizon exactement aux points est et ouest repérés E et W respectivement. Il nous reste à tracer pour chaque heure, en vert, les portions de cercle horaire entre les deux cercles diurnes des solstices en faisant tourner le méridien local autour du pôle P d'un multiple de 15°.

Avec ce réseau de cercles, on peut connaître la position du Soleil pour une date de l'année à une heure donnée. Par exemple, à 15 h solaire le 21 mai, jour de l'entrée dans les Gémeaux, le Soleil se trouve au point A.

À cet instant particulier, intéressons-nous à l'azimut du Soleil : on l'obtient facilement en faisant descendre la position A verticalement sur l'horizon, en B, et en mesurant l'angle Az entre B et S vu du point O.

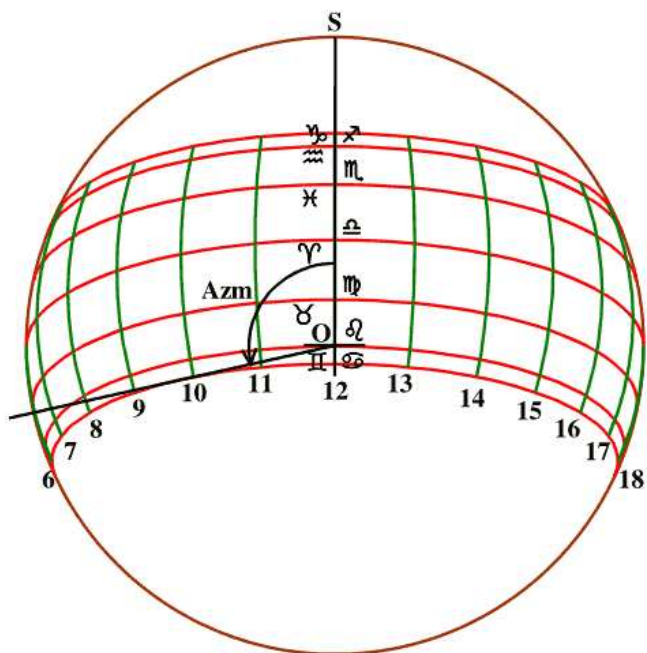
Si maintenant nous faisons descendre verticalement l'ensemble des points des différents cercles, nous obtenons la figure plane suivante où les couleurs ont été conservées, les courbes obtenues étant rigoureusement des portions d'ellipse. Cette figure, qui est tracée pour la latitude de 48° N, permet en connaissant l'heure et la date, de déterminer comme précédemment la position du point B et, par suite, l'azimut du Soleil Az. Mais on peut faire plus...



En effet, si nous disposons cette figure sur un plan horizontal, en plaçant un gnomon vertical au point O et en orientant le point S vers... le nord (eh oui ! l'ombre étant à l'opposé de la direction du Soleil, on en tient compte en faisant tourner la figure de 180°), nous obtenons un cadran solaire d'azimut où l'heure se lit à l'intersection de l'ombre et de la ligne de date.

Mais revenons à la figure utilisée comme moyen de déterminer l'azimut. Nous voyons, en suivant les courbes rouges, que pour toutes les dates de l'année la direction du Soleil tourne dans le sens

des aiguilles d'une montre au cours de la journée. Cela est vrai à la latitude de  $48^\circ$  pour laquelle la figure est tracée, mais qu'en est-il pour une latitude subtropicale, par exemple  $20^\circ$  N ? Pour cela traçons la figure correspondant à cette latitude et observons ce qui se passe.



Pour toutes les dates dont la courbe diurne passe à midi solaire au dessus du point O, rien ne change par rapport aux latitudes supérieures. Mais à partir du moment où le Soleil entre dans les Gémeaux, et pendant 2 mois, la situation devient plus spécifique : c'est en dessous du point O que passe le Soleil. Ainsi, par exemple, au solstice d'été dont nous avons la courbe diurne, à partir du lever du Soleil l'azimut évolue comme pour le restant de l'année mais il atteint, un peu avant 10 h, la valeur limite Azm représentée sur la figure, pour ensuite évoluer dans l'autre sens. Une seconde valeur limite est atteinte l'après midi après 14 h et l'azimut évolue à nouveau dans le sens qui est celui du restant de l'année<sup>1</sup>.

Voici donc, en quelque sorte, la recette pour obtenir la rétrogradation de l'ombre (elle peut toutefois être si faible ou se produire dans des conditions si particulières qu'elle soit pratiquement indétectable) : avoir un gnomon qui pointe, sur la sphère céleste, un lieu quelconque situé entre le cercle diurne du jour considéré et, pour des raisons de symétrie dont

l'explication sortirait des limites de cet article, le cercle diurne des équinoxes qui correspond à l'équateur céleste. La surface recevant l'ombre peut, quant à elle, être d'orientation quelconque.

C'est au début du XVI<sup>e</sup> siècle, en 1537, que Pedro Nunes, habile mathématicien et cosmographe portugais, démontra cette particularité dans son premier livre écrit en portugais<sup>2</sup>. Cet ouvrage comporte la traduction de trois écrits de référence de son époque et deux traités personnels pour donner des bases mathématiques aux techniques de navigation. Dans le second traité, afin de montrer qu'une configuration de latitude, déclinaison et azimut du Soleil pouvait rigoureusement correspondre à deux heures différentes, P. Nunes fut amené à définir les conditions pour lesquelles le Soleil passe 2 fois par le même azimut dans sa course ascendante du matin, ce qui signifie donc que l'azimut varie tantôt dans un sens et tantôt dans l'autre et, par symétrie, que le phénomène se reproduit dans l'après-midi. Ce qui est surprenant, c'est qu'il obtint ce résultat par des déductions géométriques alors que ce phénomène n'avait jamais été décrit ni observé auparavant. De plus, P. Nunes était si sûr de son raisonnement qu'il n'hésita pas à affirmer : « ce qui semble chose étonnante ; et l'on ne peut le nier car cela se démontre avec la certitude et l'évidence mathématique ».

P. Nunes précisa à la fin de sa démonstration, peut-être pour faire la distinction entre les faits concrets et les miracles : « Mais dans les régions situées entre le cercle du Cancer et le nord cela serait impossible ; sauf par la puissance divine comme il se lit dans *2 Rois*<sup>3</sup> où l'ombre a reculé de 10 degrés en signe de la guérison d'Ézéchias ».



Portrait de Pedro Nunes

Mais nous verrons dans un prochain article que le cours de l'histoire en a décidé autrement...

Le gnomoniste Yvon Massé [ymasse2@wanadoo.fr](mailto:ymasse2@wanadoo.fr) a été présenté dans le n° 2 de ce magazine. Il développe notamment le site <https://gnomonique.fr/> et anime le dynamique forum [gnomonique](https://gnomonique.fr/) qui lui est associé.

<sup>1</sup> Voir une animation qui représente l'évolution de la courbe d'azimut pour les mois de mai et juin ici <https://bit.ly/3WiZ2CO>

<sup>2</sup> Tratado da sphaera, p. D ii V et suivantes : <https://archive.org/details/ARes074081v1/page/n155/mode/2up?view=theater>

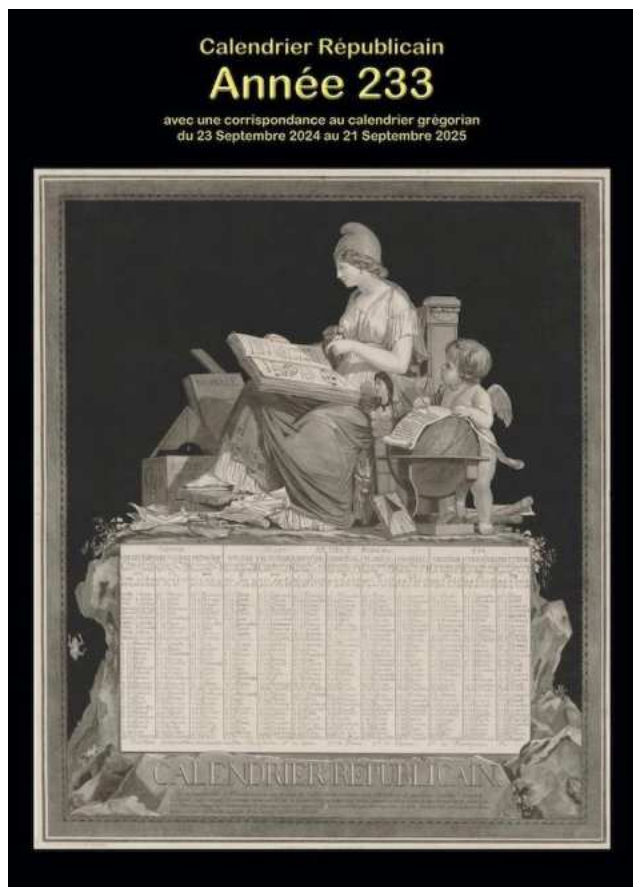
<sup>3</sup> Plus précisément au chapitre 20 que l'on peut lire dans la traduction de son choix ici : <https://lire.la-bible.net/lecture/2+rois/20/1>

Un passage similaire se trouve au chapitre 38 du livre d'Ésaïe, ici : <https://lire.la-bible.net/lecture/esaie/38/1>

# LE CALENDRIER RÉPUBLICAIN (ENFIN) DISPONIBLE EN FRANÇAIS

Fabio Savian

*Fabio Savian a développé ces dernières années un calendrier républicain, comportant des indications précieuses aux gnomonistes, en italien, puis en anglais avec le soutien de Frank King de la BSS. Nous avons accepté avec enthousiasme la proposition de Fabio Savian de collaborer à une version française !*



Couverture du calendrier

Il y a une dizaine d'années, j'ai réfléchi à la conception possible d'un calendrier comportant des photos de cadrans solaires. Pas très nouveau me direz-vous ? En fait mon dessein était aussi, au-delà des images, de fournir des indications quotidiennes utiles au monde de la gnomonique, notamment la valeur de l'équation du temps et celle de la déclinaison du Soleil.

En approfondissant les caractéristiques que devrait avoir un calendrier astronomique, il m'est apparu évident que le calendrier grégorien, aujourd'hui référence internationale, n'avait pas de structure rythmée avec l'orbite terrestre, au contraire du calendrier républicain, né avec la Révolution française dans le sillage du rationalisme scientifique des Lumières, qui s'est traduit en particulier par une volonté de rationalisation du temps et du calendrier, c'est-à-dire de la cadence du temps quotidien et annuel.

On peut considérer qu'il s'agit de la seule approche historique, en Europe, d'un calendrier astronomique, lié à ce cycle du Soleil qui conditionne les activités sociales, le climat et les rythmes biologiques de toute forme de vie. Ce qui caractérise aussi un cadran solaire, non seulement par les marques horaires mais aussi par les courbes de déclinaison, marques calendaires d'origine astronomique.

Dans le calendrier républicain, le début de l'année est celle du jour de l'équinoxe d'automne calculé par l'Observatoire de Paris. Les mois sont divisés non plus en semaines, mais en 3 décades, aux 360 jours étant ajoutés 5 ou 6 jours complémentaires pour compléter le cycle des jours annuels. Les noms des mois sont redéfinis pour s'adapter au cycle de la nature : vendémiaire, brumaire et frimaire en automne, nivôse, pluviôse et ventôse en hiver, germinal, floral et prairial au printemps, et enfin messidor, thermidor et fructidor en été. Quant aux jours, leurs noms sont désormais dédiés aux noms de fleurs, fruits, légumes, animaux, outils de travail, spécifiques à la période, réaffirmant ainsi davantage le cycle solaire, éliminant toute référence à la religion.

Enfin les journées sont divisées en 10 heures « révolutionnaires », chaque heure en 100 minutes, chaque minute en 100 secondes, reflétant l'approche décimale utilisée pour d'autres unités de mesure. Le 22 septembre 1792, jour de l'équinoxe d'automne, fut ainsi le jour 1 de l'an I de la République française ou vendémiaire an I, jour du raisin.

Mais le calendrier républicain n'eut qu'une brève vie : Napoléon Bonaparte mit fin à l'expérience le 1<sup>er</sup> janvier 1806, remettant en service le calendrier grégorien (les heures révolutionnaires n'étaient plus en vigueur dès 1795). Même si plus de deux siècles se sont écoulés, ce calendrier a suscité mon intérêt car c'est le seul calendrier astronomique européen, avec quelques imperfections puisque, hormis à l'équinoxe d'automne, les mois ne coïncident pas parfaitement avec les périodes zodiacales, c'est-à-dire avec les arcs de 30° de longitude solaire qui divisent l'écliptique.



La combinaison de la structure astronomique avec la suggestion de noms liés au cycle de la nature m'a convaincu de proposer à nouveau ce calendrier, en étudiant une configuration qui permettrait également de reconnaître la structure du calendrier grégorien, indispensable à notre vie quotidienne. Les pages des mois sont donc les mois du calendrier républicain mais chaque jour indique également le jour du mois grégorien. Par ailleurs, l'évolution des 30 jours du mois républicain s'aligne sur les sept jours de la semaine. De cette manière, chaque jour représenté peut être reconnu avec les caractéristiques des deux calendriers, ainsi que l'équation du temps, la déclinaison du Soleil et la période zodiacale.

Les règles d'insertion du jour bissextile dans le calendrier grégorien et du jour sextile dans le calendrier républicain doivent également cohabiter dans le calendrier.

La première de ces règles est précise et se développe en trois points :

- les années divisibles par quatre sont des années bissextiles,
- celles divisibles par 100 ne le sont pas, malgré le premier point,
- celles divisibles par 400 le sont, prenant le premier point malgré le second.

Ces règles maintiendront en particulier l'équinoxe de printemps autour du 21 Mars pendant les 3 000 prochaines années.

Ces règles font également que le jour de l'équinoxe d'automne est variable, entre le 22 et le 23 septembre, donc pour trouver une correspondance entre les deux calendriers, il faut insérer le jour sextile (le 6<sup>ème</sup> « jour complémentaire ») pour qu'il corresponde au 1 vendémiaire. Le jour sextile est donc utilisé selon la règle astronomique qui garantit ce principe, la seule synchronisant l'équinoxe d'automne avec le 1 vendémiaire.

La première édition que j'ai faite de ce calendrier, en italien, fut celle de l'année républicaine 224, entre 2015 et 2016. Elle proposait une traduction des jours des mois, des noms créés spécifiquement, nécessitant une traduction créative car ne pouvant pas avoir de correspondance linguistique. Depuis cette date le calendrier fut publié chaque année. Il y a trois ans, grâce à une collaboration avec Frank King de la BSS (British Sundial Society) était édité le premier calendrier républicain en anglais, s'appuyant notamment sur la traduction des noms (des mois et des jours) que l'historien anglais Thomas Carlyle avait proposée en 1837.

Curieusement, il n'y avait pas d'édition en français mais elle sera proposée dès septembre prochain pour l'an 233 (couvrant la période du 22/09/2024 au 21/09/2025) grâce à une collaboration avec Roger Torrenti, responsable de ce magazine, qui a pris en charge le texte introductif et la sélection des photos, et a accepté d'être le point de contact pour la version française du magazine.

Le calendrier est organisé en 7 feuilles de format A3 (297 x 420 mm, vertical), avec une page par mois ainsi qu'une page présentant l'histoire du calendrier et une autre la sphère céleste commentée. Il est distribué au prix (coûtant) de 15 € comprenant les frais d'expédition mais peut être sujet à des variations pour les livraisons vers des pays autres que l'Italie, le Royaume-Uni, et la France. Réservez dès aujourd'hui votre calendrier (version française, anglaise ou italienne) en contactant respectivement Roger Torrenti ([roger@torrenti.net](mailto:roger@torrenti.net)), Frank King ([fhk1@cl.cam.ac.uk](mailto:fhk1@cl.cam.ac.uk)) ou Fabio Savian ([fabio.savian@nonvedolora.it](mailto:fabio.savian@nonvedolora.it)).

*Cet article est un condensé du texte transmis par Fabio Savian, le texte original (en français) étant accessible ici <https://bit.ly/4aVWBL5>.*

Une page du calendrier



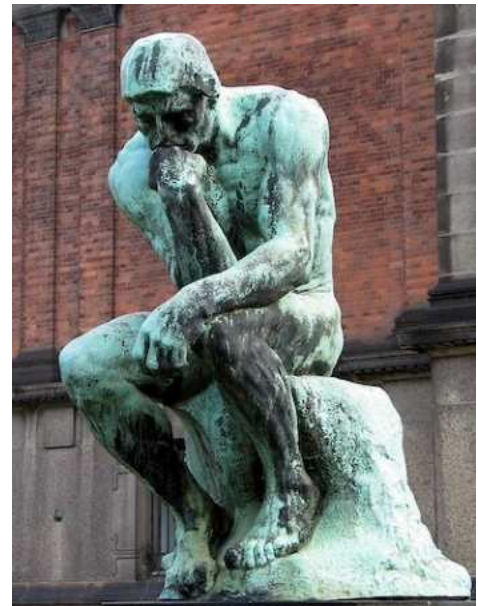
Depuis 30 ans, Fabio Savian apporte une contribution de premier plan à la gnomonique italienne et internationale. Passionné de mathématiques et de design, il a notamment conçu nombre de cadrans solaires, a créé en 2010 le site web [www.sundialatlas.eu](http://www.sundialatlas.eu), un répertoire des cadrans solaires dans le monde, et été cofondateur du magazine *Gnomonica Italiana*, aujourd'hui fusionné avec *Orologi Solari* [www.orologisolari.eu](http://www.orologisolari.eu).

# JEUX ET ÉNIGMES

## UNE DEVINETTE

QUELLE EST L’AFFIRMATION INCORRECTE ?

- Le terme astéroïde vient du grec ancien ἀστεροειδής signifiant « qui ressemble à une étoile ».
- L'équinoxe de printemps est célébré le 19, 20 ou 21 mars, mais il faudra, en France (si le système actuel d'heure légale est maintenu), attendre 2048 pour qu'il soit célébré le 19 et 2102 pour qu'il le soit le 21.
- Tous les satellites artificiels en orbite terrestre, ainsi que la Lune, sont en chute libre autour de la Terre.
- Le phénomène de « lune bleue », popularisé par la chanson *Blue Moon*, se produit lorsque la Lune est à son périhélie (au plus proche de la Terre).
- Un des arguments des Grecs anciens pour affirmer la rotondité de la Terre était que les voiles d'un navire s'approchant des côtes apparaissaient avant sa coque.
- L'héliotrope est le nom d'une plante, et aussi d'un instrument, utilisé jusque dans les années 1980, qui permettait aux arpenteurs, grâce à un miroir, de réfléchir les rayons du Soleil à de grandes distances.



## UNE ÉNIGME

UNE POCHE CURIEUSE....

Vous savez peut-être déjà que le nom du célèbre « jean » (ou *blue jeans*) vient du fait que le tissu dans lequel il est coupé, le « bleu de Gênes », était utilisé dès le XVI<sup>e</sup> siècle dans la confection des voiles et des vêtements de la marine génoise. Mais savez-vous à quoi sert cette curieuse petite poche au-dessus de l'une des deux poches principales ? Une indication : cela a rapport avec la mesure du temps...



## UN PROBLÈME GNOMONIQUE

VOTRE AMI, ARTISTE RENOMMÉ...

Votre ami, artiste renommé, vous présente sa dernière œuvre : une surface ondulée, représentant une mer agitée, qu'il vient de réaliser sur une façade verticale plein sud. L'œuvre sera inaugurée dans quelques jours, au solstice d'été. Vous lui parlez de gnomonique ; il est enthousiaste, et vous propose d'ajouter à cette œuvre un style parallèle à l'axe de rotation de la Terre, vous demandant de tracer, sur la mer agitée, les lignes horaires de ce cadran original. Vous êtes en vacances, n'avez pas d'ordinateur, ni instrument élaboré, et n'avez que deux ou trois jours. Que faire ?



## UN TEST RAPIDE

UN CADRAN ÉQUATORIAL À STYLE HORIZONTAL...

Sauriez-vous donner une indication sur le lieu où a été installé ce très beau cadran équatorial ?





# SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

## UNE DEVINETTE

Toutes les affirmations sont correctes sauf celle relative à la « lune bleue » qui ne se produit pas lorsque la Lune est à son périgée. En fait, « lune bleue » est un terme employé pour indiquer que c'est la seconde pleine lune observée dans un même mois. Et elle n'est pas plus bleue que d'ordinaire ! C'est un événement rare car le cycle lunaire étant d'environ 29,5 jours, il faut que la première pleine lune se produise au tout début d'un mois pour que la seconde puisse intervenir avant la fin du même mois..

À noter par ailleurs que lorsque la Lune est à son périgée et que c'est une pleine (ou nouvelle) lune, on parle alors de « super lune ».



Photo d'une pleine lune prise à Colmar (France)

## UNE ÉNIGME

Cette poche était prévue à l'origine pour y ranger une montre à gousset ! Elle n'a jamais été supprimée.



Montre à gousset ayant appartenu à Marcel Proust (qui ne portait pas de jean !)

## UN PROBLÈME GNOMONIQUE

Vous avez de la chance car la météo prévoit une succession de jours ensoleillés et vous avez votre smartphone avec vous. Dès l'aube, vous fixez avec l'artiste un style droit, parallèle à l'axe des pôles, vers le milieu du mur et dans sa partie supérieure (facile: vous connaissez la latitude du lieu, et l'enfant de votre ami vous a prêté son grand rapporteur et un fil à plomb qu'il a confectionné !), puis... vous attendez le Soleil.

Sur votre téléphone, vous vous connectez à la page d'accueil du site <https://heuresolaire.com/> qui, avec sa fonction de géolocalisation, vous permet d'avoir en temps réel l'heure solaire du lieu où vous vous trouvez. Vous attendez chaque heure solaire (voire chaque demi-heure) et tracez avec un feutre fin l'ombre portée par le style sur la surface ondulée. En fin d'après-midi le travail est terminé et ces lignes horaires seront valables pour tous les jours de l'année !

Et vous laissez à votre ami artiste le soin, le lendemain, de peindre les lignes définitives, de l'épaisseur et de la couleur qu'il voudra, recouvrant vos lignes initiales...



Page d'accueil du site mentionné

## UN TEST RAPIDE

Puisque le style d'un cadran équatorial est polaire (parallèle à l'axe de rotation de la Terre), ce cadran équatorial à style horizontal est donc installé près de l'équateur terrestre, et plus précisément dans l'un des jardins botaniques de Singapour, à une latitude à peine supérieure à 1° N.



La cité-État de Singapour, en Asie du Sud-Est

# SOLEIL EN CAGE

Cette page du magazine est traditionnellement consacrée à l'une des créations originales du prolifique gnomoniste-cadranier Claude Gahon [claudegahon@yahoo.fr](mailto:claudegahon@yahoo.fr), membre du comité éditorial de ce magazine.

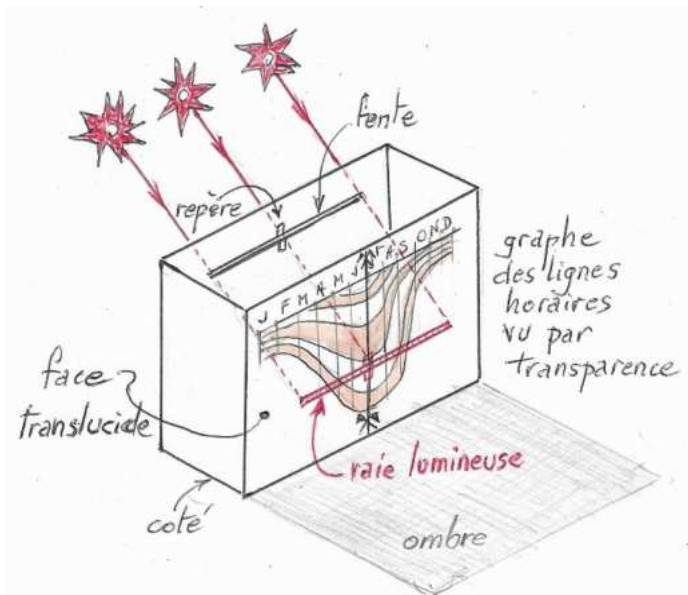
Pour ce numéro a été choisi son « Soleil en cage », un cadran de berger de conception bien originale, différente du traditionnel cadran de berger cylindrique (photo ci-contre). Il est facile à réaliser : par exemple une simple boîte en carton dont une face aura été évidée pour y fixer une feuille de papier calque sur laquelle auront été imprimées les courbes horaires.



Pour plus de détails sur la construction d'un cadran de berger, vous pouvez vous reporter au MOOC cadrans solaires<sup>1</sup> de Roger Torrenti et au blog de David Alberto<sup>2</sup>, qui vous permet notamment de télécharger des tracés de courbes horaires pour des latitudes de 42° à 51°.

<sup>1</sup> <http://www.cadrans-solaires.info/sequence4/co/1-11-cadran-de-berger.html>

<sup>2</sup> <https://www.astrolabe-science.fr/cadran-solaire-de-berger-a-fabriquer/>



Face (de lecture) opposée au Soleil

## Cadran de type "berger" .

Le graphe classique d'un cadran de berger est dessiné sur l'intérieur de la face translucide et comporte donc les courbes des lignes horaires et une division en colonnes mensuelles.

Les rayons du soleil passent par la fente et son repère.

Pour lire l'heure solaire, tourner la cage pour que la tache de lumière du repère soit sur l'axe du graphe (ou jusqu'à ce que l'ombre de la cage soit juste dans le prolongement des côtés)

Repérer le mois en cours et sa colonne, lire l'heure solaire à l'intersection de la raie lumineuse avec les lignes horaires, interpoler dans la plage horaire (entre les lignes).

Petit rappel: la ligne horaire 12h est la plus basse, la ligne juste au-dessus est celle de 11h matin (AM) ou 13h après midi (PM) ainsi de suite ...

Remarque: à chaque position de la raie lumineuse, on peut aussi lire l'heure qu'il était les mois précédents ou celle qu'il sera les mois suivants pour cette hauteur !!!

c.gahon



Face dirigée vers le Soleil



« Cadrans solaires pour tous » est un magazine trimestriel dont le contenu est disponible sous licence CC BY-NC-SA (sauf mention contraire).

Tous les numéros ainsi que, séparément, chaque article de chaque numéro, peuvent être téléchargés gratuitement depuis

<https://www.cadrans-solaires.info/le-magazine/>

La version papier de chaque numéro peut également être commandée depuis <https://bit.ly/3d4RwY9>

Le magazine est édité par Roger Torrenti, La Colle-sur-Loup, France.

Dépôt légal : juin 2024 - ISSN 2824-057X

Contact : [contact@cadrans-solaires.info](mailto:contact@cadrans-solaires.info)

« Cadrans solaires pour tous » (Sundials for all) is a quarterly magazine whose content is available under CC BY-NC-SA license (unless otherwise noted).

All issues, as well as each article in each issue separately, can be downloaded free of charge from

<https://www.cadrans-solaires.info/le-magazine/>

The paper version of each issue can also be ordered from <https://bit.ly/3d4RwY9>

The magazine is edited by Roger Torrenti, La Colle-sur-Loup, France.

Legal deposit: June 2024 - ISSN 2824-057X

Contact: [contact@cadrans-solaires.info](mailto:contact@cadrans-solaires.info)

## Comité éditorial - Editorial Committee



Doh Koffi Addor



David Alberto



Jean-Luc Astre



Pierre-Louis Cambefort



Claude Gahon



Jasmin Gauthier



Alix Loiseleur  
des Longchamps



Yvon Massé



Yves Opizzo



Elisabeth Regamey



Michèle Tillard



Roger Torrenti

Photo page suivante : cadran solaire diptyque en ivoire, argent et soie, de la seconde moitié du XVII<sup>e</sup> siècle (musée national de Varsovie, Pologne)



