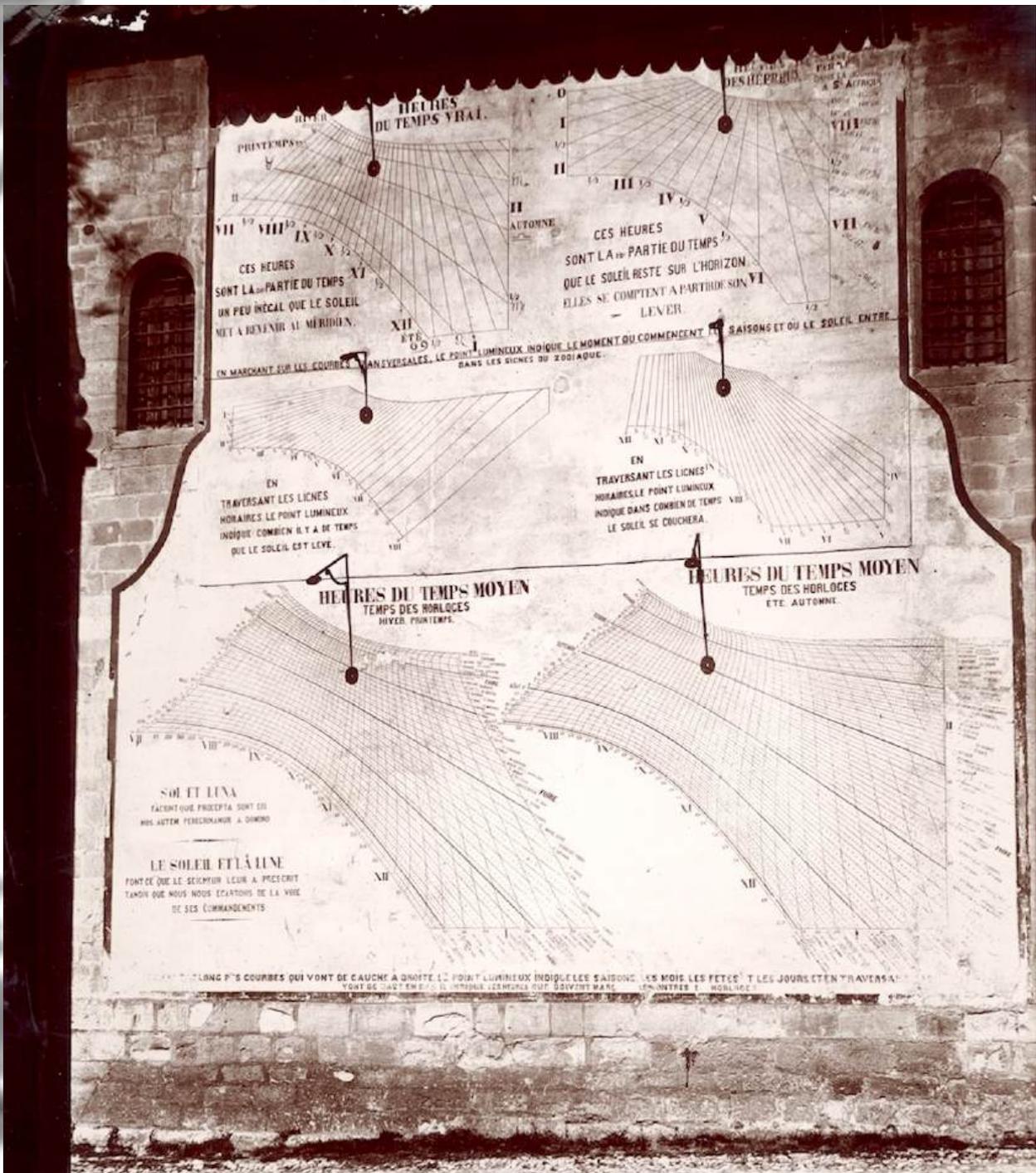


# CADRANS SOLAIRES POUR TOUS

Magazine trimestriel - n°16 - Été 2025 - 12€



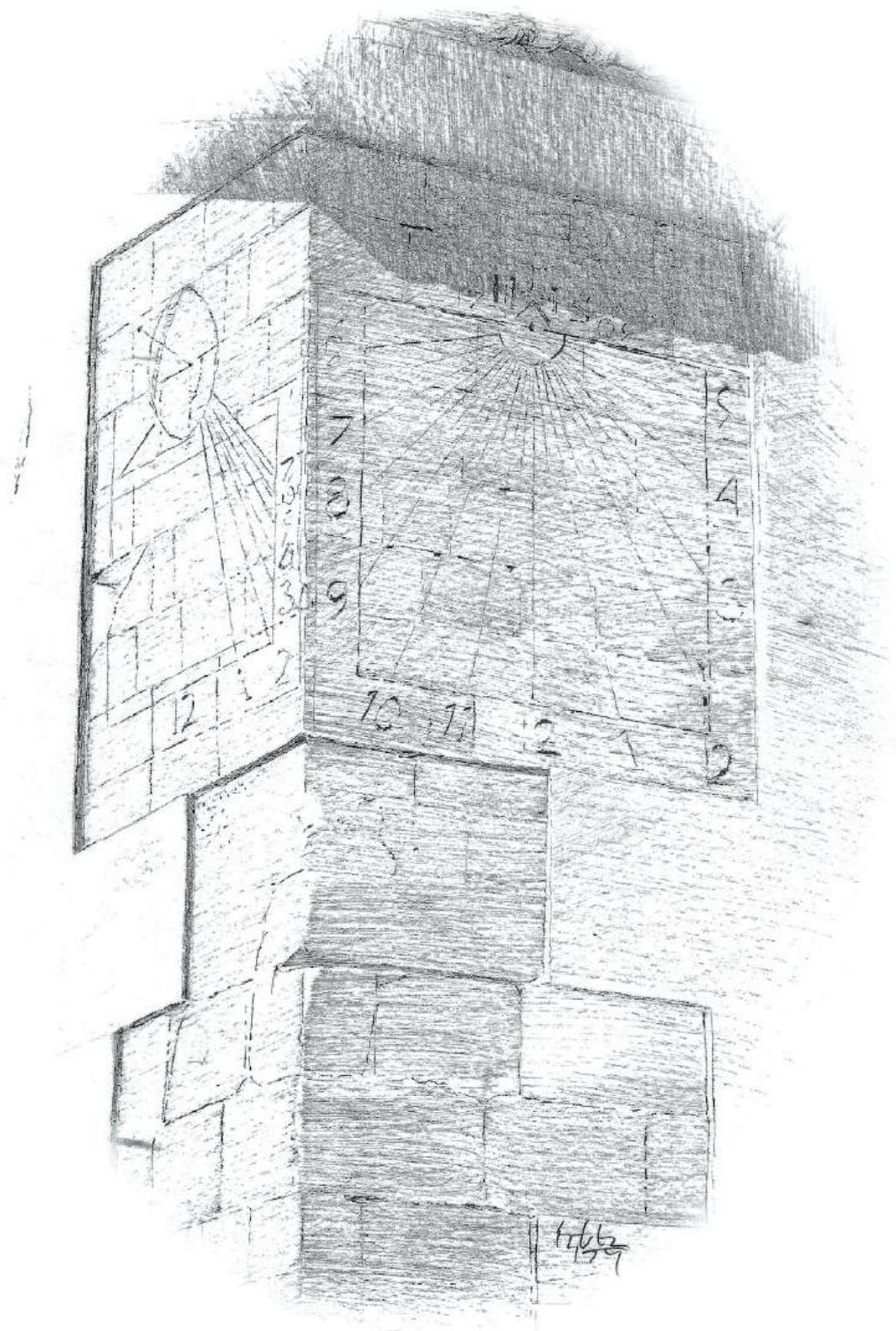


Photo de couverture : c'est probablement l'une des premières photos jamais prises de cadrans solaires. Elle date de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle et l'on n'a pu retrouver à ce jour, malgré des recherches effectuées par Didier Benoît, ni le nom de l'auteur de ce phototype, ni celui du gnomoniste... Elle représente un magnifique ensemble de cadrans solaires réalisés sur la façade Est de l'église Notre-Dame de Saint-Affrique (Aveyron). L'ensemble a été détruit lors de l'une des restaurations de l'édifice, entre 1904 et 1905.

Ci-dessus : dessin d'Esteban Martínez extrait de son dernier ouvrage « Cadrans solaires historiques - Trésors andalous oubliés » (<https://relojandalusi.org/relojes-de-sol-historicos/>)



## SOMMAIRE

- [4](#) Contents
- [5](#) Éditorial
- [6](#) Actualités
- [8](#) Le cadran cylindrique de hauteur de Georg Brentel - Henri Gagnaire et Paul Gagnaire
- [10](#) « L'unique » du frère Arsène, capucin à Annecy - Danièle Baverel
- [12](#) CadsolOnLine pour les nuls... - Jean-Luc Astre
- [14](#) Les antiques cadrans solaires de Sicile - Maria Luisa Tuscano
- [16](#) L'horloge solaire du lycée Stendhal de Grenoble - Catherine Becquaert
- [18](#) Les cadrans solaires de Lettonie - Martins Gills
- [20](#) Une fleur gnomonique - Yves Opizzo
- [22](#) Dans quelle direction se lève le Soleil ? - David Alberto
- [25](#) Au tour de DeepSeek... - Comité éditorial
- [26](#) Le cadran solaire de Kitchener - Pierre-Louis Cambefort
- [28](#) Un précurseur du smartphone ? - Ferdinando Roveda
- [30](#) Un cadran de hauteur particulier... - Roger Torrenti
- [32](#) Quelques cadrans équatoriaux de temps moyen - Yvon Massé
- [34](#) Jeux et énigmes
- [36](#) Solutions des jeux et énigmes
- [38](#) Voûte solaire - Claude Gahon
- [39](#) Crédits photos et illustrations

Ci-dessus : à l'abbaye Notre-Dame de Valsaintes (<https://www.valsaintes.org/>), à Simiane-la-Rotonde (Alpes-de-Haute-Provence), un « phénomène lumineux » attire croyants, curieux et... gnomonistes au solstice d'hiver. Le Soleil, traversant l'oculus de la façade sud, vient alors illuminer l'autel de l'abbaye. Et si vous voulez en profiter pour réviser vos connaissances sur les cadrans solaires à chambre obscure, relisez l'article<sup>1</sup> de Roger Torrenti paru dans le n°3 de ce magazine !

<sup>1</sup> [https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2022/04/mag-CSPT-n3-R\\_Torrenti.pdf](https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2022/04/mag-CSPT-n3-R_Torrenti.pdf)

# CONTENTS

- [5](#) **Editorial**
- [6](#) **News**
- [8](#) **Georg Brentel's cylindrical altitude-based sundial - Henri Gagnaire and Paul Gagnaire**  
*A sundial, simple to understand and realize (a cylinder and a pearl), designed over four centuries ago by a Swabian painter and gnomonist, Georg Brentel the Younger. As for the drawing of the hour-curves, the authors guide you step by step in understanding them.*
- [10](#) **"The Unique" by Brother Arsenius, Capuchin in Annecy - Danièle Baverel**  
*Danièle Baverel presents "The Unique" by Brother Arsenius, a monument that appeals to passersby and is also a reference for sundial enthusiasts. In what ways is it "unique"? Take closer look if you're passing by Lake Annecy...*
- [12](#) **CadsolOnLine for dummies... - Jean-Luc Astre**  
*Two years ago, we announced that Jean-Luc Astre's free and open-source Cadsol software was now available online and aimed at both amateurs and specialists. The magazine's editorial board asked the author to provide simple instructions for use, suitable for everyone!*
- [14](#) **The ancient sundials of Sicily - Maria Luisa Tuscano**  
*The portrait of Italian gnomonist Maria Luisa Tuscano was featured in issue 4 of this magazine. Today, she has agreed to share with us her knowledge of the ancient sundials of Sicily, an island that has been close to her heart since birth...*
- [16](#) **The "Sun Clock" at the Lycée Stendhal in Grenoble - Catherine Becquaert**  
*The "Sun Clock" at the Lycée Stendhal in Grenoble is a unique reflecting sundial. It was built in 1673 by the Jesuit Father Jean Bonfa. Catherine Becquaert invites us to learn more about this creation and, why not, consider visiting it!*
- [18](#) **The sundials of Latvia - Martins Gills**  
*Have sundials been built, and are they still being built, in northern parts of Europe, located near 60° N? Yes, particularly in Latvia, a Baltic country whose gnomonic heritage the author invites us to discover.*
- [20](#) **A gnomonic flower - Yves Opizzo**  
*A "classic" horizontal or vertical sundial, with hour lines and curves of the equation of time? What if we let our imaginations run wild and, with a little poetry, created a flower or a bed of petals? The author takes us on a journey to discover her original "gnomonic flower"...*
- [22](#) **In which direction does the Sun rise? - David Alberto**  
*"East!" or "Towards the East!" " you will answer this question. Yes, but depending on the latitude of the location in question and the time of year (i.e., the value of the Sun's declination), we can give a much more precise answer... The author invites us to do so.*
- [25](#) **DeepSeek's turn... - Editorial Board**  
*We have already invited you to measure the progress of AI, or more precisely, generative chatbots such as ChatGPT (OpenAI) or Le Chat (Mistral AI), on topics related to gnomonics and sundials. Today, it's the turn of DeepSeek, from the Chinese company of the same name...*
- [26](#) **Kitchener's sundial - Pierre-Louis Cambefort**  
*Are you familiar with the original and ingenious sundial created in 1875 by Lieutenant Horatio Kitchener of the Royal Engineers to adorn the garden of a house in Palestine? The author has created a model to better explain the details of its design.*
- [28](#) **A precursor to the smartphone? - Ferdinando Roveda**  
*Did you know that several centuries ago, some people could boast of having a precursor to the smartphone in their pocket? In fact, it was a very ingenious travel clock that the author invites us to discover...*
- [30](#) **A special altitude-based sundial... - Roger Torrenti**  
*After reviewing the fundamentals of designing an altitude-based sundial, the author returns to the Egyptian L-shaped sundial, which Ferdinando Roveda had explored in a previous article of this magazine, and invites us to draw inspiration from it to design an easy-to-make sundial...*
- [32](#) **Some equatorial mean time sundials - Yvon Massé**  
*Yvon Massé traces the history of equatorial mean time sundials, which allow the reading of solar time corrected by the equation of time. In the next issue, he will address the theoretical aspects of such sundials, of the "profiled gnomon" type...*
- [34](#) **Games and puzzles**
- [36](#) **Solutions to games and puzzles**
- [38](#) **Voûte solaire - Claude Gahon**

# ÉDITORIAL EDITORIAL

Nous sommes heureux de vous annoncer le lancement de notre « Concours Cadrons solaires pour tous 2025 » qui consistera, comme en 2023, en un concours photo.

Le règlement détaillé de ce concours peut être téléchargé ci-dessous<sup>1</sup>. Les candidatures sont à envoyer avant le 31 octobre !



We are very pleased to announce the launch of our "Sundials for All 2025 Competition" which, like in 2023, will consist of a photo contest.

The detailed rules for this competition can be downloaded below<sup>1</sup>. Applications must be submitted by October 31st!

<sup>1</sup> [https://www.cadrons-solaires.info/wp-content/uploads/2025/04/2025-CSPT\\_concours-contest-1.pdf](https://www.cadrons-solaires.info/wp-content/uploads/2025/04/2025-CSPT_concours-contest-1.pdf)

Nous vous proposons dans ce numéro, comme nous tentons de le faire pour chaque édition, un ensemble d'articles courts, variés et s'adressant à tous. Nous espérons que vous prendrez autant de plaisir à parcourir ce numéro que les auteurs et le comité éditorial en ont eu à le bâtir.

Par ailleurs, nous avons la chance et sommes heureux d'accueillir dans le Comité éditorial la gnomoniste italienne Maria Luisa Tuscano dont le portrait avait été dressé dans le n°4 de ce magazine.

In this issue, as we strive to do with every issue, we offer a collection of short, varied articles aimed at everyone.

We hope you enjoy reading this issue as much as the authors and the editorial board enjoyed putting it together.

We are also fortunate and pleased to welcome Italian gnomonist Maria Luisa (Marisa) Tuscano, whose profile was featured in issue 4 of this magazine, to the Editorial Board.

Roger Torrenti  
Responsable éditorial

Roger Torrenti  
Editorial manager

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

## COMITÉ ÉDITORIAL - EDITORIAL BOARD



David Alberto



Jean-Luc Astre



Pierre-Louis Cambefort



Henri Gagnaire



Claude Gahon



Alix Loiseleur  
des Longchamps



Yvon Massé



Yves Opizzo



Francis Reymann



Michèle Tillard



Marisa Tuscano



Roger Torrenti

# ACTUALITÉS



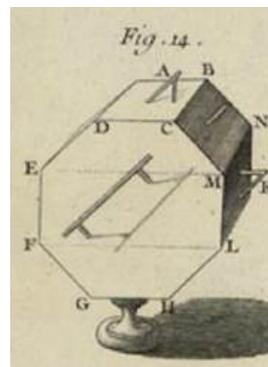
## LA PREMIÈRE ENCYCLOPÉDIE FRANÇAISE...

À la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle était éditée la première encyclopédie française, « l'Encyclopédie », sous la direction de Denis Diderot, afin de dresser l'état des sciences, des arts et des métiers, qui avaient beaucoup progressé depuis la fin du Moyen-Âge. On peut désormais consulter en ligne une « Édition Numérique Collaborative et CRitique de l'Encyclopédie » (ENCCRE) de l'Encyclopédie<sup>1</sup> et avoir accès notamment à un passionnant dossier élaboré par Denis Savoie<sup>2</sup> sur « La gnomonique dans l'Encyclopédie »<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> <https://enccre.academie-sciences.fr/encyclopedie>

<sup>2</sup> [https://fr.wikipedia.org/wiki/Denis\\_Savoie](https://fr.wikipedia.org/wiki/Denis_Savoie)

<sup>3</sup> <https://enccre.academie-sciences.fr/encyclopedie/export-dossier/D00-8898184d491d/>



## UNE BIEN INTÉRESSANTE ARCHITECTURE

Le bâtiment Sun Tower (Tour du Soleil) a été inauguré récemment à Yantai en Chine (37°32' N), face au golfe de Bohai, lieu où des civilisations anciennes se caractérisaient notamment par une adoration du Soleil. Il se présente sous la forme d'un cône asymétrique coupé selon les directions nord et est, la partie ouverte NE faisant face à l'océan.

L'arête (extérieure) nord de la partie ouverte du bâtiment est dans la direction du Soleil à midi, aux équinoxes, et constitue à ces dates le style d'un cadran solaire dont les heures sont marquées sur le sol par l'intersection d'anneaux elliptiques avec la ligne équinoxiale. Le sommet du cône tronqué est une surface perpendiculaire aux rayons du Soleil à midi au solstice d'été. À cette date, le Soleil se lève dans l'axe du théâtre de plein air, dans la direction de la légendaire île Shifu. Au solstice d'hiver, le tunnel d'entrée est dans l'alignement du Soleil couchant.

Une bien intéressante œuvre architecturale, faisant appel à la gnomonique, et une approche globale ancrant le bâtiment dans l'histoire lointaine du lieu et le reliant à l'environnement (le Soleil et la pluie) sans compter une conception « solaire passive » qui est à saluer.



## FUN' SCIENCE

La science est « fun » ! Le magazine Epsilon a publié un ouvrage <https://www.epsilon.com/les-livres/fun-science/> qui rassemble des faits amusants découverts ces dernières années par des scientifiques du monde entier. On y apprend notamment que 20 000 étoiles sont nées en même temps que notre Soleil et dans le même nuage, que les anneaux de Saturne sont en train de tomber, que les chevaux préfèrent dormir seuls, que les singes préfèrent les émissions de télé-réalité, etc. Un petit livre (144 pages) passionnant, facile à lire et au prix très abordable (6,90 €).





# ACTUALITÉS

## UNE CONFÉRENCE INTERNATIONALE

À l'occasion de la « Journée internationale des cadrans solaires » (World Sundial Day, WSD) initiée en 2024 par l'espagnol Esteban Martinez, divers évènements ont été organisés (voir <https://relojandalusi.org/>) à l'équinoxe de printemps.

Parmi ces évènements, une conférence en ligne, qui s'est tenue le 20 mars dernier, à l'initiative du letton Martins Gills. Une très intéressante conférence internationale (enfin !), dont les détails peuvent être retrouvés à l'adresse <https://tempus-sol.eu/wsd-online-conference/>, comptant jusqu'à 90 participants connectés et au cours de laquelle 15 conférenciers sont intervenus. Parmi ceux-ci, Roger Torrenti, qui s'est notamment efforcé de démontrer la pertinence d'éditer un magazine trimestriel consacré à la gnomonique et aux cadrans solaires...

L'ensemble des présentations a été mise en ligne sur la chaîne YouTube de la British Sundial Society <https://www.youtube.com/@the-bss/playlists>

## DANS LES PROFONDEURS D'UNE GARE...

La future gare Villejuif - Gustave Roussy du Grand Paris Express, conçue par l'architecte Dominique Perrault, et creusée à 48 mètres sous terre, comportera un « cadran solaire » né de l'imagination de l'artiste Ivàn Navarro souhaitant « connecter le monde du dessous et le monde du dessus ».

En fait, le plafond circulaire du niveau -9 sera équipé de 58 caissons lumineux, de profondeur apparemment infinie et gravés de noms d'étoiles, appelant les passagers en transit à une expérience poétique et visuelle entre le monde souterrain et le ciel... Pour plus de détails, voir le lien ci-dessous.

<https://www.artdugrandparis.fr/œuvres-en-gares/gare-villejuif-gustave-roussy-ivan-navarro-dominique-perrault>

## ÉPHÉMÉRIDES EN LIGNE

Vous travaillez à un nouveau projet de cadran solaire et ne savez plus où retrouver les éphémérides dont vous avez besoin (valeur de la déclinaison du Soleil, de l'équation du temps, etc.) ?

Pas de souci : vous pouvez utiliser le logiciel en ligne CadsolOnline (<https://cadsolonline.web-pages.fr/>) dont un mode d'emploi simplifié vous est donné p. 12-13. C'est gratuit et vous y trouverez des éphémérides précises : dans le menu qui apparaît lorsque vous créez un nouveau cadran solaire (« New sundial ») allez au sous-menu « Download sundial, ephemeris, 3d file... » et vous pourrez télécharger un fichier .csv complet pour l'année en cours ou celle de votre choix (menu en bas à gauche).



DATE	TIME EQUATION (s)	SUN DECLINATION (°)	RAISE ASCENSION (h:m)	SOLAR LONGITUDE (°)	UNIVERSAL TIME
01.1.2025	0 min 48 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	0 min 9 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	0 min 18 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	0 min 27 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	0 min 36 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	0 min 45 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	0 min 54 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	1 min 3 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	1 min 12 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	1 min 21 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	1 min 30 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	1 min 39 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	1 min 48 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	1 min 57 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	2 min 6 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	2 min 15 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	2 min 24 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	2 min 33 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	2 min 42 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	2 min 51 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	3 min 0 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	3 min 9 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	3 min 18 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	3 min 27 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	3 min 36 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	3 min 45 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	3 min 54 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	4 min 3 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	4 min 12 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	4 min 21 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	4 min 30 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	4 min 39 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	4 min 48 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	4 min 57 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000
01.1.2025	5 min 6 sec	23° 00' 00.000"	180° 00' 00.000"	00° 00' 00.000"	2400000

# LE CADRAN CYLINDRIQUE DE HAUTEUR DE GEORG BRENTEL

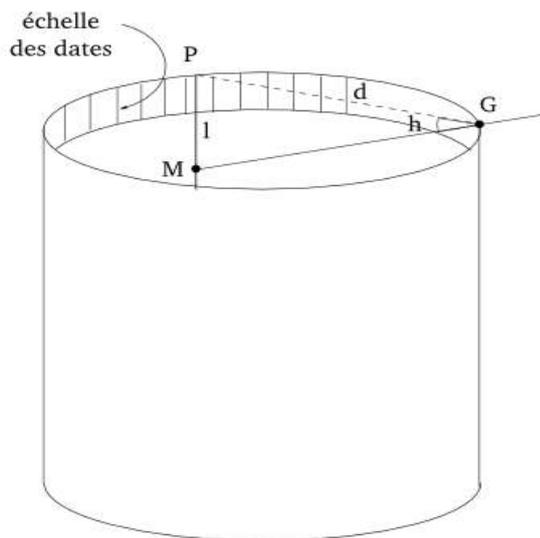
Henri Gagnaire et Paul Gagnaire

Ce cadran est simple à comprendre et à construire (un cylindre et une perle), et a été imaginé il y a plus de quatre siècles par un peintre et gnomoniste souabe, Georg Brentel le Jeune. Quant au tracé des courbes horaires, les auteurs vous accompagnent pas à pas dans leur compréhension.

## DESCRIPTION DU CADRAN

Ce cadran (le *cylinder solaris concavus* imaginé par Georg Brentel en 1615) est constitué d'un cylindre vertical de section circulaire limité par deux plans horizontaux. L'un d'entre eux sert de base au cylindre.

Une petite perle G, posée sur le bord supérieur horizontal du cylindre, est l'objet « porte ombre ». Son ombre est projetée sur la surface intérieure concave du cylindre. Elle donne l'heure grâce à un réseau de courbes tracées sur un papier enroulé à l'intérieur du cylindre.



Le long du bord supérieur du papier (axe horizontal) est tracée « l'échelle des dates ». Celle-ci peut être choisie de manière arbitraire. Ainsi, à chaque génératrice du cylindre (axe vertical sur le papier) correspond une date (ou une déclinaison du Soleil).

Le cadran doit être orienté vers le Soleil de telle manière que l'ombre de la perle tombe sur la génératrice intérieure du cylindre correspondant à la date de la mesure.

La position de l'ombre M de la perle G sur la génératrice du cylindre est mesurée par la longueur  $l = PM$  donnée par la relation 1 suivante :

$$l = d \tan h$$

où d est la distance GP entre la perle et la génératrice du cylindre.

Or, la hauteur h du Soleil dépend, pour une latitude  $\varphi$  donnée, de la déclinaison  $\delta$  du Soleil et de l'heure solaire H. Elle est donnée par la relation 2 suivante :

$$\sin h = \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos H + \sin \varphi \cdot \sin \delta$$

Il sera donc facile de tracer des marques horaires tout au long de la génératrice du cylindre correspondant à une date donnée.

## CHOIX DE L'ÉCHELLE DES DATES

L'année peut être divisée en 36 décans. Les dates retenues sont celles indiquées dans le tableau ci-dessous.

À une déclinaison du Soleil, correspondent deux dates. On peut donc « replier » l'échelle des dates qui ne contient ainsi que 18 cases.

Ces 18 cases ne peuvent pas occuper toute la périphérie du cylindre. En effet, la distance d ne doit pas être trop faible et en aucun cas être nulle.

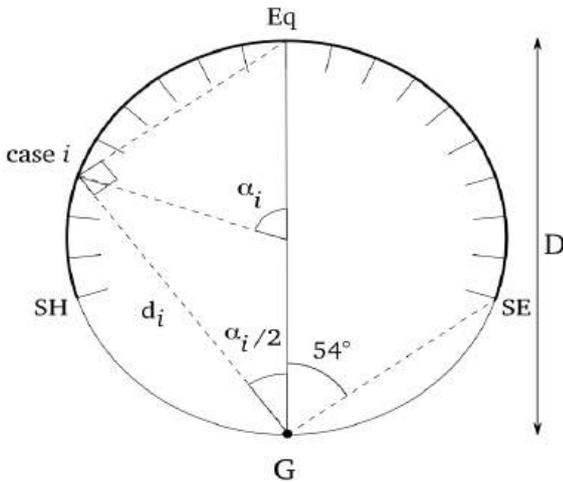
On peut choisir arbitrairement la longueur de l'échelle des dates. Celle-ci peut ne représenter que 60% de la périphérie totale du cylindre soit un angle au centre de  $216^\circ$ . Chacune des 18 cases de l'échelle n'occupe alors qu'un secteur angulaire égal à  $12^\circ$ .

La case centrale, correspondant aux dates voisines des équinoxes, est placée de façon à être diamétralement opposée à la perle.

Dates	Déclinaisons (° décimaux)	Déclinaisons moyennes (°)
21 déc	-23,43	-23,43
01 janv – 11 déc	-22,98 / -23,02	-23,00
11 janv – 01 déc	-21,78 / -21,85	-21,82
21 janv – 21 nov	-19,88 / -20	-19,94
01 fév – 11 nov	-17,07 / -17,52	-17,30
11 fév – 01 nov	-13,98 / -14,55	-14,27
21 fév – 21 oct	-10,52 / -10,83	-10,67
01 mars – 11 oct	-7,43 / -7,17	-7,30
11 mars – 01 oct	-3,57 / -3,33	-3,45
21 mars – 21 sept	0,38 / 0,55	0,46
01 avril – 11 sept	4,68 / 4,42	4,55
11 avril – 01 sept	8,45 / 8,13	8,29
21 avril – 21 août	11,98 / 11,98	11,98
01 mai – 11 août	15,20 / 15,15	15,17
11 mai – 01 août	17,98 / 17,92	17,95
21 mai – 21 juillet	20,27 / 20,38	20,32
01 juin – 11 juil	22,10 / 22,05	22,07
11 juin – 01 juil	23,10 / 23,08	23,09
21 juin	23,43	23,43

La figure ci-dessous montre une vue de dessus du cylindre. À la case numérotée  $i$ , correspond une déclinaison  $\delta_i$  et une distance  $d_i$  à la perle égale à (relation 3):

$$d_i = D \cdot \cos(\alpha_i / 2)$$

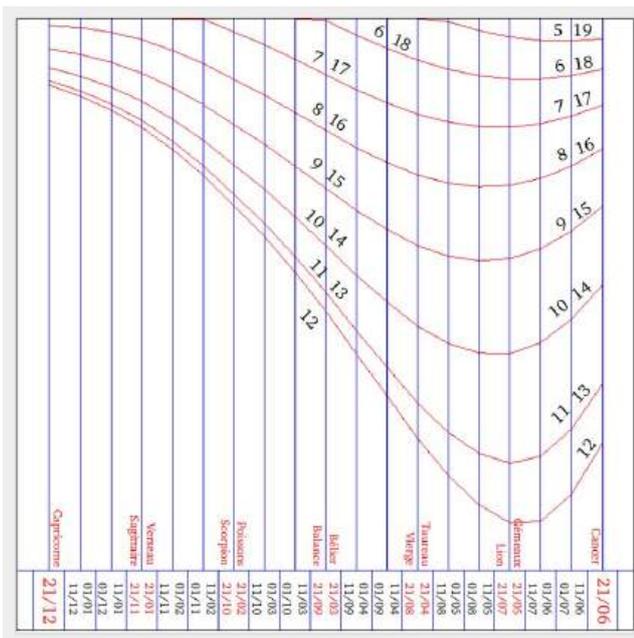


#### CALCUL DU RÉSEAU DE COURBES

Pour chaque déclinaison  $\delta_i$ , on doit calculer :

- la valeur de  $x_i = D \cdot \alpha_i / 2$  de chaque case sur le développé (déterminée par le choix de l'échelle des dates),
- la valeur de  $d_i$  à l'aide de la relation 3,
- les hauteurs  $h_{ij}$  correspondant aux différentes heures  $H_{ij}$  où le Soleil est au-dessus de l'horizon à l'aide de la relation 2,
- les différentes longueurs  $l_{ij}$  correspondant aux différentes heures à l'aide de la relation 1.

On obtient ainsi le diagramme montré sur la figure ci-dessous.



On constate que l'ombre pénètre au maximum dans le cylindre pour midi solaire mais pas au solstice d'été. Ce résultat peut paraître surprenant mais s'explique très facilement.

En effet, la distance entre la perle et la paroi du cylindre varie avec la déclinaison. La hauteur du Soleil à midi est moindre au 21/05 ou au 21/07 ( $h = 65^\circ$  et  $\tan h = 2,14$ ) que lors du solstice d'été ( $h = 68^\circ$  et  $\tan h = 2,47$ ) mais la distance entre la perle et la paroi est plus importante pour ces deux dates ( $d = D \cdot \cos 36^\circ = 0,81 D$ ) que pour le solstice d'été (où d'ailleurs elle est la plus faible de toutes ( $d = D \cdot \cos 54^\circ = 0,59 D$ )).

Ci-dessous le prototype réalisé pour lequel on a découpé une fenêtre dans le cylindre pour une meilleure lecture. Cette fenêtre a permis de placer l'échelle des dates au bas du diagramme.



Cet article est une synthèse, préparée pour ce magazine, d'articles plus approfondis déjà parus, notamment dans le n°36 de *Cadran-Info*, qui peut être téléchargé depuis <https://ccs.saf-astronomie.fr/cadran-info/>

Professeur de physique à l'université de Saint-Étienne, Henri Gagnaire [henrigagnaire@gmail.com](mailto:henrigagnaire@gmail.com) n'a découvert et ne s'est passionné pour la gnomonique qu'après sa retraite.

Paul Gagnaire, lui, est l'un des plus éminents gnomonistes français, auteur de très nombreuses publications notamment dans la revue *Cadran Info* (<https://ccs.saf-astronomie.fr/cadran-info/>).

# « L'UNIQUE » DU FRÈRE ARSÈNE, CAPUCIN À ANNECY

Danièle Baverel

Danièle Baverel nous présente « L'unique du frère Arsène », un monument qui interpelle les passants et est en même temps une référence pour les amateurs de cadrans solaires<sup>1</sup>. En quoi est-il « unique » ? À voir de plus près si vous passez près du lac d'Annecy...



« L'unique » du frère Arsène est unique par :

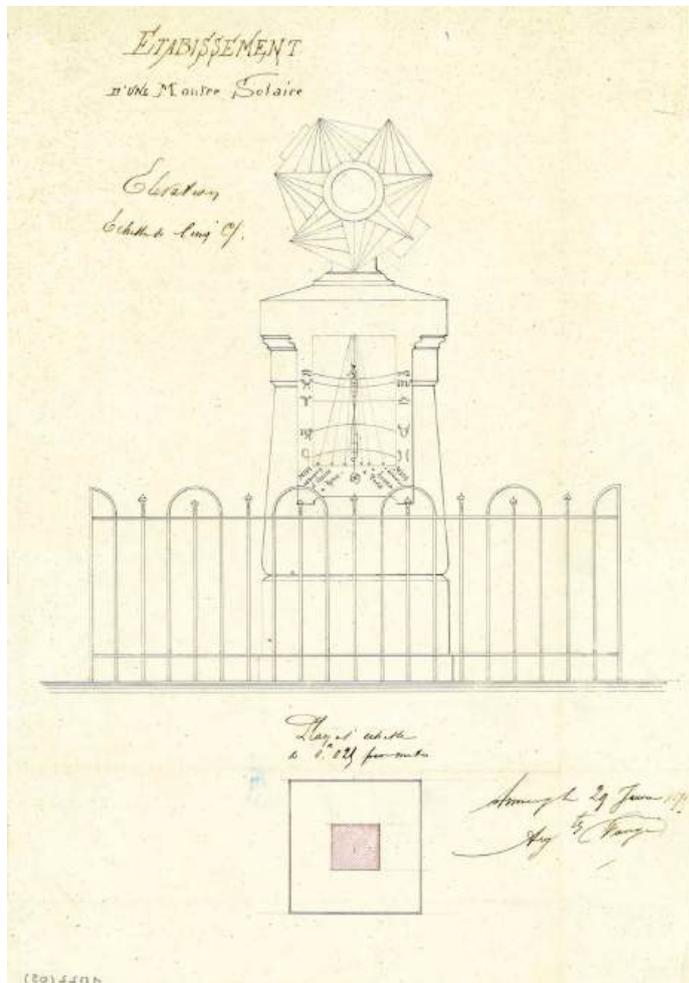
- sa situation au bord du lac, face à l'île des cygnes, lieu de promenade préféré des Annéciens et des touristes. On ne peut le manquer !
- sa forme : posé sur un piédestal imposant (trop...) il est formé non pas d'un mais de dix-sept cadrans répartis sur une étoile à sept branches et son petit socle.

« Le gnomon », comme l'appellent les Annéciens, est en effet constitué d'une étoile comportant 3 cadrans équatoriaux (un grand, supérieur, et deux petits, inférieurs), posés sur un socle (cube tronqué) dont les 4 côtés, orientés suivant les 4 points cardinaux, sont munis de cadrans verticaux et enfin dix polaires sur les tranches de l'étoile et un grand méridional (une méridienne) sur le piédestal.

- par sa date de réalisation, 1874. N'est-il pas trop tardif sachant que l'âge d'or des cadrans solaires est le XVII<sup>e</sup> et le XVIII<sup>e</sup> siècle ?
- par sa devise, une sentence que nous adresse le Soleil, presque semblable à un haïku :

*Tel qu'un lion de sang avide,  
Se précipitant sur tes pas,  
La mort suit ma course rapide,  
Avec l'arrêt de ton trépas.*

Le dessin ci-après incite à s'attarder plus particulièrement sur les dix cadrans polaires des faces latérales de l'étoile et sur la méridienne du piédestal.



La méridienne indique les heures de midi dans différentes villes : Saint Pétersbourg, Vienne, Rome, Paris, Londres et Lisbonne.

On retrouve cette caractéristique sur les autres cadrans réalisés par le frère Arsène à Rumilly, Sallanches, Samoens et Hautecombe.

L'explication de la construction des cadrans polaires provient de deux livres qu'il possédait dont le « Traité d'horlogiographie » de Bullant de 1564.

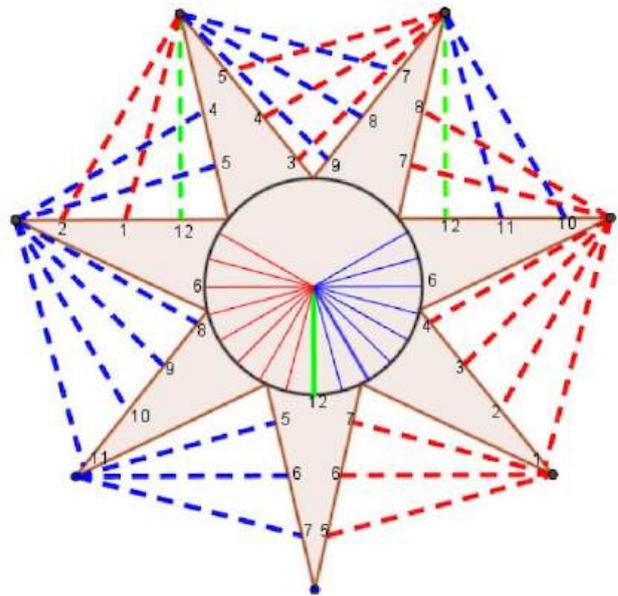
Aucun calcul n'est nécessaire. Une étoile à 7 branches est celle qui couvre le mieux toutes les heures de la journée.

<sup>1</sup> Voir notamment l'étude qui lui a été consacrée par H. Bencker en 1923, « Le gnomon d'Annecy », que l'on peut télécharger depuis le site *Tourisme Annecy* <https://www.tourisme-annecy.net/gnomon-annecy.html>

Il est très simple de construire les lignes en utilisant le cadran équatorial : on place le centre d'un cadran équatorial en chacune des extrémités de l'étoile. Les lignes coupent les tranches en un point sur lequel on reporte l'heure correspondante. Les lignes horaires sont alors les segments parallèles à l'axe du monde passant par ces points. Les lignes vertes sont celles de midi, les bleues celles du matin et les rouges, celles de l'après-midi.

On peut ainsi lire l'heure sur deux tranches en même temps et ainsi vérifier que l'étoile est bien orientée. Si les autres cadrans avaient leurs styles, sur combien de cadrans à la fois on pourrait-on lire l'heure ?

Malheureusement ce magnifique bloc gnomonique subit les outrages du temps et des rénovations hasardeuses. La recherche de toutes les anomalies est un jeu très instructif !



Danièle Baverel [bavereld@yahoo.fr](mailto:bavereld@yahoo.fr), professeure de mathématiques, a aimé partager son intérêt pour les cadrans solaires avec ses élèves, notamment lors de voyages scolaires, et a présenté celui d'Annecy aux *Journées du patrimoine* et pour des associations.

*Nous avons annoncé, il y a déjà 2 ans, que le logiciel libre et gratuit Cadsol de Jean-Luc Astre était désormais disponible en ligne et s'adressait aux amateurs et aux spécialistes. Le comité éditorial du magazine a demandé à l'auteur d'en faire une présentation simple, s'adressant à tous !*

On m'a donc suggéré d'écrire un article à l'intention des débutants en gnomonique, ou des érudits intéressés par l'histoire des sciences mais peu au fait des tendances actuelles de l'infographie.

Donc, bien entendu, l'expression « pour les nuls » n'est pas à prendre au pied de la lettre : c'est une allusion à une publication bien connue dont l'intérêt pédagogique n'est plus à prouver.

CadsolOnLine permet de réaliser des cadrans très compliqués, mais on peut aussi faire des choses simples et classiques.

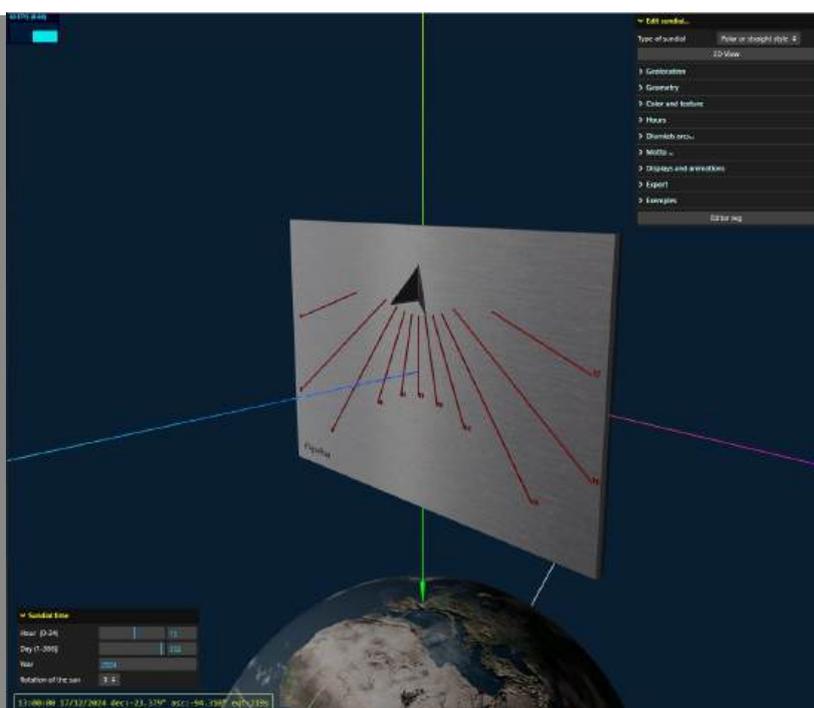
« On Line » signifie que le logiciel est en ligne sur le web. Pour l'utiliser, il suffit d'ouvrir votre navigateur habituel (Chrome est cependant conseillé) à l'adresse <https://cadsol.fr> ou de chercher **CADSOL SUR GOOGLE** (ou tout autre moteur de recherche), CadsolOnLine sort généralement en premier, bien que non sponsorisé, bien entendu...

Il faut ensuite **CLIQUER SUR LE CADRAN DE LA PAGE D'ACCUEIL DU SITE**, puis sur **NOUVEAU CADRAN**. Par défaut, le logiciel est en anglais, mais les navigateurs peuvent traduire les menus dans n'importe quelle langue. Choisir le français, ou le japonais si ça vous amuse...

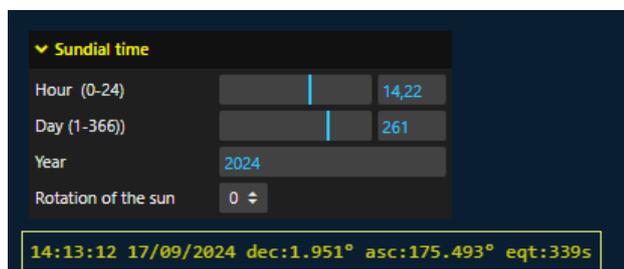
Vous devez obtenir l'écran ci-dessous. Téléphones déconseillés (écran trop petit) : utilisez un ordinateur, portable ou pas, et une souris. Plus l'écran est grand (et cher...), mieux c'est !

- Par défaut, vous avez obtenu la représentation en perspective d'un cadran donnant l'heure solaire, vertical, plein sud, situé à l'emplacement indiqué par la flèche verte sur la sphère terrestre. L'ombre du style triangulaire est sur 13 h.
- Le tracé des heures solaires dépend de la latitude. Vous devez donc utiliser le sous-menu **GÉOLOCALISATION** du menu de droite pour préciser la latitude de votre cadran (en degrés décimaux). Ou, plus simplement, donnez une adresse ou un nom de ville ou de commune et cliquez sur le bouton : **RECHERCHE PAR ADRESSE**.
- Pour choisir les dimensions du cadran, la position, la forme et la hauteur du style utiliser le sous-menu : **GÉOMÉTRIE**
- Pour voir et imprimer un plan du cadran, cliquer sur le bouton : **VUE 2D**

La rubrique **FAQ** du site vous donnera d'autres indications indispensables.



Le menu en bas à gauche permet de modifier l'**HEURE** (décimale) et le **JOUR** de l'année (de 1 à 365). Vous pouvez **FAIRE TOURNER LE SOLEIL** et observer le déplacement de l'ombre sur le cadran.



Les curseurs permettent deux types de déplacement : rapide (horizontalement) et lent (verticalement) suivant l'endroit où vous cliquez (sur le curseur ou le nombre).

Plus facile à faire qu'à expliquer, essayez !

Dans le menu **GÉOLOCALISATION**, faites varier la **LATITUDE** du lieu. Placez le cadran au pôle Nord ou au pôle Sud (latitude  $90^\circ$  ou  $-90^\circ$ ), vérifiez que le style polaire est toujours parallèle à l'axe de rotation de la Terre (en blanc sur l'écran). Vérifiez que dans l'hémisphère sud un cadran vertical utilisable doit être orienté vers le nord, pour cela choisissez une **DÉCLINAISON** de  $180^\circ$  (ou  $-180^\circ$ ) dans le sous-menu **ORIENTATION** du menu **GÉOMÉTRIE**.

Placez le cadran sur l'équateur (latitude  $0^\circ$ ), et constatez qu'un cadran vertical ne peut donner l'heure que la moitié de l'année (en faisant varier le **JOUR** dans le petit menu de gauche).

Si vous désirez un cadran horizontal, passez dans le menu : **GÉOMÉTRIE**, puis le sous-menu : **ORIENTATION** et mettez l'**INCLINAISON À  $0^\circ$** .

Constatez qu'un cadran horizontal placé sur l'équateur donne l'heure toute l'année.

D'une façon générale il faut **ESSAYER TOUS LES MENUS ET SOUS-MENUS**.

Cliquez pour activer les commandes. L'effet est le plus souvent immédiat sur la représentation **3D**.

Si vous êtes perdu, vous pouvez toujours fermer votre navigateur et recommencer à zéro. Aucun risque. L'ordinateur ne va pas vous exploser à la figure...

Une **AIDE** (en jaune) apparaît parfois en haut de l'écran quand vous survolez une commande, prendre le temps de lire les menus et les indications affichées...

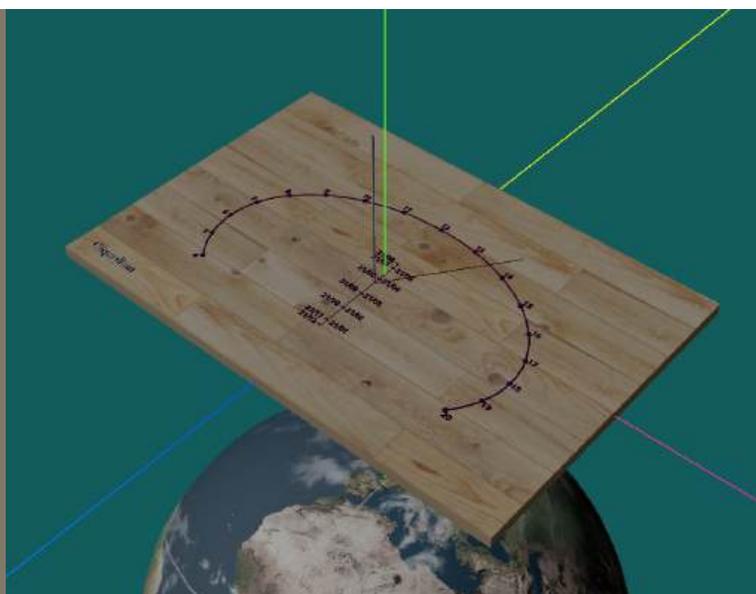
Si vous voulez un autre type de cadran, un cadran analemmatique par exemple, utilisez la rubrique **TYPE DE CADRAN SOLAIRE** (en haut du menu droit) et cliquez sur **CADRAN ANALEMMATIQUE** dans la liste déroulante obtenue. Le style doit être déplacé, en fonction de la **DATE**. Pour cela, utilisez le menu en bas à gauche.

Pour changer un peu, j'ai choisi un papier peint vert dans le menu **AFFICHAGE ET ANIMATIONS** et la texture bois dans le menu **COULEURS ET TEXTURE**.

Essayez toutes les commandes du menu **AFFICHAGES ET ANIMATIONS** (en particulier **VOIE LACTÉE**, très joli...)

Voyez ensuite les **EXEMPLES**, une nouvelle fenêtre du navigateur s'ouvrant à chaque fois que vous choisissez un exemple particulier.

Vous trouverez sur le site [cadsol.fr](https://cadsol.fr) les **DÉMONSTRATIONS (EN VIDÉO)** de tous ces exercices.



Jean-Luc Astre [jeanluc.astre@gmail.com](mailto:jeanluc.astre@gmail.com) a été un professeur de mathématiques (en lycée) s'intéressant à beaucoup d'autres choses : astronomie, informatique, biologie moléculaire... Il a commencé le codage de Cadsol <https://cadsol.fr> dans les années 90.

# LES ANTIQUES CADRANS SOLAIRES DE SICILE

Maria Luisa Tuscano

*Le portrait de la gnomoniste italienne Maria Luisa Tuscano a été dressé dans le numéro 4 de ce magazine. Elle a accepté aujourd'hui de partager avec nous ses connaissances sur les anciens cadrans de Sicile, une île qui lui tient à cœur depuis sa naissance...*

La position particulière de la Sicile dans le bassin méditerranéen a favorisé l'émergence de flux culturels avec les anciennes traditions grecques, arabes et moyen-orientales, dont elle a assimilé les valeurs au cours des différentes phases de sa colonisation.

La vision cosmologique des cultures antiques s'est donc développée dans ce contexte, notamment en ce qui concerne la perception du temps et de sa mesure.

Il est donc naturel que certaines méthodes anciennes pour concevoir et construire des cadrans solaires, mentionnées par Vitruve dans le chapitre IX de son livre *De architectura*, se retrouvent dans les découvertes archéologiques des collections siciliennes.

Les cadrans solaires, retrouvés lors de fouilles archéologiques en Sicile, peuvent être rattachés à trois types de la liste de Vitruve : l'*hemispherium*, l'*hemicyclium* et le *conus*. Leur invention est attribuée respectivement à Aristarque de Samos (310 env. - 250 av. J.-C.), à Bérosee (IV<sup>e</sup> - III<sup>e</sup> siècle av. J.-C.) et à Dionysodore (I<sup>er</sup> siècle env. av. J.-C.).

Il s'agit d'instruments réalisés à partir d'un bloc de pierre avec une concavité, en forme de demi-sphère (scaphé) ou conique, représentant la sphère céleste à l'envers.

Le gnomon était un index en métal, placé de manière à ce que son extrémité puisse coïncider avec le centre de la sphère.

Les musées de Palerme, Syracuse, Messine (Caronia), Aidone (Morgantina), Agrigente et Centuripe conservent des vestiges de ce type de cadran, couvrant une période allant du IV<sup>e</sup> siècle av. J.-C. au IV<sup>e</sup> siècle après J.-C.

La transcription par Athénée d'un des écrits de Moschion nous apprend que dans le somptueux navire *Siracusia*, commandé par Hiéron, il y avait un cadran solaire près de la bibliothèque, semblable à celui qui existait déjà à Syracuse dans le quartier d'Acradina.

Même parmi les cadrans solaires miniatures exposés au musée Paolo Orsi de Syracuse, au moins un est daté du IV<sup>e</sup> siècle avant J.-C., ce qui

confirme l'existence d'instruments gnomoniques en Sicile avant le transfert du cadran de Catane à Rome par Valerius Messalla à la fin de la première guerre punique.

Bien que moins ancien, le cadran de Tyndaris, exposé dans la collection du musée archéologique Antonino Salinas de Palerme et daté du I<sup>er</sup> siècle après J.-C., constitue une pièce très rare, peut-être unique en son genre, car il est constitué d'un bloc de pierre (54 cm X 49 cm X 28 cm) avec quatre scaphés, deux coniques et deux hémisphériques, encore en excellent état, en notant, toutefois, l'absence des gnomons.



*Cadran de Tyndaris - Musée Antonino Salinas à Palerme*

La pièce archéologique du musée de Tenos, réalisée à partir d'un bloc de pierre par l'astronome et ingénieur macédonien Andronicus de Cyrrhus, concepteur de la Tour des Vents à Athènes, est également équipée de quatre cadrans solaires, dont seulement deux sont des scaphés et deux sont dessinés sur des surfaces planes.

J'ai décrit la découverte de Tyndaris (aujourd'hui Tindari) dans mon récent livre *Urania Panormita*<sup>1</sup>, en me référant également à

<sup>1</sup> Maria Luisa Tuscano-Urania Panormita. *Storie di cielo in città-Aracne-Collana Ricerca e documentazione*, Fondazione Aldo Della Rocca-2023

des études antérieures et j'ai eu l'occasion d'en parler récemment lors d'une réunion publique au musée Salinas.

Malheureusement, nous ne disposons pas de pièces relatives aux deux cadrans solaires que Vitruve attribue à deux Siciliens : le syracusain Scopas (I<sup>er</sup> siècle av. J.-C.), inventeur du *plinthium sive lacunar*, et le palermitain Andreas (III<sup>e</sup> siècle av. J.-C.), inventeur du *pros pan clima*.

Un grand débat s'est engagé sur les caractéristiques de ces deux cadrans solaires.

Pour le premier, les historiens siciliens du XIX<sup>e</sup> siècle identifient son modèle à celui du polyèdre réalisé à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle dans la fontaine centrale de la Villa Giulia à Palerme.

Si c'est le cas, il est possible qu'il ait été sculpté à l'origine dans un stylobate (soubassement) dont la face supérieure comportait une niche basse destinée à accueillir la base d'une colonne.

Pour le *pros pan clima*, il y a diverses possibilités : le cadran équatorial et le cadran polaire qui fonctionnent tous les deux à différentes latitudes en changeant l'inclinaison du cadre. Il existe également des cadrans solaires portables. Datant des premiers siècles de notre ère, ils permettent de mesurer la hauteur du soleil et certains fonctionnent à différentes latitudes, comme en attestent des études approfondies sur le sujet.

Scopas et Andreas étaient en communication avec des mathématiciens égyptiens, notamment Andreas, herpétologue, qui a rencontré

Ératosthène lors de ses séjours en Égypte pour étudier le venin des reptiles

Par souci de vérité, le cadran solaire pour toutes les latitudes est également attribué par Vitruve à l'Égyptien Théodose (II<sup>e</sup> siècle av. J.-C.), auteur d'un traité sur la sphère, dont il fut peut-être aussi l'inventeur sans connaître celui d'Andreas.

Dans la crypte de la cathédrale de Palerme, qui abrite plusieurs sarcophages romains, se trouve un autre cadran solaire de la liste de Vitruve : le *pelecinum*. Ce cadran en forme de bivalve est visible sur le sarcophage (photo ci-dessous) sur lequel sont représentés en haut-relief deux époux, Apollon et les neuf Muses. À côté d'Uranie tenant la sphère céleste se trouve Melpomène et en-dessous ce rare cadran solaire que l'on trouve fréquemment sur les urnes funéraires.

Sa forme est assimilée à celle d'une hache, mais dans mon livre déjà cité j'ai proposé une autre interprétation en reconnaissant plutôt les caractéristiques d'un papillon. Pour les anciens, la métamorphose du papillon était l'expression de la renaissance et donc de l'éternité, une symbolique qui me semble cohérente avec le culte des morts et qui motiverait la présence de ce symbole sur les sarcophages.

Maria Luisa Tuscano [mltuscano@gmail.com](mailto:mltuscano@gmail.com) est née à Palerme où elle a enseigné les sciences naturelles à l'Institut Supérieur Ettore Majorana et s'est installée à Turin depuis quelques années. Depuis 1988, elle s'intéresse à la gnomonique, conduisant de nombreuses études, préparant le projet de cadrans solaires, et publiant des ouvrages. Associée à l'INAF - OAPa, elle continue à partager ses connaissances par le biais d'articles et de conférences.



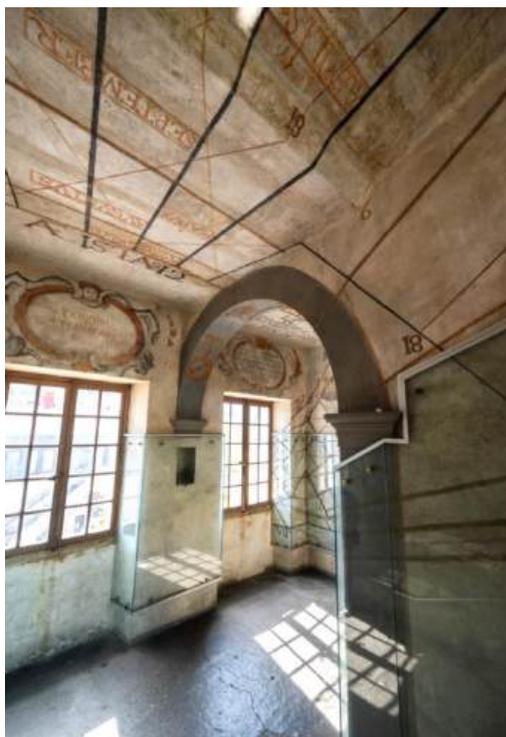
Sarcophage dans la crypte de la Cathédrale de Palerme avec le *pelecinum*

# L'HORLOGE SOLAIRE DU LYCÉE STENDHAL DE GRENOBLE

Catherine Becquaert

*L'Horloge solaire du lycée Stendhal de Grenoble est un cadran solaire à réflexion unique au monde. Elle fut réalisée en 1673 par le père jésuite Jean Bonfa. Catherine Becquaert nous invite ici à mieux connaître cette réalisation et pourquoi pas, envisager de la visiter !*

Cette œuvre impressionnante couvre 100 m<sup>2</sup> de murs et plafonds entre le premier et le second étage de l'escalier principal du lycée. Elle a fait l'objet de plusieurs restaurations dont la dernière, dans les années 1990, a permis de retrouver la fraîcheur de la fresque initiale.

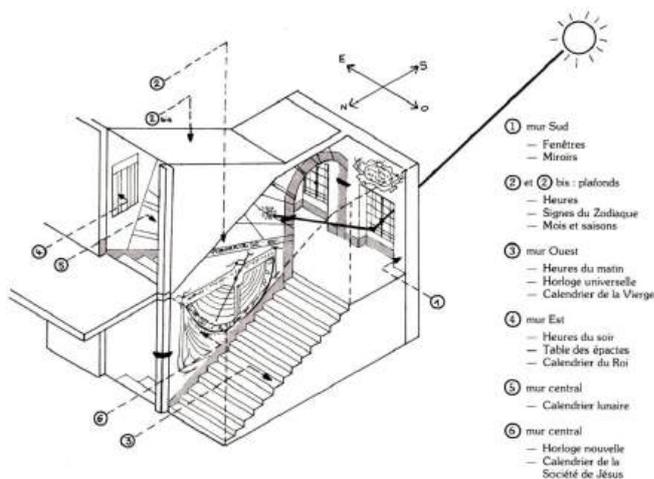


LA CRÉATION DE L'HORLOGE SOLAIRE

Jean Bonfa, né à Nîmes en 1638, enseigna en Avignon la théologie et les mathématiques. Dans ce collège, il avait pu admirer le cadran solaire à réflexion peint par le père Kircher (1602-1680) et dont il ne reste que quelques traces dans l'actuelle bibliothèque Ceccano d'Avignon.

Il publia de nombreuses observations astronomiques en liaison avec le célèbre astronome Cassini. On lui doit aussi un traité sur les cadrans solaires mais hélas aucun écrit sur celui de Grenoble. Il mourut en Avignon en 1724.

À son arrivée au collège des Jésuites de Grenoble en 1672, il traça en seulement une année des lignes horaires et décora l'escalier pour nous laisser cet exceptionnel cadran solaire (appelé horloge solaire à cette époque).



## FONCTIONNEMENT DE L'HORLOGE SOLAIRE

Cette horloge solaire est un cadran solaire à réflexion : un petit miroir, fixé sur l'appui de chacune des deux fenêtres de la façade sud, réfléchit le rayon du Soleil qui vient faire une tache lumineuse sur un mur ou sur le plafond.



Au fil des heures cette tache se déplace et passe sur les différentes lignes tracées. On peut ainsi lire l'heure solaire - parfois à quelques secondes près - L'heure est indiquée au bout des lignes noires épaisses. Les lignes plus fines indiquent une demi-heure.

La correction pour avoir l'heure de nos montres se calcule suivant le principe valable pour tous les cadrans solaires : ajouter 1 h en hiver, 2 h en été, tenir compte du décalage de longitude avec Greenwich et ajouter la correction donnée par l'équation du temps.



*Ci-dessus la tache lumineuse reflétée par le miroir de la fenêtre côté est vient de passer la ligne de 1 h et indique 1 h 10 environ. Les heures 2 et 3 sont marquées au bout des épaisses lignes noires suivantes.*

La tache lumineuse permet aussi de connaître le nombre d'heures écoulées depuis le lever du Soleil (lignes jaunes) ou le coucher du Soleil de la veille (lignes rouges), ainsi que le jour (approximativement), le mois, la saison, le signe du zodiaque (lignes rouges et vertes) et, pour certaines époques de l'année, l'heure du lever, du coucher du Soleil, du commencement de l'aurore et de la fin du crépuscule (lignes en pointillés). L'entrée dans une maison céleste (découpage du ciel qui ne sert que pour l'astrologie) est indiquée par une fine ligne noire horizontale.



L'Horloge universelle qui donnait l'heure dans différentes parties du monde



Un Calendrier lunaire qui, associé à une table des épactes, permet de calculer l'âge de la Lune

Vers midi les deux miroirs reflètent chacun une tache lumineuse sur les plafonds - en donnant la même heure (visible ci-dessous à 1 h).



Sur le cartouche de gauche on peut lire la devise du cadran (Pour le temps présent et l'éternité). Le cartouche de droite explique le fonctionnement du cadran.

Plusieurs tables, illustrées colonne suivante, sont en outre peintes sur les murs.



L'Horloge nouvelle qui détermine la position de la Lune en fonction de celle du Soleil et réciproquement

D'autres tables enfin ne sont pas illustrées ici : le Calendrier de Marie (la tache lumineuse passe le matin à leur date sur les fêtes de la Vierge) et le Calendrier du Roi (qui relate des événements importants du règne de Louis XIV).

Catherine Becquaert, professeure agrégée de mathématiques ancienne enseignante au lycée Stendhal, a réalisé une brochure explicative (28 pages, format A5) présentant en détail le fonctionnement de l'Horloge. On peut se la procurer par HelloAsso<sup>1</sup> ou en envoyant un mail à [horloge.solaire.stendhal@gmail.com](mailto:horloge.solaire.stendhal@gmail.com) ou à Grenoble à la librairie Arthaud ou encore à l'Office du tourisme qui propose aussi des visites périodiques.

<sup>1</sup> <https://www.helloasso.com/associations/horloge-solaire-du-lycee-stendhal>

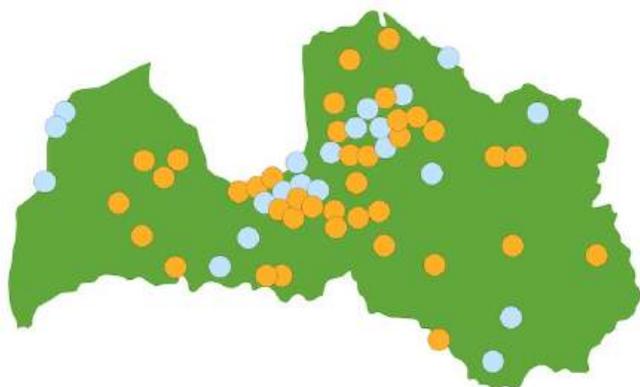
# LES CADRANS SOLAIRES DE LETTONIE

Martins Gills

*A-t-on réalisé et réalise-t-on encore des cadrans solaires dans des zones septentrionales de l'Europe, situées à près de 60° N ? Oui, en particulier en Lettonie, pays balte dont l'auteur nous invite ici à découvrir le patrimoine gnomonique.*

Il est possible que seuls quelques lecteurs de ce magazine soient allés en Lettonie et y aient vu des cadrans solaires. La Lettonie est l'un des trois États baltes situés entre l'Estonie au nord et la Lituanie au sud. La majeure partie du territoire correspond à la zone comprise entre 56°-58° N et 21°-28° E. La situation géographique crée une situation typique de l'Europe du Nord - une grande partie de l'année est nuageuse et pendant la période hivernale, les jours sont courts et le Soleil est très bas au-dessus de l'horizon.

Néanmoins, il existe 60 cadrans solaires accessibles au public en Lettonie. Il vous faudrait au moins 3 jours complets pour les visiter tous. Comme la plupart d'entre eux se trouvent en dehors de la capitale Riga, soyez prêt à visiter plusieurs petites municipalités !



On estime généralement que les cadrans solaires comme instruments de mesure du temps sont apparus sur le territoire de la Lettonie actuelle pendant la période dite allemande, du XII<sup>e</sup> au XV<sup>e</sup> siècle.

Les chansons folkloriques lettones qui remontent à l'époque préchrétienne font en effet référence aux changements solaires au cours de l'année et à la trajectoire du Soleil au cours de la journée, mais il n'existe aucune preuve d'un dispositif de mesure du temps fondé sur le Soleil.

Les plus anciens cadrans solaires découverts lors de fouilles archéologiques remontent au XV<sup>e</sup> siècle. Toutes ces découvertes ont été faites dans les ruines des anciens châteaux de pierre et de brique.

On pense que de nombreux cadrans solaires ont été perdus pendant les deux grandes guerres du XX<sup>e</sup> siècle, car il existe des références textuelles et visuelles de cadrans solaires dans les églises et les bâtiments municipaux. Actuellement, seuls deux cadrans solaires ont survécu à leurs emplacements d'origine - tous deux sur les murs d'églises (à Cesis et Straupe). D'autres cadrans solaires accessibles de nos jours sont soit placés dans des musées, soit conçus à la fin du XX<sup>e</sup> siècle ou au début du XXI<sup>e</sup> siècle.

Pour référence, je recommande d'utiliser Sundial Atlas (<https://sundialatlas.net>) qui contient les informations les plus complètes sur les cadrans solaires de Lettonie - il fournit des images et emplacements précis des cadrans solaires. En mars 2025, la Lettonie comptait 78 cadrans solaires, dont des cadrans dans divers musées, ainsi que dans des territoires privés avec des emplacements approximatifs.

Comme dans d'autres parties du monde, les cadrans solaires ne sont plus aujourd'hui fabriqués dans le seul but de donner l'heure. Leur fonction supplémentaire importante est de servir de symbole ou d'élément de décor pour le bâtiment, le parc ou la ville.

Par exemple, le cadran solaire de Varaklani (celui « avec le renard ») situé sur la place principale de la ville apparaît fréquemment dans les reportages télévisés de cette ville et peut même, pour ceux qui ne sont jamais allés à Varaklani, servir d'ancrage visuel pour cette ville. Un autre exemple est le cadran solaire de Kandava. Il se présente sous la forme d'un livre ouvert dédié au philologue letton Karlis Milenbahs et, les jours nuageux, sert d'objet de décor pour prendre des selfies ou des photos de groupe.

Plusieurs musées possèdent des cadrans solaires dans leurs collections. Il s'agit principalement de cadrans solaires portables originaires de Nuremberg ou d'Augsbourg. Par exemple, le Musée de l'histoire et de la navigation de Riga possède un cadran solaire réalisé par Nicolas Bion (1652 - 1733). Le Musée du château de Turaida a réalisé une reconstitution de deux cadrans solaires des XV<sup>e</sup> et XVI<sup>e</sup> siècles découverts par des archéologues : un cadran solaire horizontal et un cadran canonial. De

même, un musée d'Aizkraukle a réalisé un nouveau cadran solaire reprenant deux fragments d'un cadran solaire du XV<sup>e</sup> siècle.

Il est intéressant de noter que les cadrans solaires analemmtiques suscitent un intérêt périodique de la part des architectes et des paysagistes. Ils ont été réalisés aussi bien dans des zones rurales (par exemple à Priekuli) qu'au cœur même de la capitale de la Lettonie (objet « Origo Universi »). Cet intérêt est motivé par la conviction qu'il est important d'inviter les gens à effectuer une activité au lieu de leur donner immédiatement l'information. Bien que plusieurs types de cadrans solaires interactifs soient possibles, jusqu'à présent seuls les cadrans analemmtiques ont trouvé leur place.

Lorsqu'un nouveau cadran solaire est fabriqué, l'une des décisions les plus difficiles pour les acquéreurs est de décider quelle heure sera affichée par le cadran solaire. Il existe désormais des cadrans solaires indiquant l'heure solaire locale, l'heure d'hiver du fuseau horaire, l'heure d'été du fuseau horaire, ou des combinaisons de ces systèmes horaires affichées côte à côte par le cadran. Certains cadrans solaires ont également une courbe d'équation du temps, bien que dans la majorité des cas les gens ne souhaitent pas de choses compliquées.

L'une des combinaisons les plus intéressantes de deux cadrans solaires avec une fonction gnomonique spéciale se trouve peut-être à Rundale. Le mur cylindrique de l'amphithéâtre en plein air abrite deux cadrans solaires, l'un indiquant l'heure solaire locale, l'autre les heures jusqu'au coucher du Soleil.

Le cadran solaire récemment fabriqué pour le musée Saldus dédié à l'artiste Janis Rozentals comporte deux moitiés de deux lignes de date : l'une correspondant à l'anniversaire de l'artiste et l'autre de sa femme Elli Forssell.

Si vous visitez la Lettonie, n'hésitez pas à me contacter à propos des cadrans solaires !

Martins Gills [saulespulkstenis@gmail.com](mailto:saulespulkstenis@gmail.com) a conçu à ce jour environ 50 cadrans solaires : cadrans permanents (ils sont indiqués par un cercle jaune orangé sur la carte de la page précédente), portables et de type carte postale. Il organise également une exposition itinérante et donne des conférences sur les cadrans solaires. En 2008, il a créé le site <https://saulespulkstenis.lv> (en letton) consacré aux cadrans solaires et a conçu le premier cadran solaire pour espace public. En outre, il participe aux projets de la Société astronomique de Lettonie, au magazine d'astronomie *Zvaigznota Debess* (Le ciel étoilé) <https://www.lu.lv/zvd>. Il est enfin membre de la British Sundial Society et de la North American Sundial Society.



*Cadran solaire à Saldus*



*Cadran solaire à Varaklani*



*Cadran solaire à Kandava*



*Cadran solaire à Priekuli*



*Cadran solaire à Koceni*

# UNE FLEUR GNOMONIQUE Yves Opizzo

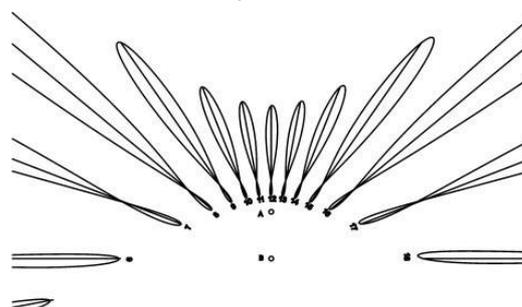
*Un cadran horizontal ou vertical « classique », avec lignes horaires et courbes de l'équation du temps ? Et si nous laissons aller notre imagination et qu'avec un peu de poésie nous créons une fleur ou un parterre de pétales ? L'auteur nous emmène à la découverte de son originale « fleur gnomonique »...*

C'est un sujet un rien délicat que j'aborde aujourd'hui, mais la réalisation d'une telle fleur serait vraiment intéressante. J'en ai déjà rapidement parlé dans le livre « Le Rêve d'une ombre », mais des explications conséquentes sont nécessaires. En effet, si le résultat désiré peut devenir vraiment splendide, ésotérique, fantastique, le travail pour ce faire sera conséquent. Qu'à cela ne tienne ! Les lecteurs de ce magazine sont habitués à des difficultés surmontables et en voici une de plus. Donc, pourquoi faire simple, quand on peut faire compliqué ? Cela devrait rappeler quelques émissions bien sympathiques aux vieux de la vieille, dont je fais partie depuis longtemps ! Cela dit, l'idée de base est presque banale, puisqu'il s'agit de donner une forme à peu près arbitraire à un cadran solaire d'angle horaire normal, tout simplement en multipliant les styles. J'ai choisi dans cet article de créer un cadran possédant un style pour chaque courbe tracée. Vous avez deviné : cela permet en effet de donner une forme bien spéciale au résultat, par exemple le dessin d'une fleur, peut-être pas une rose, mais une marguerite, oui ! N'oublions pas, c'est important : la marguerite n'est pas une fleur, mais un capitule, le rassemblement de centaines de petites fleurs, ce qui ne peut qu'augmenter l'efficacité de la pollinisation. Les pétales de la marguerite - les faux pétales -, sont en fait eux aussi des fleurs, spéciales. Alors pourquoi pas un style pour chaque faux pétale ? À partir de cette idée, vous n'aurez qu'à laisser votre imagination jouer et votre cadran sera pièce unique garantie. Nous verrons facilement par la suite que les courbes en 8 des demi-heures peuvent ainsi ne plus chevaucher du tout les courbes des heures pleines ! Cela permettra à qui le voudra d'obtenir un cadran Marguerite (le M s'impose) encore plus spectaculaire.

J'ai choisi, avec l'excellent logiciel de l'ami François Blateyron « Shadows » de créer une œuvre solaire originale pour Las Planas, le plateau surplombant ma chère ville de Nice. Mais c'est sans aucune importance et vous pouvez utiliser ce qui suit, où que vous soyez, même si la latitude est bien différente. Nice est à environ 43° de latitude nord. Haigerloch, où j'habite, est à 48°. Je relève la table de 5° du

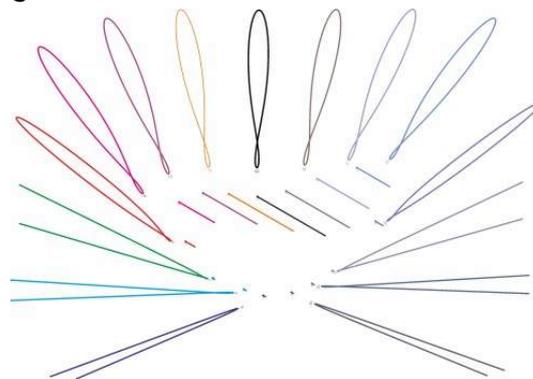
côté nord et le cadran est illuminé comme à Nice. Si vous vivez à Syracuse (37°), il faut relever le côté sud de 6°.

À l'aide d'un programme du type Corel Draw ou bien d'autres, il est aisé d'importer le tracé théorique afin de le travailler pour obtenir divers motifs, vraiment au choix, puisque chaque courbe peut avoir son style droit dédié. Je donne juste quelques exemples et vous devrez laisser faire votre imagination.



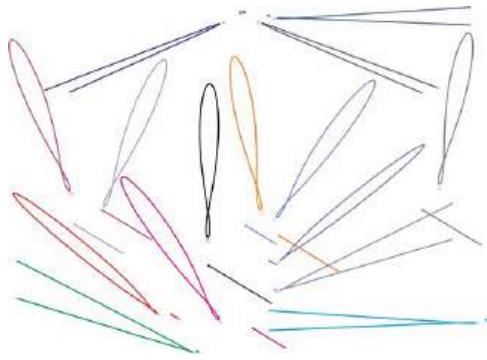
Dessin avec les courbes en 8

Voici par exemple ci-dessous la « fleur » éclatée dans un rectangle. Désirez-vous une œuvre d'art et de science gnomonique entre deux fenêtres de votre maison, en utilisant toute la place disponible ? C'est possible, en modifiant la taille de chaque courbe pour les faire toutes entrer dans un rectangle. Attention : le dessin reproduit ici est celui - rigoureux - d'un cadran horizontal. Mais créer l'équivalent pour un mur vertical n'est pas un problème du tout. Dans ce cas, les styles seraient tout simplement vers le haut du dessin. Nous verrons que le problème de la lecture - quel est le bon style ? - est élégamment résolu.



Cadran horizontal « éclaté ». Les traits sont la représentation horizontale du style droit de chaque courbe

Mais l'idée de la marguerite me plaît vraiment, alors j'ai tenté quelques essais différents, tous rigoureux, et tous à partir de la même base ! *Je t'aime un peu, beaucoup, passionnément...* et voici le cadran Marguerite effeuillée.



*Marguerite effeuillée, dans le vent !  
Je t'aime, comme la gnomonique.*

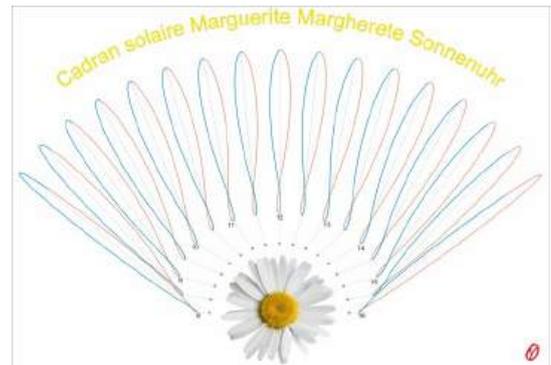
Oui, c'est intéressant. Je l'ai même réalisé avec des aiguilles à coudre en place des styles. Le chas sert alors d'œilleton et c'est très bon. Malheureusement, les ombres parasites sont là bien délicates à éliminer. Vous pouvez cependant tenter l'expérience. Il serait possible, comme je l'ai fait par la suite, de supprimer les heures extrêmes, pour n'en retenir que sept ou huit. Réduire la taille des courbes et mieux les placer dans l'espace est une bonne solution aussi. Vous pouvez constater que les courbes sont semblables. Et il est possible de changer leur taille sans changer leurs proportions, style associé inclus, pour les placer autrement dans l'espace disponible. C'est une belle opportunité pour décorer un mur ou quoi que ce soit d'autre d'élégante façon.

Mais mon envie de marguerite n'était pas rassasiée et j'ai franchi un pas supplémentaire, avec les courbes en 8 des demi-heures. Et là, la marguerite, calculée cette fois-ci pour 45° de latitude (bonne moyenne européenne) est devenue sublime ! Le résultat apparaît colonne suivante, tout d'abord en dessin informatisé, puis en photographie réelle, avec un Soleil allemand...

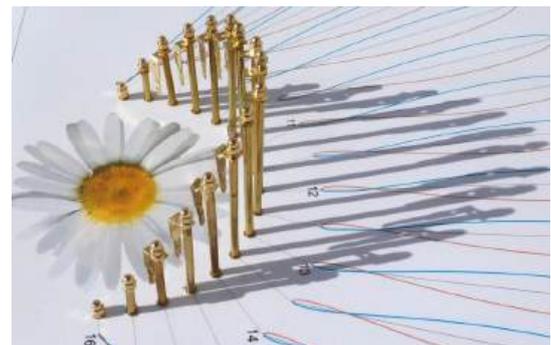
La table a été à peu près placée dans le méridien du lieu, relevée d'environ 3° du côté nord, comme indiqué précédemment. Les ombres sont nettes et faciles à différencier. Pour ce faire, j'ai ajouté sous la boule-vis un crochet (le tout en laiton) percé de deux trous. La lumière solaire nous indique directement quel est le style « utile », ce qui supprime la difficulté de lecture. Il est presque évident que dans le cas ci-contre, seul le style de 11 h 30 peut être le bon, puisqu'il est le seul à NE PAS projeter un point de lumière. La pointe de l'ombre a franchi la ligne bleue (hiver-printemps, le 2 février,

équation du temps d'environ 14 minutes), et touche presque la droite de 11 h 30 TVL. Cette ombre indique environ 11 h 40, plus 25 minutes pour la longitude. Il était 12 h 15. Ce cadran n'est pas calculé pour atteindre la plus grande précision possible « entre les courbes ». Il faut dans tous ces cas interpoler. Mais si l'ombre tombe sur une courbe, alors la précision sera excellente.

Alors, à nouveau : à vos outils !



*Dessin informatisé du cadran « Marguerite », avec les styles associés. Ce plan est rigoureux, pour Phi = 45°. Demi 8 bleu : hiver-printemps, rose : été-automne*



*Et voici le résultat en photographie. Les styles droits forment un superbe diadème et leur ombre est fascinante*



*Plan et résultat final sont absolument identiques !*

Yves Opizzo [yves@opizzo.de](mailto:yves@opizzo.de) a réalisé de très nombreux cadrans solaires et remporté à trois reprises un premier prix international pour ses réalisations. Il est l'auteur d'une quinzaine de livres et est membre du comité éditorial de ce magazine. Il est également professeur d'Aïkido (6° Dan). Pour en savoir plus, visiter son site <http://opizzo.de/>

# DANS QUELLE DIRECTION SE LÈVE LE SOLEIL ?

David Alberto

« À l'est ! » ou « Vers l'est ! » répondez-vous à cette question. Oui mais, selon la latitude du lieu considéré et la période de l'année (c'est-à-dire la valeur de la déclinaison du Soleil), on peut donner une réponse bien plus précise... L'auteur nous invite à le faire.

Vous savez sans doute déjà que le Soleil se lève à peu près vers l'est et se couche vers l'ouest. Les directions exactes de son lever et de son coucher varient au cours de l'année, mais dépendent aussi de la latitude où l'on se trouve.

## VARIATIONS SAISONNIÈRES

Je vous propose de commenter la figure 1, tracée pour la latitude de 47° nord, qui illustre les variations saisonnières de la direction du lever et du coucher.

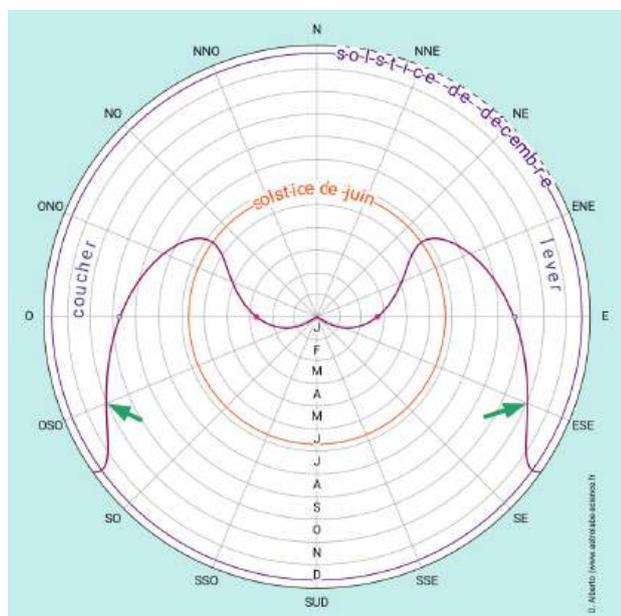


Fig.1 - Direction du lever et du coucher du Soleil, à la latitude 47° nord (centre de la France métropolitaine)

Sur le pourtour du cercle sont placés les points cardinaux. Vous pourriez poser cette page de votre magazine favori en alignant la figure sur la direction nord-sud locale, et en imaginant que vous vous trouvez au centre du cercle. La courbe en forme de pattes d'insecte donne la direction du lever et du coucher du Soleil. Pour en comprendre les variations saisonnières, les cercles concentriques constituent un calendrier, avec le 1<sup>er</sup> janvier au centre, le 1<sup>er</sup> février ensuite... et le 31 décembre au bord du cercle. Les cercles sont espacés de 30,4 jours, durée moyenne du mois.

Les directions du lever et du coucher du Soleil sont données par le point d'intersection entre la courbe et le cercle de la date.

Exemple de lecture (flèches) : le 1<sup>er</sup> novembre à cette latitude, le Soleil se lève à l'est-sud-est ; il se couche à l'ouest-sud-ouest.

La symétrie des courbes par rapport à l'axe nord-sud rend compte de la symétrie du mouvement diurne du Soleil par rapport au méridien local.

Dans cette figure, on a utilisé les approximations courantes en gnomonique : d'une part la déclinaison du Soleil est considérée constante au cours d'une journée ; d'autre part le Soleil est réduit à un point ; enfin la réfraction atmosphérique n'est pas prise en compte.

Au solstice de juin, la direction du lever atteint un maximum vers le nord-est. Au solstice de décembre au contraire, le Soleil se lève dans une direction proche du sud-est.

Les équinoxes de mars et de septembre sont repérés par des points colorés (roses et gris, respectivement). À ces dates, le Soleil se lève exactement à l'est et se couche à l'ouest.

## INFLUENCE DE LA LATITUDE

La Fig.2 est tracée pour 7 latitudes de l'hémisphère nord.

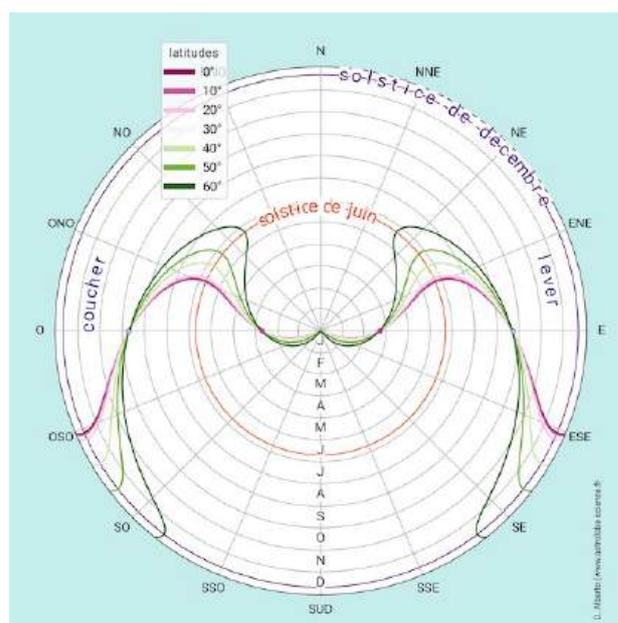


Fig.2 - Direction du lever et du coucher du Soleil pour plusieurs latitudes.

Elle montre que les directions extrêmes observées pour les solstices sont accentuées à mesure que la latitude augmente. Pour la latitude de 60° (Oslo, Norvège), le Soleil levant est à moins de 45° de la direction nord, au 21 juin, et à moins de 45° du sud, au solstice de décembre. Pour la latitude du cercle polaire arctique (66,6° - non représentée ici), les courbes du lever et du coucher se rejoindraient, signalant l'absence de coucher du Soleil au 21 juin et l'absence de son lever au 21 décembre.

À l'équateur, la direction du lever est à peu près contenue tout l'année entre ENE et ESE, plus précisément entre -23,4° et +23,4° qui sont les valeurs limites de déclinaison du Soleil.

On remarque également les points de convergence des courbes pour les équinoxes : le lever du Soleil à l'est à ces dates se produit pour toutes les latitudes.

#### AZIMUT ET AMPLITUDE DU SOLEIL

Pour repérer la direction du Soleil dans le plan de l'horizon, on définit l'azimut, dont l'origine est prise soit par rapport à la direction du sud, soit par rapport au nord. Il existe un autre angle utilisé spécifiquement pour la direction d'un astre sur l'horizon : c'est l'amplitude (Fig.3). On parle d'amplitude ortive pour la direction du Soleil au lever (définie par rapport à l'est), et d'amplitude occase pour celle du coucher (définie par rapport à l'ouest).

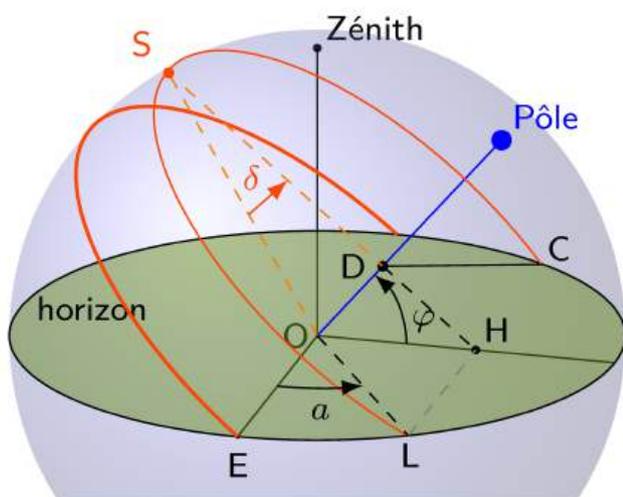


Fig.3 - L'amplitude ortive (a) d'un astre est définie comme l'angle entre la direction de son lever (L) et l'est (E). Les courbes orange indiquent le trajet diurne du Soleil par rapport à l'observateur situé en O, d'une part aux équinoxes (passant par E) et pour une date située entre fin mars et mi-septembre (passant par L).

Au cours de l'évolution des techniques de navigation astronomique, l'amplitude du Soleil a

été utilisée par les pilotes pour déterminer la déclinaison magnétique locale. La boussole indique la direction du nord magnétique et non celle du nord géographique ; on désigne par déclinaison magnétique l'angle entre ces deux directions. Au cours des XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles, il est apparu clairement que la déclinaison magnétique varie aussi bien dans l'espace que dans le temps.

Des ouvrages destinés aux pilotes ont progressivement intégré des tables d'amplitude calculées à l'avance pour plusieurs latitudes ou des échelles logarithmiques permettant de les calculer ; en mesurant à la boussole la direction du Soleil à son lever ou à son coucher, ils obtenaient une valeur différente de celle prévue par les calculs. La différence correspondait à la déclinaison magnétique, longtemps appelée variation de l'aimant.

Dans les journaux de voyages autour du monde du capitaine Cook (entre 1768 et 1779), on trouve de multiples références à cette technique. Par exemple : « The variation of the compass by this morning's amplitude was 14° 39' E » (1<sup>er</sup> voyage).

#### CALCUL DE L'AMPLITUDE

La Fig.3 sert de support pour démontrer la relation entre l'amplitude a, la latitude φ et la déclinaison δ.

La latitude est l'angle HOD, la déclinaison l'angle OSD, et l'amplitude l'angle EOL. En prenant le rayon de la sphère céleste égal à R = OL = OS, on a :

$$\begin{aligned}
 OD &= R \times \sin \delta \\
 OH &= \frac{OD}{\cos \varphi} = R \times \frac{\sin \delta}{\cos \varphi} \\
 OH &= R \times \sin a \\
 \text{donc :} & \quad \sin a = \frac{\sin \delta}{\cos \varphi}
 \end{aligned}$$

#### MAQUETTE POUR L'AMPLITUDE DU SOLEIL

La Fig.5 vous permettra de prévoir les directions du lever et du coucher du Soleil, pour différentes dates et pour une gamme de latitudes.

Chaque cercle correspond à une latitude. Les lignes parallèles sont placées selon la déclinaison du Soleil le 1<sup>er</sup> jour de chaque mois.

Placez cette maquette dans l'alignement nord-sud local, en respectant l'indication N-S de son axe transversal.

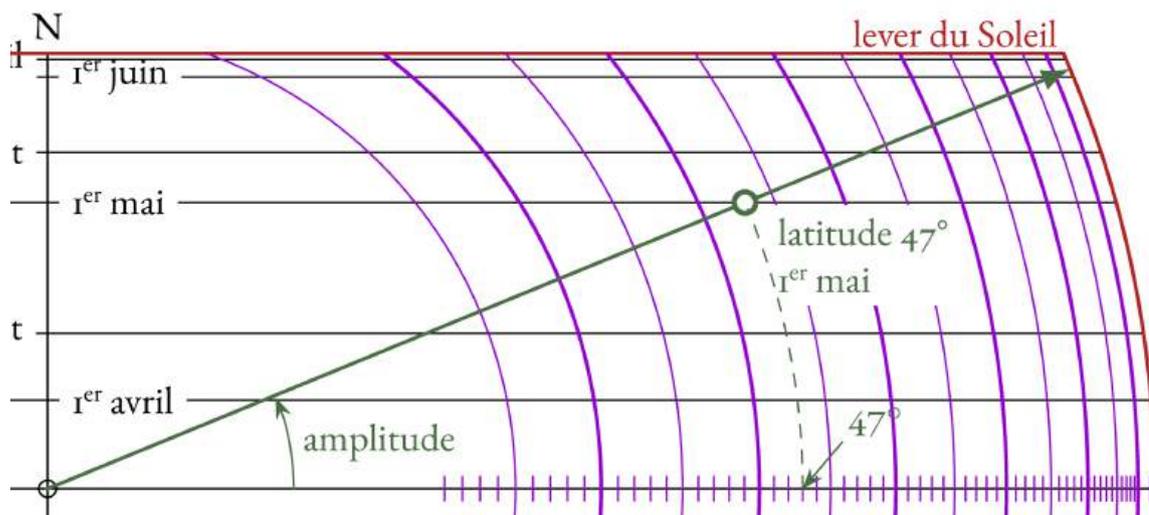


Fig.4 - La plus longue flèche montre la direction du lever du Soleil pour la latitude 47° le 1<sup>er</sup> mai. Le point se trouve à l'intersection du cercle de 47° et de la ligne parallèle du 1<sup>er</sup> mai.

Repérez les intersections du cercle de votre latitude avec la droite de la date choisie : les points d'intersection marqueront la direction du lever (à droite) et du coucher (à gauche) du Soleil.

L'axe est-ouest est gradué en latitude de degré en degré. Pour mieux repérer votre latitude, vous pouvez ajouter des arcs de cercle avec un compas, la pointe au centre de la maquette et le crayon sur la graduation de latitude. Il faudra un arc de cercle pour le lever et un autre pour le coucher.

Avec un rapporteur centré sur la maquette, on peut lire la valeur des amplitudes ortive et occase.

#### Référence pour la maquette

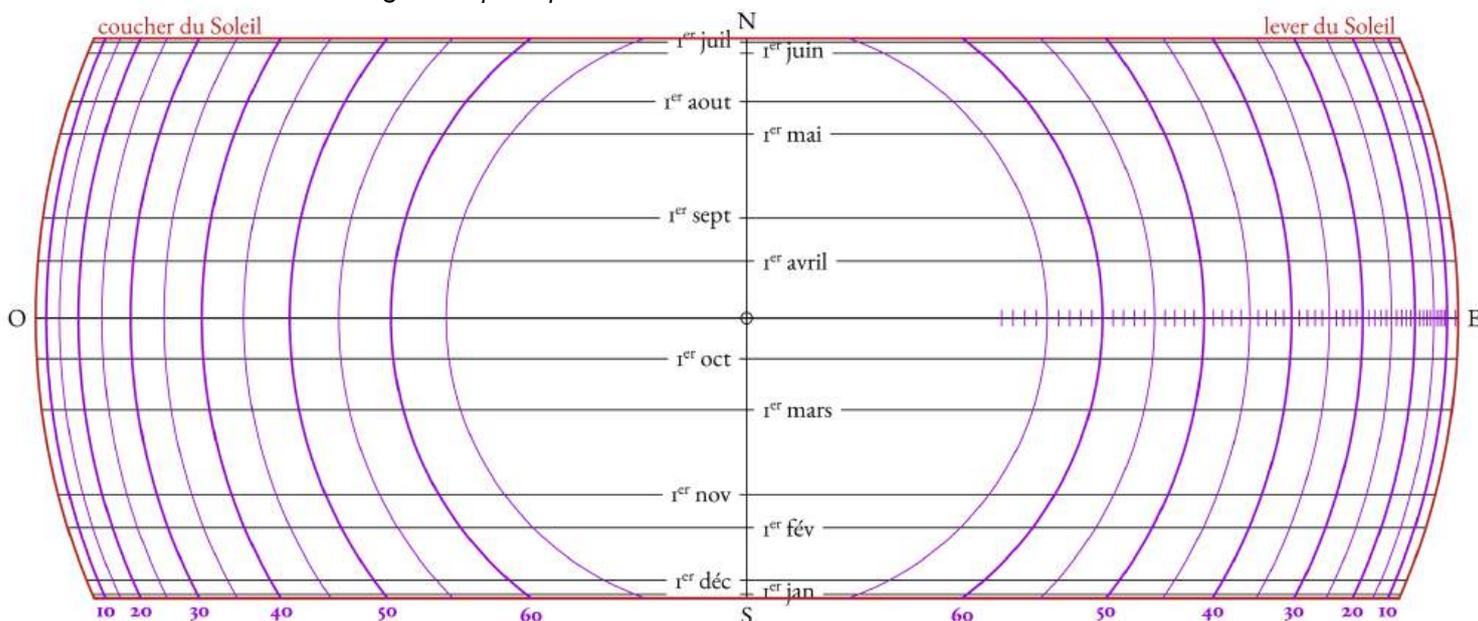
Bernard Cura. *Compas universel lever et coucher du Soleil*. Cadran Info N°34, octobre 2016.

Article à télécharger depuis le lien :

<https://ccs.saf-astronomie.fr/cadran-info/>

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/>

Fig.5 - Maquette pour la direction du lever et du coucher du Soleil.



## AU TOUR DE DEEPSEEK... Comité éditorial

Nous vous avons, dans ce magazine, déjà proposé de mesurer les progrès de l'IA, ou plus précisément des agents (ou robots) conversationnels tels que ChatGPT<sup>1</sup> de la société américaine OpenAI ou Le Chat<sup>2</sup> de la société française Mistral AI, sur des thèmes relatifs à la gnomonique et aux cadrans solaires.

C'est aujourd'hui au tour de DeepSeek (<https://chat.deepseek.com/>) de la société chinoise du même nom, dont l'annonce récente de la disponibilité a fait baisser la Bourse de New York...

Nous avons posé à DeepSeek, début mars, la question « Cela est-il pertinent d'avoir aujourd'hui un magazine consacré aux cadrans solaires ? ». La réponse (instantanée) ci-dessous est indéniablement solide (nous aurions probablement écrit quelque chose de similaire si l'on nous avait demandé pourquoi publier notre magazine aujourd'hui).

Définitivement, l'IA fait de rapides progrès, mais... sans pour autant à notre avis que les risques liés à son développement soient bien maîtrisés et ne fassent l'objet de mesures satisfaisantes pour les minimiser.

<sup>1</sup> [https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2023/02/maq-CSpour-tous-n7\\_R-Torrenti.pdf](https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2023/02/maq-CSpour-tous-n7_R-Torrenti.pdf)

<sup>2</sup> [https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2025/03/maq-CSpour-tous-n12\\_1ersres-concours.pdf](https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2025/03/maq-CSpour-tous-n12_1ersres-concours.pdf)

Sortir un magazine consacré aux cadrans solaires aujourd'hui peut être pertinent à plusieurs égards, même si cela peut sembler niche ou anachronique à première vue. Voici quelques raisons pour lesquelles cela pourrait intéresser un public :

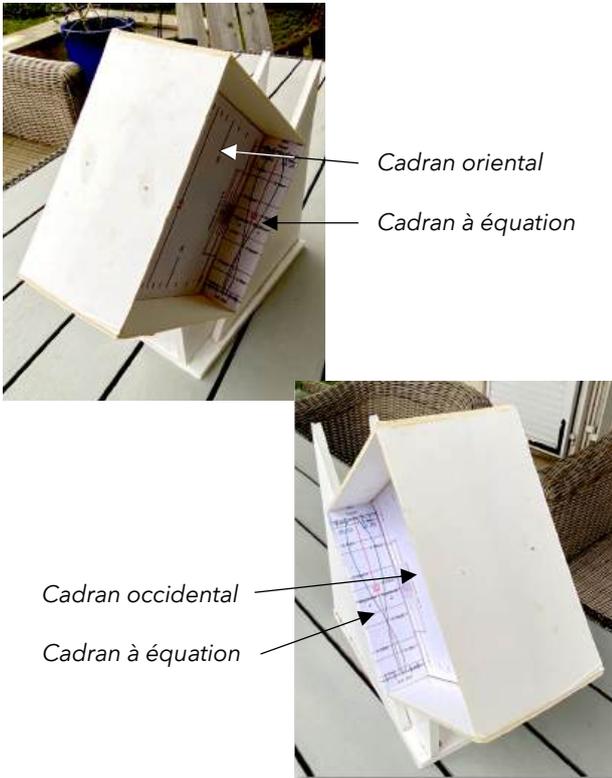
1. Histoire et culture : Les cadrans solaires sont des objets historiques qui racontent l'évolution des techniques de mesure du temps. Ils sont souvent liés à des périodes et des cultures spécifiques, ce qui peut attirer les passionnés d'histoire, d'archéologie ou d'art.
2. Science et éducation : Les cadrans solaires illustrent des principes astronomiques et mathématiques. Un magazine pourrait servir de support éducatif pour expliquer ces concepts de manière accessible, notamment pour les étudiants ou les amateurs de sciences.
3. Art et design : Beaucoup de cadrans solaires sont de véritables œuvres d'art, avec des motifs et des inscriptions complexes. Un magazine pourrait explorer cet aspect esthétique, attirant ainsi les amateurs d'art et de design.
4. Tourisme et patrimoine : Les cadrans solaires sont souvent des attractions touristiques, notamment dans les vieilles villes ou les sites historiques. Un magazine pourrait proposer des guides ou des itinéraires pour les découvrir, ce qui pourrait intéresser les voyageurs curieux.
5. Niche passionnée : Il existe une communauté de passionnés et de collectionneurs de cadrans solaires. Un magazine spécialisé pourrait répondre à leurs intérêts et créer un espace d'échange et de partage.
6. Durabilité et simplicité : Dans un monde de plus en plus numérique, les cadrans solaires représentent une manière simple et écologique de mesurer le temps. Cela pourrait résonner avec les personnes intéressées par des modes de vie plus durables ou minimalistes.

Cependant, la pertinence dépendra aussi de la manière dont le magazine est conçu et distribué. Un format numérique, par exemple, pourrait toucher un public plus large, tandis qu'un format imprimé pourrait viser un public plus spécialisé ou collectionneur. Enfin, un angle original (comme des interviews d'experts, des reportages sur des cadrans solaires insolites, ou des tutoriels pour en fabriquer) pourrait renforcer l'intérêt.

# LE CADRAN SOLAIRE DE KITCHENER

Pierre Louis Cambefort

Connaissez-vous l'original et astucieux cadran solaire créé en 1875 par le lieutenant Horatio Kitchener des Royal Engineers pour orner le jardin d'une demeure de Palestine<sup>1</sup> ? L'auteur en a réalisé une maquette pour mieux nous expliquer les détails de sa conception.



Le « cadran de Kitchener » est constitué de 4 cadrans, représentés sur les photos ci-dessus : un cadran oriental et un cadran occidental, de chaque côté du plan principal du cadran et 2 cadrans identiques de type « cadran à équation » de l'abbé Guyoux, en position midi sur les plans annexes des bords inférieurs.

Le plan principal OABC du cadran, entouré sur ses 4 côtés par des bords larges, est situé dans le plan méridien du lieu.



Les côtés AB et OC sont parallèles à l'axe du monde, les côtés OA et BC leur sont perpendiculaires, inclinés d'un angle sur l'horizon de  $90^\circ - \text{LAT}$  (LAT est la latitude du lieu). Les 2 faces du plan OABC constituent le cadran oriental et le cadran occidental. Les bords larges inférieurs OC portent de chaque côté des « cadrans de l'abbé Guyoux », en position midi.

Notons L la demi-largeur des bords, H la hauteur du plan principal du cadran (côté OA ou BC) et P la largeur du plan principal du cadran (côté AB ou OC).

## CADRANS ORIENTAL ET OCCIDENTAL

Le plan principal du cadran (de déclinaison gnomonique +/-  $90^\circ$ ) donne l'heure solaire vraie par la ligne d'ombre du bord supérieur. Quelle que soit la déclinaison du Soleil, pour un angle horaire donné, le bord AB fait une ombre parallèle à son bord, donc parallèle à l'axe du monde. La distance de cette ombre au bord supérieur du plan du cadran est :

$$D = L \cdot \tan(AH)$$

AH est l'angle horaire du Soleil

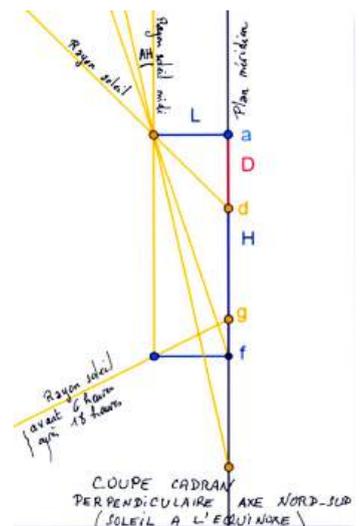
Cette distance correspond à la position (d) de la ligne horaire de la figure ci-contre.

Nota : on ne tient pas compte bien entendu des ombres des autres bords.

L'ombre du bord supérieur AB est nulle à 6 h et 18 h vraies : la ligne horaire 6 h - 18 h correspond à la position (a).

Cette ombre recouvre la totalité du plan du cadran pour une heure égale à :

$$12 - \frac{1}{15} \cdot \arctan(L/H) \text{ ou } 12 + \frac{1}{15} \cdot \arctan(L/H)$$



<sup>1</sup> BSS Bulletin - Volume 28(i) - March 2016

Pour  $L = 50 \text{ mm}$ ,  $H = 200 \text{ mm}$  et  $P = 200 \text{ mm}$ , ces valeurs sont : 11 h 4 min et 12 h 56 min.

Le Soleil ne crée une ombre du bord supérieur (coté AB) que s'il est au-dessus de ce bord. S'il est en dessous, il crée une ombre pour le côté opposé OC donc avant 6 h ou après 18 h, correspondant à la position (g) de la figure.

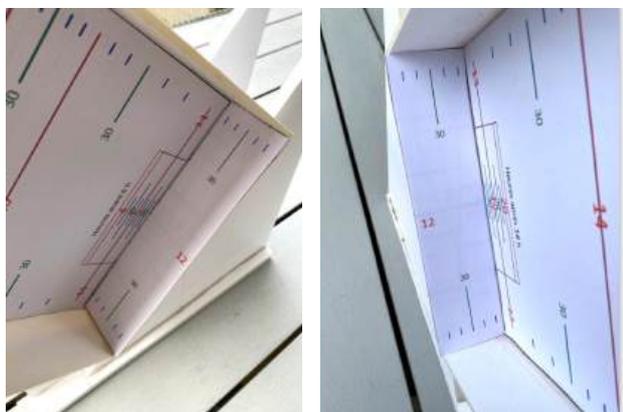
Les photos ci-après montrent le tracé de ces heures :



Les lignes horaires du cadran oriental sont identiques à celles du cadran occidental d'un point de vue des courbes, mais (bien évidemment) pas de leurs numérotations.

Aux alentours de midi, l'ombre du bord supérieur se propage sur la largeur du bord inférieur ; il en recouvre la totalité à midi. Dans un cadran oriental ou occidental classique, la ligne de midi n'existe pas, car le centre du cadran est rejeté à l'infini.

Ci-après une représentation de ces plans annexes, qui n'existent pas sur le cadran solaire de Kitchener.

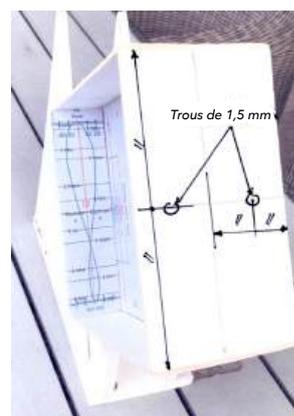


Sur de tels cadrans, il est impossible de représenter la courbe en huit de l'équation du temps et donc de lire l'heure solaire moyenne.

Profitions de la largeur du bord inférieur pour résoudre ce problème, et supprimons ces informations sur les plans des bords inférieurs, que nous allons remplacer par les informations suivantes, en accord avec le cadran solaire de Kitchener.

#### CADRAN À ÉQUATION DE L'ABBÉ GUYOUX

Nous perçons 2 trous (d'un diamètre de 1,5 mm environ) au milieu des 2 demi-bords supérieurs, comme indiqué sur les figures ci-dessous.



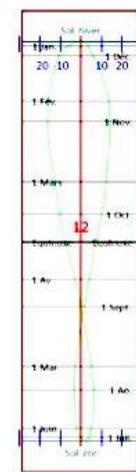
L'image du Soleil se projette sur les demi-bords inférieurs ; la ligne midi est verticale au milieu des deux demi-bords. Les informations d'heures valent :  $12 - 1/15 \cdot \arctan(L/2/H)$

$$\text{et } 12 + 1/15 \cdot \arctan(L/2/H)$$

Pour les valeurs sélectionnées, ces valeurs sont : 11 h 30 min et 12 h 30 min. Nota : la lecture de l'heure entre 11 h 4 min et 11 h 30 min (ou entre 12 h 30 min et 12 h 56 min) n'est pas prévue, car il faudrait prendre en compte les ombres sur les plans annexes des demi-bords inférieurs et cela compliquerait beaucoup les lectures.

Nous pouvons alors ajouter une courbe en huit, centrée sur la ligne midi ainsi définie au milieu des 2 demi-bords inférieurs. Le solstice d'hiver est situé en haut et les mois du 1<sup>er</sup> trimestre de l'année sont situés à gauche.

Nous traçons seulement la courbe en huit, pour qu'elle soit centrée sur la ligne verticale de midi ; elle permet de lire l'heure légale de Greenwich. Cela revient à faire un cadran solaire à équation de l'abbé Guyoux, réglé sur midi.



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.

# UN PRÉCURSEUR DU SMARTPHONE ?

Ferdinando Roveda

Saviez-vous qu'il y a plusieurs siècles certains pouvaient se vanter d'avoir un précurseur du « smartphone » dans leur poche ? En fait une horloge de voyage bien ingénieuse que l'auteur nous propose de découvrir...

J'ai lu avec beaucoup d'intérêt l'article de Michèle Tillard « Archimède et l'astronomie » dans le numéro 15 de ce magazine et présentant notamment le mécanisme d'Anticythère<sup>1</sup>.

En lisant cet article, je me suis souvenu d'un autre petit mécanisme couplé à l'horloge portable peut-être la plus curieuse de l'Antiquité connue sous le nom de *Pros Pan Klima*, « adapté à toutes les latitudes ». Bref, l'horloge de voyage par excellence, à utiliser en la tenant suspendue, de petites dimensions et pouvant fournir l'heure ancienne (temps ancien = 1/12 du temps du lever au coucher du Soleil). Bien entendu, les petites dimensions ne permettaient pas une grande précision de mesure, à tel point que certains auteurs le considèrent comme un « symbole de statut » à afficher.

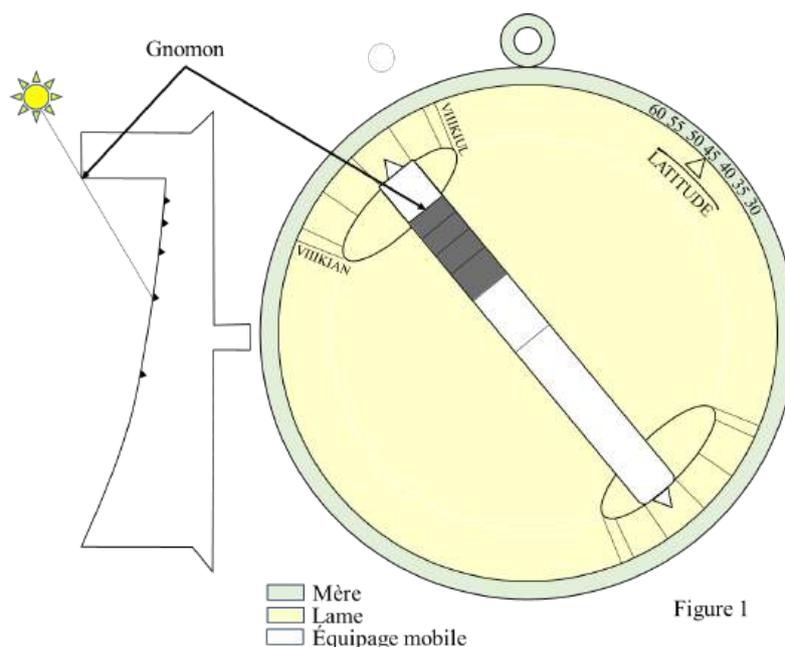
Structurellement (figure 1), il était composé de trois parties principales :

- une partie externe, avec anneau de suspension (« mère » - en vert pâle),
- une partie interne et tournante (« lame » - en jaune),
- un équipage mobile et tournant, qui servait à la fois de gnomon et d'indicateur de temps (en blanc).

Pour fonctionner, cet instrument devait d'abord être calibré à la latitude du lieu où l'on se trouvait, en faisant tourner la partie interne (celle que l'on pouvait faire correspondre à la lame d'un astrolabe - en jaune sur la figure 1) jusqu'à ce que l'encoche de référence coïncide avec l'une des valeurs de latitude indiquées sur la base du support (en vert sur la figure 1, où elle est réglée pour une latitude de 45°).

Il fallait ensuite amener l'équipage mobile (en blanc sur la figure 1) en correspondance avec la référence saisonnière, identifiée par la déclinaison du Soleil. La figure 1 représente la situation pour un relevé un jour avec une déclinaison solaire légèrement supérieure à celle équinoxiale (début avril ou début septembre).

L'instrument, ainsi réglé, devait être suspendu et orienté vers le Soleil de telle sorte que l'ombre générée par la partie supérieure de l'unité mobile (le gnomon proprement dit) recouvre exactement la partie inférieure de celle-ci, celle sur laquelle sont positionnées les encoches de mesure : de cette manière, l'heure pouvait être relevée. Dans la figure 1, vous pouvez lire l'heure IV (matin) ou VIII (après-midi).



<sup>1</sup> [https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2025/02/maq-CSpourtous-n15\\_M-Tillard.pdf](https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2025/02/maq-CSpourtous-n15_M-Tillard.pdf)

Une description plus détaillée, avec toutes les explications sur son fonctionnement, est disponible en ligne<sup>2 3</sup>. J'ajouterais seulement que les latitudes des principaux lieux accessibles à cette époque étaient également indiquées au dos, une indication utile pour un étalonnage plus immédiat de l'instrument.

Cependant, il existait également une version « évoluée » de cette horloge : un exemplaire datant de la période byzantine (V<sup>e</sup> - VI<sup>e</sup> siècle)<sup>4</sup>, bien qu'incomplet, est conservé dans un musée anglais<sup>5</sup>.

Mais heureusement il est également cité dans un ouvrage d'al-Biruni<sup>5</sup>, et c'est précisément grâce à cet ouvrage qu'une description complète de l'instrument nous est parvenue.

En résumé, un sélecteur a été ajouté sur la face principale du Pros Pan Klima (figure 2), capable de tourner dans un seul sens grâce à un cliquet interne, et de sélectionner sept positions différentes, une pour chaque jour de la semaine.

Le sélecteur devait être tourné d'un clic chaque jour (identifiable par le symbole de la planète qui était censé influencer la première heure de ce jour) ; ce faisant, 8 engrenages contenus dans l'instrument étaient mis en mouvement.

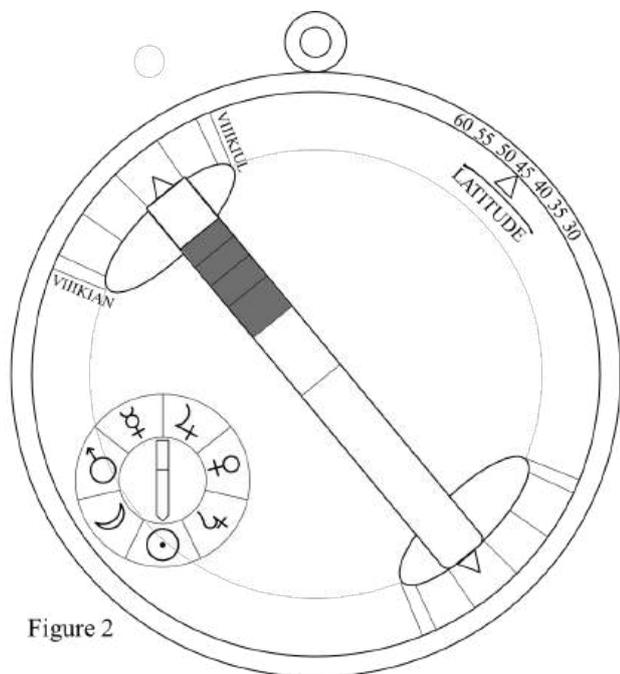


Figure 2

Grâce à la conception correcte de ces 8 engrenages, le mouvement du sélecteur permettait d'obtenir quelques indications astronomiques utiles sur la face opposée de l'instrument :

- L'âge de la Lune (le nombre de jours écoulés depuis la dernière nouvelle lune),
- La phase de la Lune (sous forme graphique),
- La position de la Lune par rapport au zodiaque,
- La position du Soleil par rapport au zodiaque.

La figure 3 montre une schématisation de la face arrière de l'instrument, qui peut donc être considérée comme une version simplifiée et portable du mécanisme d'Anticythère.

En conclusion, aujourd'hui nous avons un smartphone dans notre poche et utilisons diverses applications, mais même à cette époque il y avait déjà ceux qui pouvaient emporter avec eux une petite calculatrice analogique avec un nombre limité d'« applications », celles raisonnablement plus utiles pour l'époque. Bref, posséder cet objet correspondait à avoir une sorte de smartphone *ante litteram* dans sa poche.

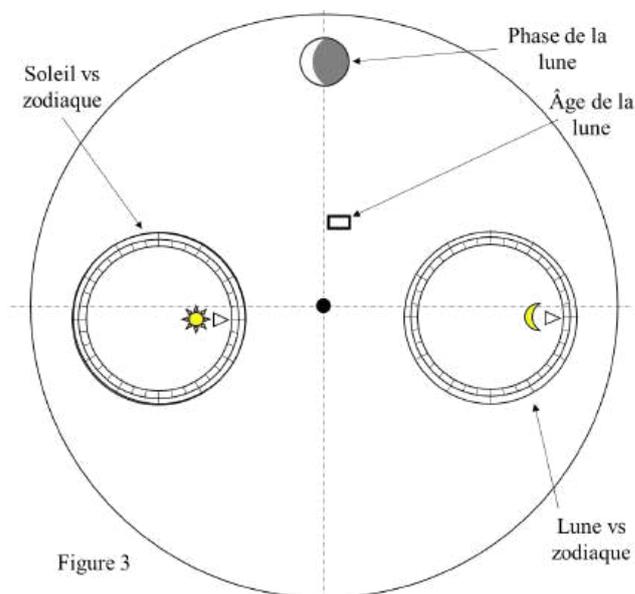


Figure 3

Ferdinando Roveda [protokyte21@protonmail.com](mailto:protokyte21@protonmail.com) est ingénieur, passionné de gnomonique depuis son plus jeune âge : à 4 ans il fut attiré pour la première fois par un cadran solaire... il se consacre aujourd'hui, à Turin, à l'étude de la gnomonique.

<sup>2</sup> S. Johnston - [www.mhs.ox.ac.uk/staff/saj/roman/](http://www.mhs.ox.ac.uk/staff/saj/roman/)

<sup>3</sup> Frank H. King - Analysis of a Roman portable dial - BSS Bulletin Volume 27(iii) - September 2015

<sup>4</sup> Pros Pan Klima « version de base » : <https://www.youtube.com/watch?v=Z6p32Xq-vdk> - Pros Pan Klima « version évoluée » : <https://www.youtube.com/watch?v=eDQlpvtsRwY>

<sup>5</sup> A. C. Sparavigna - The science of Al-Biruni - International journal of sciences - 2013 -

<https://iris.polito.it/retrieve/e384c42e-2e33-d4b2-e053-9f05fe0a1d67/V220131220-al-Biruni.pdf>

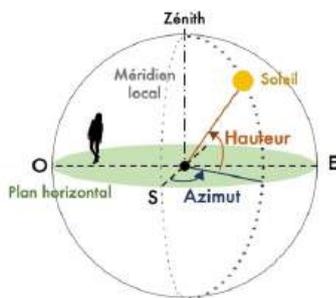
# UN CADRAN DE HAUTEUR PARTICULIER...

Roger Torrenti

Après avoir rappelé les fondements de la conception d'un cadran solaire de hauteur, l'auteur revient sur le cadran en L des Égyptiens, que Ferdinando Roveda avait « décliné » dans un article précédent du magazine<sup>1</sup>, et nous propose de nous en inspirer pour concevoir un cadran de hauteur facile à réaliser...

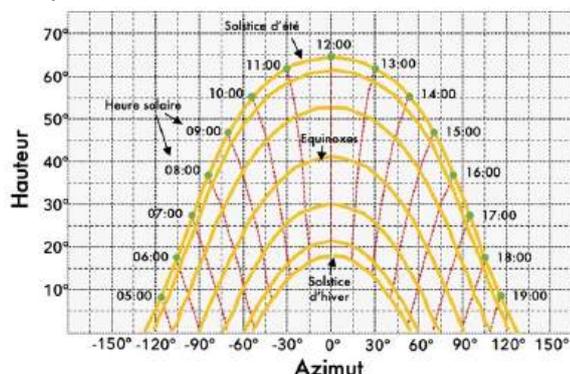
Est-il utile de rappeler que la position du Soleil dans la sphère céleste, à tout instant de la journée, est définie par deux angles :

- Son azimut : angle que fait le plan vertical contenant le méridien du lieu et le plan vertical passant par le Soleil, le zénith, et le centre de la sphère céleste. Il varie vers l'est de 0° à -180° et vers l'ouest de 0° à +180°.
- Sa hauteur : angle que fait, avec le plan horizontal, la droite passant par le centre de la sphère céleste et le Soleil. Il varie, quand le Soleil est levé, de 0° à +90°.



Hauteur et azimut du Soleil  
(schéma pour l'hémisphère nord)

La hauteur et l'azimut du Soleil dépendent logiquement, à une heure donnée de la journée, de la latitude du lieu et du jour de l'année (plus précisément de la déclinaison du Soleil). Pour une latitude donnée, au cours d'une journée, la hauteur du Soleil évolue selon une courbe symétrique par rapport à midi solaire (azimut égal à 0°), et varie peu autour de 12 h. En outre, du solstice d'été au solstice d'hiver la hauteur du Soleil suit une courbe de plus en plus réduite et l'amplitude en azimut diminue.



Courbes d'évolution de la hauteur et de l'azimut du Soleil pour une latitude moyenne de France métropolitaine (source <https://solardata.uoregon.edu/SunPathChart.html>)

Il existe bien entendu des formules, que l'on peut assez facilement démontrer, donnant les valeurs de la hauteur  $h$  du Soleil et de son azimut  $A$  en fonction du jour et de l'heure solaire, cette dernière étant définie par l'angle horaire  $H$  (qui peut facilement se traduire en heure solaire : à 6 h heure solaire, l'angle horaire du Soleil est de -90°, à 7 h de -75°, etc. alors qu'à 12 h il est de 0°, à 13 h de +15°, à 14 h de +30°, etc.). Ces formules sont :

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

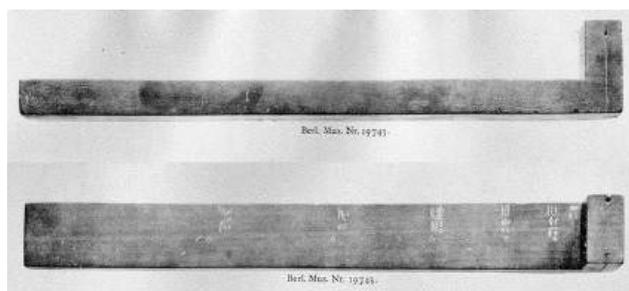
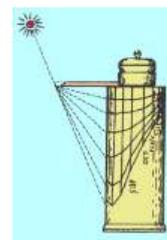
$$A = \arctan(\sin H / (\sin \varphi \cos H - \cos \varphi \tan \delta))$$

$\delta$  : déclinaison du Soleil,  $\varphi$  : latitude du lieu,  $H$  : angle horaire du Soleil

Depuis très longtemps, des « cadrans solaires de hauteur » (et par ailleurs aussi, bien entendu, des « cadrans solaires d'azimut ») ont donc été logiquement imaginés afin de connaître l'heure solaire à partir de la hauteur du Soleil.

Ces cadrans de hauteur sont tracés pour une latitude donnée. On peut se contenter de ne les tracer que pour une demi-journée, la courbe de la hauteur du Soleil étant symétrique par rapport à midi solaire. Ils doivent être orientés vers le Soleil (et ne nécessitent donc pas de boussole) et seront peu précis autour de midi solaire (car la hauteur du Soleil varie alors peu).

L'exemple le plus connu de cadran de hauteur est sans doute le cadran de berger, illustré ci-contre, mais le plus ancien est probablement le « cadran en L » des Égyptiens, illustré ci-dessous.



« Cadran en L » de l'époque du pharaon Thoutmôsis III (XV<sup>e</sup> siècle avant notre ère)

<sup>1</sup> Voir [https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/08/mag-CSpour-tous-n13\\_F-Roveda.pdf](https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/08/mag-CSpour-tous-n13_F-Roveda.pdf)

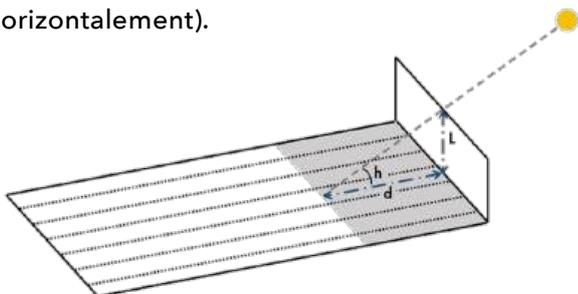
Cet objet, constitué d'un long parallélépipède rectangle et d'un petit pavé encastré à l'une de ses extrémités, comporte des graduations sur sa face supérieure. C'est de toute évidence un objet permettant de mesurer la hauteur du Soleil, lorsque l'objet est tenu horizontalement et placé dans la direction du Soleil, par l'ombre du coin supérieur du petit pavé sur le long parallélépipède.

Mais ce n'est pas un « cadran de hauteur » indiquant l'heure solaire, comme on peut le concevoir aujourd'hui (rappelons en particulier qu'à l'époque on n'utilisait pas des heures égales, d'une durée de  $1/24^e$  d'une journée). Les égyptologues et les gnomonistes s'interrogent d'ailleurs toujours sur la destination précise et le principe de fonctionnement d'un tel objet...

Inspirons-nous néanmoins de cet objet pour concevoir un cadran de hauteur indiquant l'heure solaire et facile à réaliser, et... retrouvons par la même occasion un cadran que les Japonais utilisaient déjà pendant l'époque d'Edo (XVII<sup>e</sup> - XIX<sup>e</sup> siècle) !

Prenons une feuille de papier cartonné (feuille bristol par exemple) de dimensions suivantes (choisies afin que le cadran puisse être facilement rangé) : 5 cm de largeur et 23 cm de longueur dont 3 cm pourront être relevés d'un angle de 90°.

L'ombre de l'arête supérieure du bord relevé occupe la largeur entière du cadran lorsqu'il est orienté vers le Soleil (et tenu bien horizontalement).



Comme pour un cadran de berger, il conviendra de tracer des lignes parallèles au large bord du cadran sur lesquelles seront indiquées les marques horaires correspondant à chaque mois de l'année ; on pourrait limiter ce tracé à 6 mois puisque l'évolution de la déclinaison du Soleil est symétrique par rapport au solstice d'été, mais le cadran perdrait peut-être alors un peu de son potentiel pédagogique. Par contre, comme nous l'avons dit plus haut on ne considèrera pour le tracé qu'une demi-journée, puisque la hauteur du Soleil est symétrique par rapport à midi solaire.

Pour le tracé des marques horaires on retiendra que la distance  $d$  de l'ombre au bord relevé du cadran est égale à  $L / \tan h$  ( $L$  est la hauteur du bord relevé) et non, comme dans le cadran de berger à  $L \cdot \tan h$ .

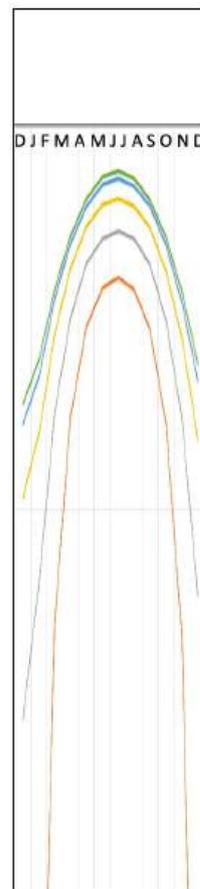
Pour le cadran de hauteur que nous réalisons ici, les hauteurs de Soleil les plus élevées correspondront à des ombres proches du bord relevé. Ce cadran de hauteur sera donc moins précis pendant les mois les plus ensoleillés de l'hémisphère nord (ce qui est peut-être un inconvénient d'un cadran de ce type).

Comment tracer les marques horaires ? On pourra le faire « à la main », à partir des formules données ci-dessus ou d'une courbe de la course du Soleil telle que celle de la page précédente.

On peut aussi, bien entendu, recourir à un tableur de type Excel (Microsoft) ou Calc (OpenOffice), ce que j'ai fait (pour une latitude de 44°N) et qui m'a permis de tracer les courbes ci-contre.

On pourra par ailleurs indiquer utilement sur un mode d'emploi simplifié annexe (ou imprimé au dos du cadran) les étapes nécessaires pour passer de l'heure solaire à l'heure légale<sup>2</sup>.

À noter pour terminer que Woody Sullivan, astronome américain, co-lauréat de notre concours 2022 avec son cadran le plus petit du monde<sup>3</sup>, a utilisé récemment ce type de cadran pour créer « le premier tatouage gnomonique qui fonctionne »<sup>4</sup> (photo ci-contre), le bord relevé du cadran étant remplacé par une tige solidaire d'un bracelet, positionnable sur la bonne date !



Roger Torrenti [roger@torrenti.net](mailto:roger@torrenti.net) est ingénieur de formation et s'intéresse à la gnomonique et aux cadrans solaires depuis son plus jeune âge. Il est le responsable de publication du présent magazine et l'auteur du MOOC cadrans solaires (cours en ligne gratuit) <https://www.cadrans-solaires.info>

<sup>2</sup> Voir <http://www.cadrans-solaires.info/sequence2/co/2-5-heure-solaire-heure-legale.html>

<sup>3</sup> Voir <https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2022/09/mag-CSpour-tous-n5-JRWS.pdf>

<sup>4</sup> Voir <https://www.youtube.com/watch?v=X60xfGTtYIU>

# QUELQUES CADRANS ÉQUATORIAUX DE TEMPS MOYEN

Yvon Massé

*Yvon Massé retrace ici l'histoire des cadrans équatoriaux de temps moyen, qui permettent donc la lecture de l'heure solaire corrigée de l'équation du temps. Dans le prochain numéro, il abordera les aspects théoriques de tels cadrans, de type « à style profilé »...*

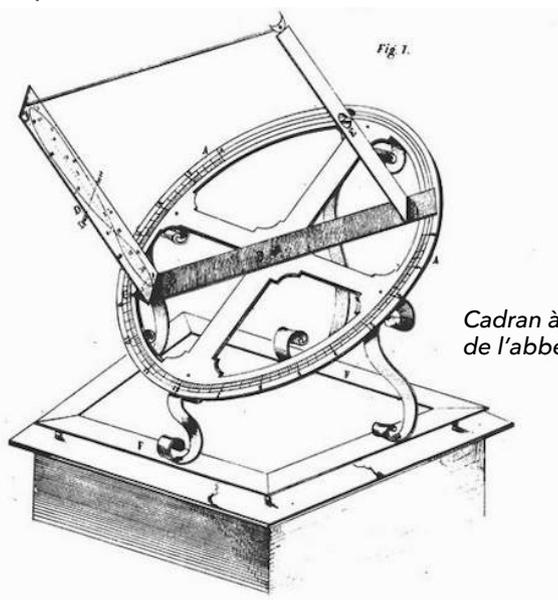
L'augmentation du nombre des horloges d'édifice et de leur précision a, dès la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, progressivement imposé l'utilisation de l'heure moyenne dans la vie civile. En France c'est en 1826, à Paris puis progressivement dans les autres villes de province, qu'elle a été adoptée pour régler la vie des concitoyens.

Si la correction de l'équation du temps était précédemment le problème des horlogers et des scientifiques, il devenait celui des instruments horaires destinés au public et utilisant la position du Soleil. C'est ainsi que les courbes en 8 se sont multipliées sur les cadrans solaires. Toutefois, la difficulté de la tracer avec les moyens de calcul de l'époque a fait qu'il n'y en avait généralement qu'une par cadran et la possibilité de lire l'heure moyenne était limitée, comme pour les méridiennes, à une seule fois dans la journée.

C'est ainsi que de nouveaux systèmes ont été imaginés : le « cadran à équation »<sup>1</sup> de l'abbé Guyoux (1830) et sa réplique le « chronomètre solaire »<sup>2</sup> de Fléchet (1860). Ils permettaient d'obtenir à tout moment le temps moyen à l'aide d'une seule courbe en 8 en utilisant la régularité et la symétrie angulaire des cadrans équatoriaux.

Ces instruments reprennent le principe de l'œilleton des cadrans solaires classiques et demandent l'intervention de l'utilisateur pour orienter l'ensemble œilleton et courbe en 8 afin de placer la tache du Soleil au bon endroit sur la courbe. L'orientation déplace un index devant une couronne horaire où l'heure moyenne est lue.

Dans la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, deux autres avancées technologiques ont imposé une nouvelle évolution de l'heure : le développement du chemin de fer et du télégraphe électrique. En effet, la rapidité des déplacements et des communications sur un territoire impliquait un casse-tête infernal avec les différentes heures locales, comme aujourd'hui, mais en moins criant, les fuseaux horaires entre les différents États. Aussi une heure nationale s'imposait : après d'autres nations comme la Suède et l'Angleterre, la France a institué, par la loi du 14 mars 1891, l'heure locale de Paris sur tout son territoire. Cette nouvelle définition de l'heure imposait une correction supplémentaire aux cadrans solaires, à vrai dire plus simple à mettre en œuvre que celle de l'équation du temps : la correction en longitude.



Cadran à équation  
de l'abbé Guyoux

Chronomètre solaire  
de Fléchet



<sup>1</sup> Les Cadrans solaires de l'abbé Guyoux. Jean Rieu. Imprimerie Brailly, 2014  
[https://numelyo.bm-lyon.fr/f\\_view/BML:BML\\_00G000100137001101144256](https://numelyo.bm-lyon.fr/f_view/BML:BML_00G000100137001101144256)

<sup>2</sup> <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k853899n/f1>

Parmi les différents et nombreux systèmes imaginés qui ne nécessitaient pas ou peu d'intervention humaine pour apporter ces corrections, il y a eu notamment le « régleur solaire »<sup>3</sup>, que A. Decohorne a proposé en 1892, avec une table cylindrique comprenant deux parties. Chaque partie était associée à un œilleton - dont un seul était opérationnel pour éviter toute confusion - et comportait une moitié différente de la courbe en huit répétée toutes les 10 min. La position de la table pouvait être ajustée suivant la longitude.

La même année un retraité de l'armée britannique, le major-général John R. Oliver, breveta une nouvelle façon de corriger l'équation du temps avec un cadran équatorial armillaire en modifiant le diamètre du style suivant cette équation. En précisant toutefois que la solution la plus précise nécessitait l'utilisation de deux styles différents, un pour l'hiver et le printemps, l'autre pour l'été et l'automne, Oliver proposa une configuration intermédiaire fondée sur un style unique répondant à une courbe en 8 symétrisée. Restait cependant un problème quand l'équation du temps passait par la valeur nulle car le style avait besoin d'une certaine épaisseur pour sa rigidité. Oliver résolut cette difficulté en introduisant un décalage de l'arc horaire qui devait être effectué 4 fois par an, à chaque fois que l'équation du temps s'annulait et que la lecture de l'heure se faisait sur un côté différent de l'ombre.

L'idée des styles différents fut reprise, quinze ans plus tard, par un ingénieur norvégien, William Maclean Homan, résidant en Afrique du sud, qui déposa successivement sur ce principe des brevets en Angleterre, France, Allemagne et États-Unis ! Mais en ce début de XXe siècle, l'époque n'était plus vraiment à l'utilisation des cadrans solaires...

C'est toutefois un concours, proposé en 1965 par le suisse Hermann Egger dans le magazine américain d'astronomie *Sky & Telescope*<sup>4</sup>, qui remit cette idée à l'ordre du jour. Le thème était « Le cadran solaire de l'an 2000 » et parmi les 3 projets sélectionnés, tous de type équatorial à temps moyen, figurait le cadran de l'ingénieur allemand Martin Bernhardt qui reprenait l'idée d'Oliver/Homan pour indiquer l'heure légale avec une configuration particulièrement élégante. Celle-ci lui assurait la rigidité nécessaire à la précision annoncée : moins d'une minute. Depuis cette date, c'est environ 150 cadrans de ce type qui ont été installés, principalement dans des jardins publics, pour le plaisir et la curiosité des visiteurs<sup>5</sup>.

Dans un prochain article, nous aborderons les aspects théoriques de ce type de cadran pour mettre en évidence le seul petit défaut de cette configuration : la lecture de l'heure aux environs des solstices.

Le gnomoniste Yvon Massé [yvasse2@wanadoo.fr](mailto:yvasse2@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 qui lui est associé.

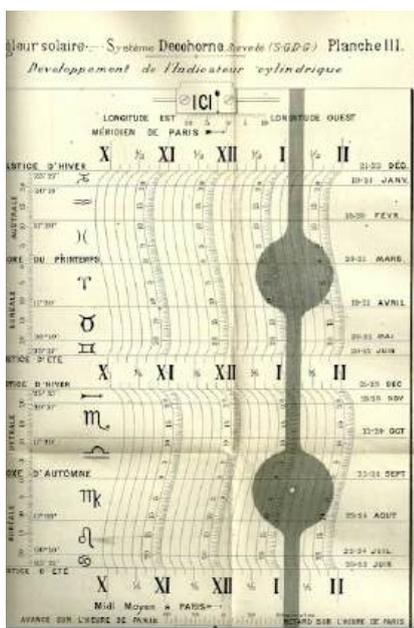
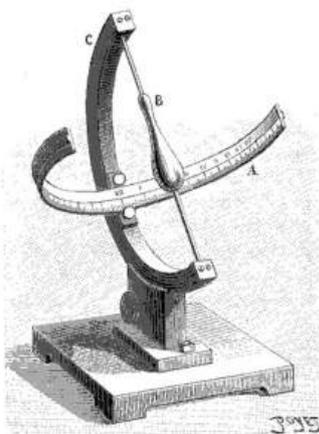


Illustration extraite de la notice du « régleur solaire » de A. Decohorne



Cadran équatorial armillaire du major général Oliver

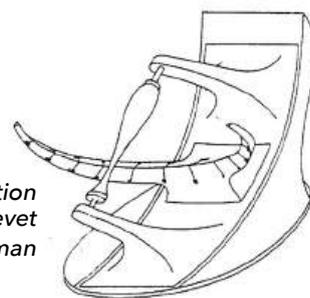


Illustration extraite du brevet de W. M. Homan



Le cadran à style profilé de Martin Bernhardt

<sup>3</sup> <https://gnomonique.fr/biblio-gno/pdf/decohorne.pdf>

<sup>4</sup> <http://sunquestsundial.org/wp-content/uploads/2015/10/Sky-and-Telescope-Nov-1966-sundial-competition.pdf>

<sup>5</sup> On lira notamment avec plaisir cette fable humoristique et bien documentée : <https://www.astroaone.fr/spip/IMG/pdf/ornithorynque.pdf>

# JEUX ET ÉNIGMES

## UNE DEVINETTE

QUELLE EST L’AFFIRMATION INCORRECTE ?

1. À la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, le botaniste Bernardin de Saint-Pierre, auteur du célèbre roman *Paul et Virginie*, affirmait que la Terre était allongée aux pôles, en forme de pastèque.
2. Le système solaire compte 8 planètes - qui ont au total plus de 200 satellites naturels (« lunes ») - et plus d’un million de « planètes mineures » (astéroïdes et assimilés).
3. Le mille marin (mille en anglais) équivaut à environ 1609 m soit 1 760 verges (yards en anglais) ou 5 280 pieds (feet en anglais).
4. Le nom de Kali (dans l’hindouisme : déesse de la préservation, de la transformation et de la destruction) vient du sanskrit *kālā*, le temps, celui qui détruit toute chose...
5. La sonde solaire Parker s’est approchée à environ 6 millions de km du Soleil, a survécu à la température ambiante de 1 000°C et transmis ses mesures.



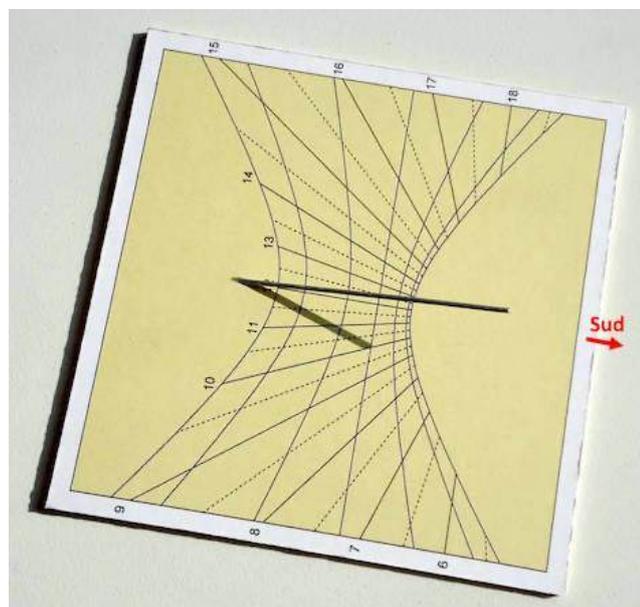
Kali dansant sur le corps de Shiva

## UNE ÉNIGME

UN VOISIN VIENT VOUS PRÉSENTER...

Vous habitez en France métropolitaine. Votre voisin vient vous présenter la maquette d’un cadran horizontal qu’il va installer dans son jardin suivant l’orientation de l’illustration. Il vous explique qu’il a utilisé le tracé normal d’un cadran à œillette (avec le logiciel Tracad d’Yvon Massé\*). Vous constatez qu’il a implanté un style rectiligne et fixe du côté nord des arcs diurnes et que son extrémité dépasse largement, du côté sud, le plan vertical passant par les lignes horaires de 6 et 18 h. Devant votre moue dubitative, votre voisin affirme que son cadran est parfaitement fonctionnel sans aucune modification. Aurait-il raison ?

\* <https://gnomonique.fr/forum/viewtopic.php?t=151>

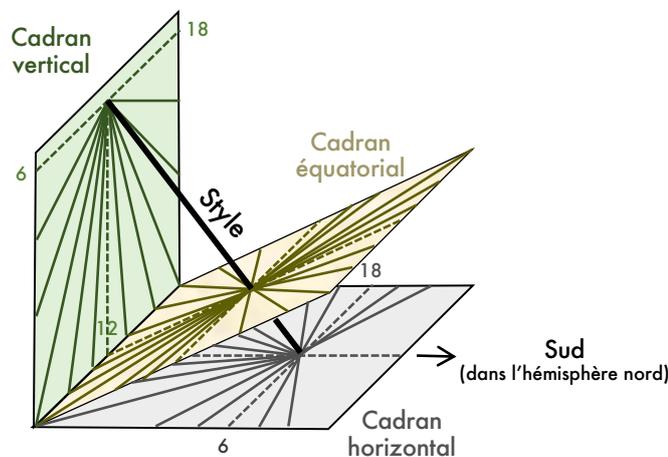


## UN PROBLÈME GNOMONIQUE

SAURIEZ-VOUS RETROUVER LES ÉQUATIONS...

Vous devez tracer les lignes horaires d'un cadran vertical plein sud (dans l'hémisphère nord) ou d'un cadran horizontal. Vous êtes sur place et avez oublié votre livre de gnomonique préféré mais avez une calculatrice et un carnet à dessin... Sauriez-vous retrouver rapidement les formules donnant les angles de chaque ligne horaire par rapport à la verticale (pour un cadran vertical) ou par rapport à la direction sud-nord pour un cadran horizontal ?

Vous penserez certainement à réaliser, sur votre carnet à dessin, un schéma représentant le cadran vertical, le cadran horizontal et un cadran équatorial...

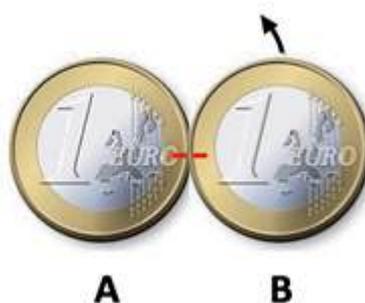


## UN TEST RAPIDE

ET SI LA ROTATION DE LA TERRE...

Et si la rotation de la Terre sur elle-même... ralentissait jusqu'à ce qu'elle n'effectue qu'une rotation en une année (soit le temps d'une révolution autour du Soleil), quels seraient les cadrans solaires que gnomonistes professionnels et amateurs devraient alors construire ?

Peut-être vous sera-t-il utile de répondre d'abord à la question illustrée ci-dessous : considérez 2 pièces de monnaie, la pièce A et la pièce B. A est immobile et on fait tourner (sans glisser) B autour de A. Quand la pièce B retrouve sa position initiale (les 2 petits traits rouges se faisant face à nouveau), combien de tours la pièce B aura-t-elle fait autour de son axe ?

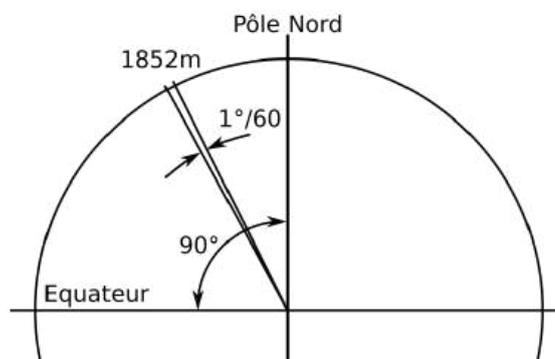


# SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

## UNE DEVINETTE

L'affirmation incorrecte est la n°4 : c'est en effet le mille terrestre (*mile* en anglais) qui équivaut à environ 1609 m (plus précisément 1609,344 m). Le mille marin (ou mille nautique), unité de mesure utilisée en navigation maritime et aérienne, équivaut, lui, à 1 852 m. Cette équivalence est facile à retrouver (ayant en mémoire la circonférence de la Terre : environ 40 000 km) puisque le mille marin a été défini comme la valeur moyenne d'une minute de latitude d'un arc de méridien terrestre soit 1 851,85 m (arrondi par convention à 1 852 m).

Quant au kilomètre qui nous est plus familier, il provient de la même logique en utilisant les grades (gr) comme unité angulaire (un angle droit mesure 90° ou 100 gr) : 1 km correspond à un centigrade (anciennement appelé « minute ») de latitude d'un arc de méridien terrestre !

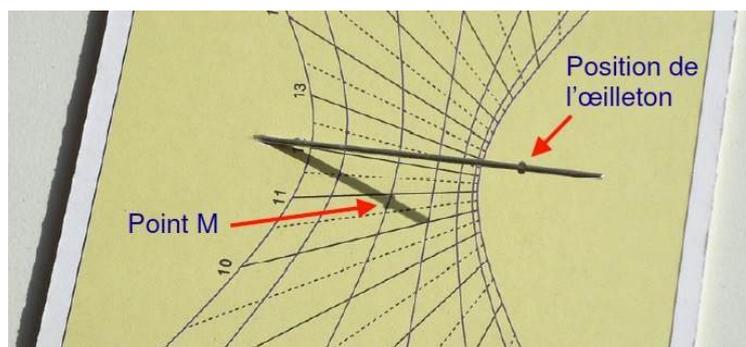


## UNE ÉNIGME

Votre voisin est astucieux : plutôt que de placer l'œilleton à l'extrémité d'un style polaire, il a imaginé de le placer de façon originale à l'extrémité d'une tige implantée de l'autre côté des tracés. Pour réaliser sa maquette, il a donc collé dans la bonne position une tige plus grande que nécessaire pour la couper ensuite à la bonne longueur et fixer l'œilleton.

Mais avant de la couper, il s'est ravisé et s'est dit : « La tige est trop longue mais la position de l'œilleton est un point de ce style. L'ombre M de ce point détermine l'heure et la date sur le tracé, M sera donc à l'intersection de l'ombre du style original avec la courbe de date. Connaissant la date on pourra donc évaluer l'heure. Inversement, si on connaît l'heure, M sera à l'intersection de l'ombre et de la ligne horaire et on déterminera la date. Le fonctionnement de ce cadran est un peu dégradé par rapport à ce que je pensais faire, mais je n'ai pas besoin de mettre en place l'œilleton et tout ça me paraît intéressant. Je vais montrer ma maquette à mon voisin pour voir ce qu'il en pense ».

Votre voisin a bien raison : ce cadran est parfaitement fonctionnel. Cela est dû au simple fait que le porte-ombre passe par la position de l'œilleton qui est à l'origine du tracé.



## UN PROBLÈME GNOMONIQUE

Sur le schéma que vous avez rapidement tracé,  $\varphi$  représente bien entendu la latitude du lieu et  $H$  l'angle horaire du Soleil,  $H'$  et  $H''$  étant les angles recherchés.

Sur ce schéma, dans lequel le triangle  $OAB$  est dans un plan parallèle à l'équateur terrestre (puisqu'il est perpendiculaire à la droite  $CD$ ), on peut écrire :

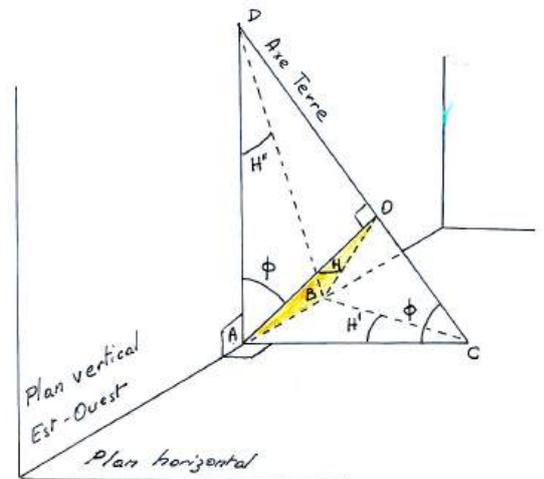
$$\tan H' = AB / AC = (OA \cdot \tan H) / (OA / \sin \varphi) = \tan H \cdot \sin \varphi$$

soit  $H' = \arctan (\tan H \cdot \sin \varphi)$

$$\tan H'' = AB / AD = (OA \cdot \tan H) / (OA / \cos \varphi) = \tan H \cdot \cos \varphi$$

soit  $H'' = \arctan (\tan H \cdot \cos \varphi)$

Finalement vous ne regrettez pas d'avoir oublié votre livre de gnomonique préféré, ce qui vous a permis de vous régaler avec un peu de trigonométrie...



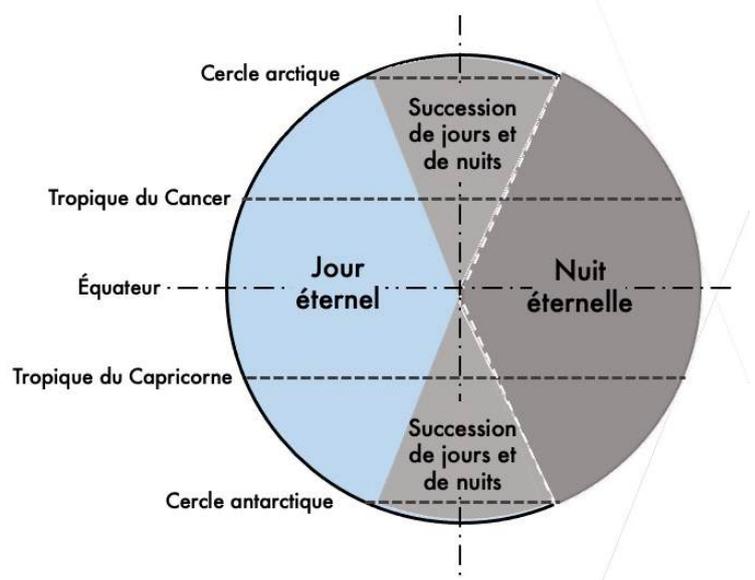
## UN TEST RAPIDE

Si vous répondez à la question préliminaire concernant les deux pièces de 1 euro : « Un tour bien sûr ! » c'est que vous n'avez pas assez réfléchi... La bonne réponse est « Deux tours » (vous pouvez le vérifier expérimentalement !) et c'est pourquoi notre Lune qui nous montre toujours la même face, fait bien un (seul) tour sur elle-même lors de sa révolution autour de la Terre...

La réponse à la question principale « et si la rotation de la Terre... » peut facilement être déduite de la solution à cette question préliminaire. Si la durée de rotation de la Terre sur elle-même est égale à la durée de sa révolution autour du Soleil, la Terre sera en « rotation synchrone » avec le Soleil (comme la Lune avec la Terre) et présentera donc toujours sa même face vers le Soleil. Il sera la même heure solaire, éternellement, en tout point du globe ! Midi solaire sur le méridien faisant face au Soleil au moment où la rotation devient synchrone, de 6 h à 18 h sur une moitié du globe et une nuit éternelle sur l'autre moitié.

Enfin pas exactement, parce que l'axe de rotation de la Terre est incliné sur son plan orbital (obliquité), et donc au cours d'une nouvelle journée (d'une année...), les saisons continueront à se succéder, l'angle horaire du Soleil restera constant en tout point du globe mais sa hauteur changera avec sa déclinaison. La plus grande partie de la Terre située entre les cercles arctique et antarctique sera pour moitié ensoleillée pour l'éternité et pour l'autre moitié plongée dans la nuit éternelle. Quant aux autres zones (polaires en particulier), elles oscilleront sur l'année entre une période entièrement ensoleillée et une période sans Soleil... ».

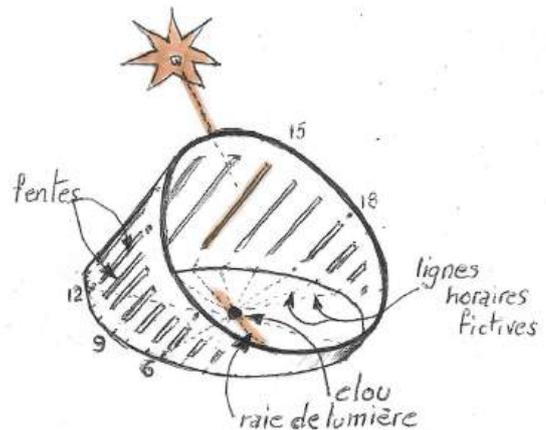
Et les gnomonistes seront donc amenés à ne tracer désormais que... des cadrans de hauteur !



# VOÛTE SOLAIRE

Cette page du magazine est traditionnellement consacrée à l'une des créations du prolifique gnomoniste-cadranier Claude Gahon [claudegahon@yahoo.fr](mailto:claudegahon@yahoo.fr), membre du comité éditorial de ce magazine. Comme la plupart de ces créations, celle présentée ici est originale, simple, esthétique, et au fort potentiel pédagogique.

Prenez un cylindre percé de fentes parallèles à son axe et régulièrement espacées (tous les 15°). Coupez la base du cylindre afin que son axe (virtuel) devienne « polaire » (incliné sur le plan horizontal d'un angle égal à la latitude du lieu) et orientez la partie ouverte du cylindre vers le nord (la ligne de 12h solaire est dans la direction nord-sud). Votre cadran solaire est terminé !



### **Cadran de type "horizontal multi-styles"**

**On imagine le cadran horizontal avec ses lignes horaires et son style incliné selon la latitude du lieu.**

**Le pied de chaque "style" (fente) est situé sur une ligne horaire de ce cadran horizontal.**

**Chaque fente correspond ainsi à l'heure ronde de cette ligne horaire.**

**Le pied du style du cadran horizontal est représenté par le clou.**

**Les fentes sont parallèles au style théorique.**

**L'heure solaire est indiquée par la fente dont la raie lumineuse, qui lui correspond, passe par le clou.**

**Sur le croquis ci-dessus on peut lire 15 h.**

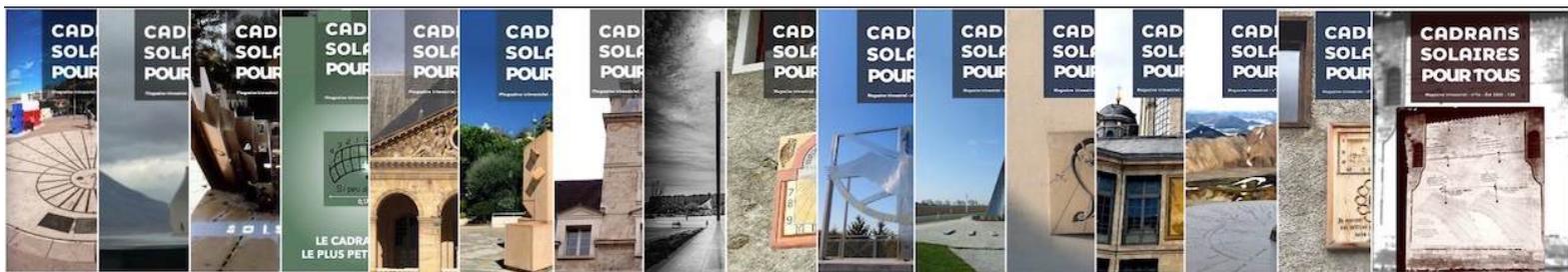
c.gahon



# CRÉDITS PHOTOS ET ILLUSTRATIONS



- Couverture : Photo © Muséum de Toulouse (n° d'inventaire MHNT.PHa.TIR.08.05 - auteur non encore identifié)
- Page 2 : Dessin d'Esteban Martínez
- Page 3 : Photo extraite du site <https://www.hauteprovenceinfo.com/>
- Page 6 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Jack Weir - Fichier : Land on the Moon 7 21 1969-repair.jpg - Domaine public) - Illustration extraite du site mentionné - Illustration Roger Torrenti - Illustration extraite du site <https://www.archdaily.com/>
- Page 7 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Sascha Kohlmann - Fichier : Man Reading Newspaper (92181097).jpeg - Licence CC BY-SA 3.0) - Copie d'écran de la vidéo <https://www.youtube.com/watch?v=NxNC9BsfOAg&t=23s> - Photo Dennis Wise
- Pages 8-9 : Photos et illustration Henri Gagnaire et Paul Gagnaire
- Pages 10-11 : Photos et illustration Danièle Baverel
- Pages 12-13 : Illustrations Jean-Luc Astre
- Pages 14-15 : Photo Maria Luisa Tuscano - Photo mise à disposition par *F. Calamia*
- Pages 16-17 : Photos Catherine Becquaert
- Pages 18-19 : Photos et illustration Martins Gills
- Pages 20-21 : Photos et illustrations Yves Opizzo
- Pages 22-24 : Illustrations David Alberto
- Pages 26-27 : Photos et illustrations Pierre-Louis Cambefort
- Pages 28-29 : Illustrations Ferdinando Rovera
- Pages 30-31 : Illustration Roger Torrenti - Document Wikimedia Commons (Auteur : Kergeo - Fichier : Cadran antique portatif type cadran de berger.png - Licence CC BY-SA 4.0) - Document Wikimedia Commons (Auteur : gescannt und zusammengesetzt von S.Wetzels - Fichier : Cadran-solaire-thoutmosis.jpg - Domaine public) - Illustrations Roger Torrenti - Document extrait de la vidéo citée
- Pages 32-33 : Illustrations extraites des sites mentionnés
- Page 34 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Nataraja - Fichier : Kali.jpg - Licence CC BY-SA 3.0) - Illustration Yvon Massé
- Page 35 : Illustrations Roger Torrenti
- Page 36 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Yodin - Fichier : Nautic mile definition v2 English.svg - Licence CC BY-SA 4.0) - Illustration Yvon Massé
- Page 37 : Illustration Francis Reymann - Illustration Roger Torrenti
- Page 38 : Photos et illustration Claude Gahon
- Page 39 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Moussa Kalapo - Fichier : Femmes Photographes.jpg - Licence CC BY-SA 4.0)
- Page 41 : Illustration Yves Opizzo
- Page 42 : Photo Didier Benoît



*« Cadrans solaires pour tous » est un magazine trimestriel de vulgarisation de la gnomonique et d'information sur les cadrans solaires dont le contenu est disponible sous licence CC BY-NC-SA (sauf mention contraire).*

*Chaque numéro paru à ce jour et chaque article de chaque numéro, peuvent être téléchargés gratuitement depuis*

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

*Une compilation de l'ensemble des numéros peut être également être téléchargée depuis*

<https://gnomonique.fr/divers/mag-CSpour-tous-compil.pdf>

*La version papier de chaque numéro peut enfin être commandée depuis*

[https://www.lulu.com/search?adult\\_audience\\_rating=00&page=1&pageSize=10&q=roger+torrenti](https://www.lulu.com/search?adult_audience_rating=00&page=1&pageSize=10&q=roger+torrenti)

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

*Dépôt légal BNF : juin 2025*

*ISSN 2824-057X*

*« Cadrans solaires pour tous » (Sundials for all) is a quarterly magazine popularizing gnomonics and providing information on sundials, whose content is available under CC BY-NC-SA license (unless otherwise noted).*

*Each issue published to date, and each article in each issue, can be downloaded free of charge from*

*A compilation of all issues can also be downloaded from*

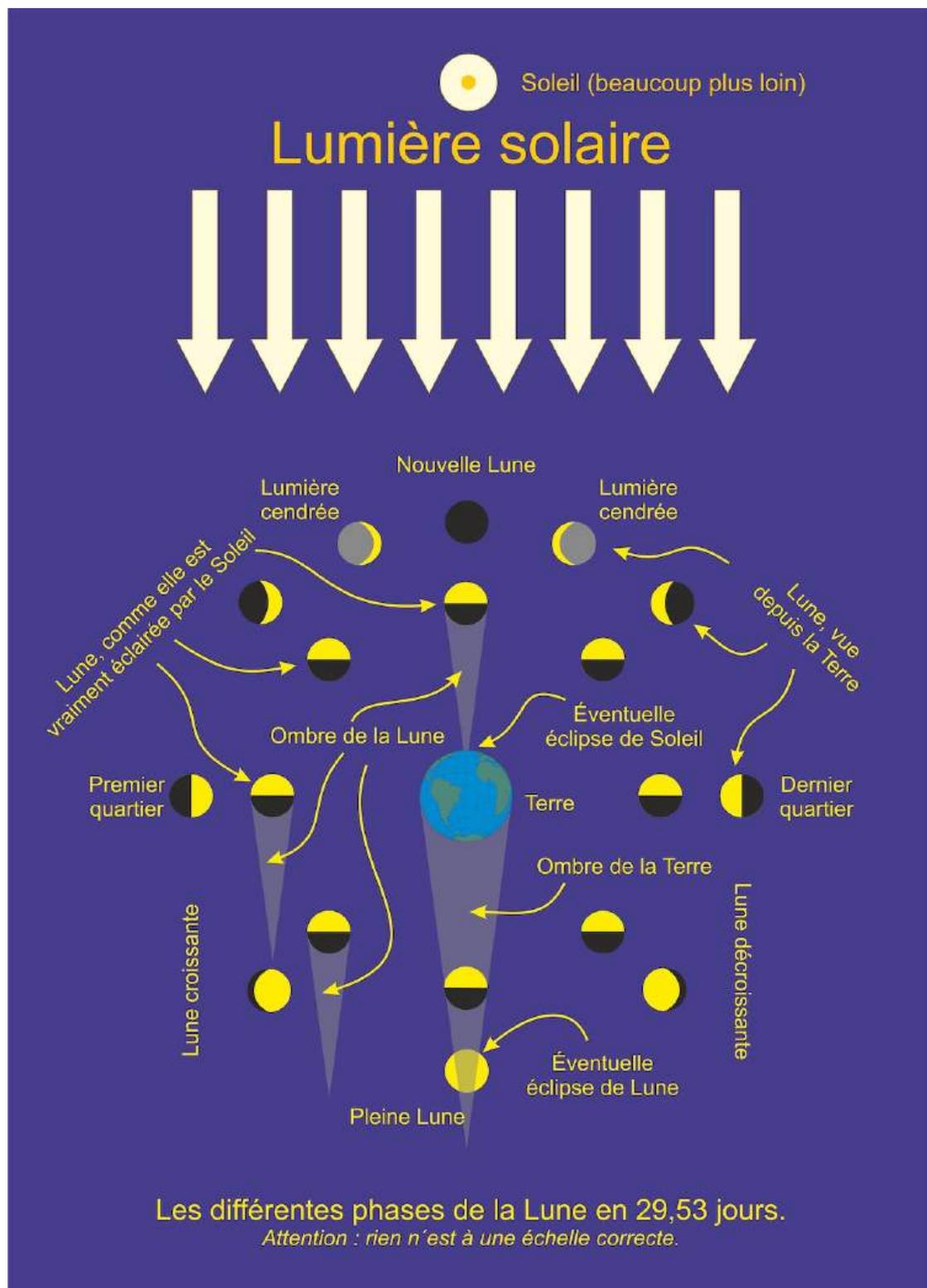
*The paper version of each issue can also be ordered from*

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

*BNF Legal deposit: June 2025*

*ISSN 2824-057X*

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



Ci-dessus : un des nombreux posters didactiques qu'Yves Opizzo, membre du comité éditorial de ce magazine, a créés, et qu'il utilise lors d'expositions et autres évènements astronomiques ou gnomoniques. Celui-ci (qui peut être téléchargé<sup>1</sup> en haute définition) est consacré aux phases de notre satellite qu'il s'agit de bien appréhender, en particulier si vous souhaitez utiliser votre cadran solaire au clair de lune (voir l'article<sup>2</sup> « Utiliser un cadran solaire la nuit... » de Roger Torrenti paru dans le n°2 de ce magazine).

<sup>1</sup> <https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2025/04/Phases-Lune-F.jpg>

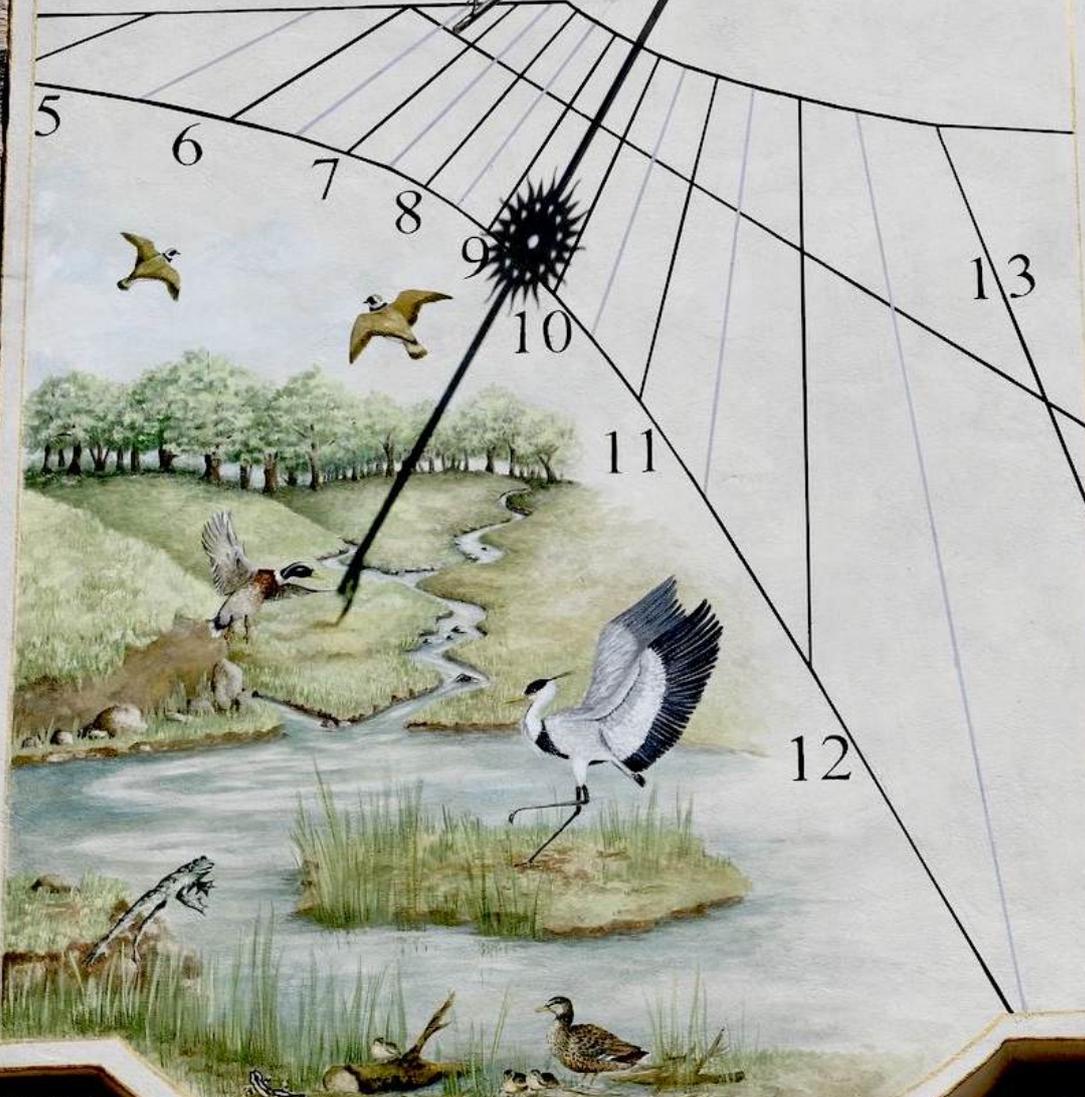
<sup>2</sup> [https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2022/04/mag-CSPT-n2-R\\_Torrenti.pdf](https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2022/04/mag-CSPT-n2-R_Torrenti.pdf)

Page suivante : cadran solaire récemment réalisé par Didier Benoît (voir son article<sup>1</sup> dans le n°2 de ce magazine) dans une propriété du lieu-dit Fontplane près de Carmaux (Tarn). Cette « fresque à l'allemande » a utilisé les techniques A et B des peintures minérales Keim (durée de vie en extérieur supérieure à 200 ans !). Le style polaire porte en décoration un disque solaire aux rayons ondes, ajouré des douze étoiles de l'UE. Avec la croix occitane qui coiffe le haut du cadran solaire ces deux symboles marquent l'appartenance du lieu. En bout du style figure la représentation du dieu Pan. Le thème du cadran solaire est celui de l'eau et des personnages légendaires qui hantent les bois, fontaines et prairies. La devise, en occitan, invite les passants à prendre le temps de se poser, d'écouter les sons de la nature et, pour les plus avertis, d'entendre la voix de créatures légendaires...

<sup>1</sup> [https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2022/04/mag-CSPT-n2-D\\_Benoit.pdf](https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2022/04/mag-CSPT-n2-D_Benoit.pdf)



Aquí  
es Font plana  
e mai la mormolh  
de la Serena.



2024