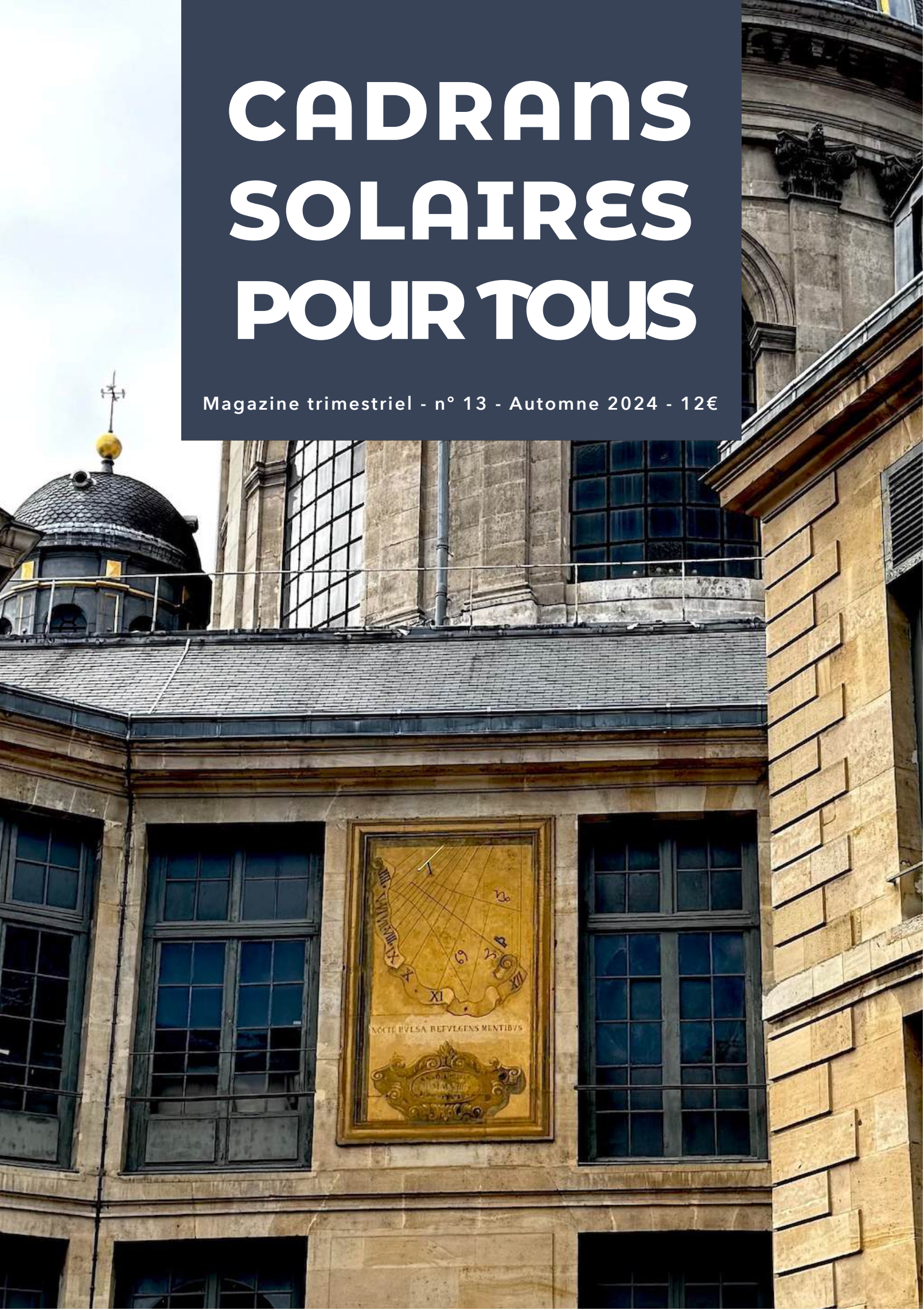


CADRANS SOLAIRES POUR TOUS

Magazine trimestriel - n° 13 - Automne 2024 - 12€



CONTENTS

- [5](#) **Editorial**
- [6](#) **News**
- [8](#) **Chronology of UK sundials - Mike Shaw**
Mike Shaw of the British Sundial Society (BSS) has compiled a chronology of UK sundials for readers of this magazine and invites those wishing to find out more to visit his association's information-rich website <https://sundialsoc.org.uk>
- [10](#) **Eratosthenes of Cyrene - Michèle Tillard**
More than 2,000 years ago, Greek scientists greatly improved knowledge of astronomy. After Aratus, Hesiod, Anaximander and Hipparchus, the author invites us to better understand the work of Eratosthenes, who notably estimated the circumference of the Earth with very good precision...
- [12](#) **A compass rose from Provence - Yves Opizzo**
The author invites us to design a compass rose, which can easily be transformed into an azimuth dial. But, passionate about precision, he suggests considering it in 32 directions and, inspired by his beloved Provence, chooses to adorn it with the 32 winds of Provence...
- [14](#) **A great example... - Roger Torrenti**
Discover the atypical journey of a gnomonist and dial maker who, without prior knowledge but on the basis of observations and experiments, succeeded with courage, determination and enthusiasm in mastering the field... A great example for all!
- [16](#) **GeoGebra simulation of a Capuchin sundial - Stéphane Letemplier**
Do you know this "Capuchin sundial", known since the 16th century, an altitude-based sundial with a very particular shape? The author invites us to find its layout and operating principle considering the celestial sphere and illustrations that he created using the free GeoGebra software.
- [18](#) **An inverted declining sundial - Pierre-Louis Cambefort**
Have you already seen, at the Cité des sciences et de l'industrie in Paris, this "inverted sundial" which projects a ray of light at each solar hour and thus allows you to read the present time? The author invites us to design and realize another type of inverted sundial: clever and simple!
- [20](#) **Restoration of a Hans Fischer sundial - Elisabeth Regamey**
In issue 6 of this magazine, Elisabeth Regamey had presented the restoration she had carried out of a sundial in the canton of Neuchâtel in Switzerland. Today she presents to us the restoration, in the canton of Vaud, of a sundial designed by the famous Hans Fischer ...
- [22](#) **The miracle of Ahaz's sundial - Yvon Massé**
God would have caused the shadow of the Sun to recede on the "steps of Ahaz" (palace steps or sundial?) so that Hezekiah, son of Ahaz and king of Judah (8th century BC) may his life be prolonged, death awaiting him... The author continues here to explore the "retrogradation of the shadow" and addresses this miracle.
- [24](#) **Sundials on a parameterized surface - Jean-Luc Astre**
Drawing an inclined and declining sundial, featuring Babylonian and sidereal hours dial, etc. Easy, but... have you ever dreamed of designing a sundial on any surface? With the latest version of CadsolOnline, the dream comes true!
- [26](#) **A very useful collaborative and freely accessible tool... - Fabio Savian**
Sundial Atlas is a collaborative, free-to-access tool that lists sundials from around the world: an essential tool, especially when you want to know which sundials you can admire during your next excursion near you or at the other end of the world!
- [28](#) **The scaphe of the Gallic Village - Jean-Paul Cornec**
The author takes us to a "solidarity leisure park" in Brittany, the « Village Gaulois » (<https://www.levillagegaulois.org>), where a fire destroyed a scaphe that he had helped to design. He describes this great achievement and expresses his determination to resurrect the project from its ashes...
- [30](#) **In Mulhouse, the Lambert Column - Jean-Marie Moebs**
The author traces the history of a column erected in Mulhouse for the centenary of the birth of Johann Heinrich Lambert, and moved many times. He also investigates the noon mark it displays, pleading for a new restoration of the monument on the occasion of its bicentenary.
- [32](#) **Developments of the Egyptian L-shaped dial - Ferdinando Roveda**
Do you know this portable, L-shaped sundial used by the Egyptians 3,500 years ago? The author, starting from the concept of this instrument, leads us, during a long and very original gnomonic journey, to examine its possible variations...
- [36](#) **Games and puzzles**
- [38](#) **Solutions to games and puzzles**
- [40](#) **Corncob - Claude Gahon**



SOMMAIRE

- [4](#) Crédits photos et illustrations
- [5](#) Éditorial
- [6](#) Actualités
- [8](#) Chronologie des cadrans solaires du Royaume-Uni - Mike Shaw
- [10](#) Ératosthène de Cyrène - Michèle Tillard
- [12](#) Une rose des vents de Provence - Yves Opizzo
- [14](#) Un bel exemple... - Roger Torrenti
- [16](#) Simulation GeoGebra du cadran solaire capucin - Stéphane Letemplier
- [18](#) Cadran solaire déclinant inversé - Pierre-Louis Cambefort
- [20](#) Restauration d'un cadran solaire de Hans Fischer - Elisabeth Regamey
- [22](#) Le miracle du cadran d'Achaz - Yvon Massé
- [24](#) Cadrans solaires sur une surface paramétrée - Jean-Luc Astre
- [26](#) Un outil collaboratif et libre d'accès bien utile... - Fabio Savian
- [28](#) Le scaphé du Village Gaulois - Jean-Paul Cornec
- [30](#) À Mulhouse, la colonne Lambert - Jean-Marie Moebs
- [32](#) Développements du cadran en L des Égyptiens - Ferdinando Roveda
- [36](#) Jeux et énigmes
- [38](#) Solutions des jeux et énigmes
- [40](#) Épi de maïs - Claude Gahon

Photo de couverture : créé à Paris en 1795, l'Institut de France, surnommé « Parlement du monde savant », regroupe cinq académies : l'Académie française, l'Académie des sciences, l'Académie des inscriptions et belles-lettres, l'Académie des beaux-arts, et l'Académie des sciences morales et politiques. Ses bâtiments sont ornés de trois cadrans verticaux : un cadran quasi-méridional double et deux cadrans déclinants, l'un du matin (côté chapelle), l'autre de l'après-midi (côté bibliothèque Mazarine). Les devises sont respectivement, pour le cadran du matin (sur la photo) NOCTE PVLSA REFVLGENS MENTIBVS Chassant la nuit et illuminant les esprits (le matin : moment de l'éveil spirituel) et, pour le cadran de l'après-midi SOL MATVRAT FRVCTVS MINERVAE Le soleil mûrit les fruits de Minerve (l'après-midi : mûrissement des travaux de l'esprit).

Ci-dessus : l'une des horloges monumentales du musée d'Orsay à Paris, vue depuis l'intérieur du bâtiment, qui abrita jusqu'au début des années 1980 la gare (ferroviaire) d'Orsay.

CRÉDITS PHOTOS ET ILLUSTRATIONS



- Couverture : Photo Roger Torrenti
- Page 3 : Photo Roger Torrenti
- Page 4 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Moussa Kalapo - Fichier : Femmes Photographes.jpg - Licence CC BY-SA 4.0)
- Page 6 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Jack Weir - Fichier : Land on the Moon 7 21 1969-repair.jpg - Domaine public) - Photo <https://fr.freepik.com/> - Photo Claude Gahon - Image extraite du site mentionné
- Page 7 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Sascha Kohlmann - Man Reading Newspaper (92181097).jpeg - Licence CC BY-SA 3.0) - Document Fabio Savian - Photo Roger Torrenti - Photo Fabio Savian
- Pages 8 et 9 : Photos mises à disposition par l'auteur
- Page 11 : Illustration Roger Torrenti
- Page 13 : Illustration Yves Opizzo
- Pages 14 et 15 : Photos mises à disposition par Nicole Aebischer
- Pages 16 et 17 : Illustrations Stéphane Letemplier - Photo Michel Lalos (<http://michel.lalos.free.fr/>)
- Pages 18 et 19 : Photo et illustrations Pierre-Louis Cambefort
- Pages 20 et 21 : Photos Elisabeth Regamey
- Pages 22 : Image extraite du site Gallica de la BnF <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k15201431/f460>
- Pages 24 et 25 : Illustrations Jean-Luc Astre
- Pages 26 et 27 : Illustrations Fabio Savian
- Pages 28 et 29 : Photos Jean-Paul Cornec
- Page 30 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Jacques Mrtzsn - Fichier : Colonne Lambert Mulhouse.jpg - Licence CC BY-SA 4.0) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Nicolas-Marie-Joseph Chapuy / Godefroy Engelmann - Fichier : Colonne Lambert Mulhouse 1829 Engelmann.png - Domaine public)
- Pages 32 à 35 : Illustrations Ferdinando Roveda
- Page 36 : Photo Roger Torrenti - Document Wikimedia Commons (Auteur : Pibcr - Fichier : Petit Beurre LU.jpg - Licence CC BY-SA 3.0)
- Page 37 : Illustration Pierre-Louis Cambefort - Document Wikimedia Commons (Auteur : I. Phuyardwik - Fichier : Csa6sol1.jpg - Licence CC BY-SA 3.0)
- Page 38 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Lyndon State College Meteorology - Fichier : Courant jet.png - Domaine public) - Illustration d'après document Wikimedia Commons (Auteur : Pibcr - Fichier : Petit Beurre LU.jpg - Licence CC BY-SA 3.0)
- Page 39 : Illustration David Alberto - Illustration Roger Torrenti
- Page 40 : Photos et illustration Claude Gahon
- Page 42 : Photo Roger Torrenti



ÉDITORIAL

Au niveau calendrier tout d'abord, deux dates à retenir, détaillées dans les *Actualités* de ce numéro, pages 6 et 7 :

- Le 22 septembre 2024 est le premier jour de l'an 233 de la République française et il est donc encore temps de commander (et de profiter pleinement de) votre exemplaire du *Calendrier républicain* spécial gnomonistes.
- Le 31 octobre est la date limite d'envoi des participations à notre *Concours international Cadrans solaires pour tous 2024* et vous avez donc le temps de peaufiner vos nouvelles, poèmes ou devises.

Au niveau éditorial maintenant, depuis le premier numéro de ce magazine, pensant à notre lectorat (qui ne se limite pas aux spécialistes férus d'histoires et démonstrations détaillées...), nous avons tenu à vous proposer des articles limités à 2 pages (illustrations et photos comprises), avec le cas échéant une version plus détaillée de l'article offerte en téléchargement. Nous remercions tous les auteurs qui se plient à cette forte contrainte (c'est la plupart du temps bien difficile !). Nous inaugurons cependant avec ce numéro les articles de 4 pages, le Comité éditorial ayant jugé pertinent de ne pas refuser des articles soumis par des auteurs et ne pouvant, malgré les efforts de l'auteur et les nôtres, être réduits à 2 pages. C'est le cas de l'article de Ferdinando Roveda en p. 32 à 35. Nous ferons de même à l'avenir lorsque de tels cas se présenteront.

Avec l'ajout d'un tel article, le présent magazine contient donc 13 articles et 42 pages et nous espérons que vous apprécierez son contenu.

Roger Torrenti
Responsable éditorial

EDITORIAL

First of all, in terms of calendar, two dates to remember, detailed in the *News* section of this issue, pages 6 and 7:

- September 22, 2024 is the first day of the year 233 of the French Republic and there is therefore still time to order (and take full advantage of) your copy of the *Special Gnomonist Republican Calendar* (in French or in English).
- October 31 is the deadline for submitting entries to our *2024 Sundials for All International Competition*, so you have time to prepare or polish your short stories, poems or mottos.

At the editorial level now, since the first issue of this magazine, thinking of our readership (which is not limited to specialists keen on quite detailed stories and demonstrations...), we have wanted to offer you articles limited to 2 pages (illustrations and photos included), with where applicable a more detailed version of the article available for download. We thank all the authors who comply with this strong constraint (most of the time it is very difficult!).

However, with this issue we are inaugurating 4-page articles, the Editorial Committee having considered it appropriate not to refuse articles submitted by authors and which can not, despite the efforts of the author and ours, be reduced to 2 pages. This is the case of the article by Ferdinando Roveda on p. 32 to 35. We will do the same in the future when such cases arise.

With the addition of such an article, this magazine therefore contains 13 articles and 42 pages and we hope that you will enjoy its content.

Roger Torrenti
Editorial manager

contact@cadrans-solaires.info

ACTUALITÉS



CONCOURS 2024

Vous avez jusqu'au 31 octobre 2024 à minuit (UTC !) pour participer à notre *Concours international Cadrons solaires pour tous 2024*.

Envoyez à concours@cadrans-solaires.info une courte nouvelle (2 pages maximum) ou un poème (1 page maximum) ayant pour thème un cadran solaire, voire simplement une devise de cadran solaire que vous aurez imaginée. Un jury, réunissant les membres du Comité éditorial du magazine et présidé par Alix Loiseleur des Longchamps, Michèle Tillard et David Alberto, sélectionnera les lauréats, qui seront dévoilés et mis en valeur dans le n°14 du magazine à paraître début décembre 2024.

Le règlement détaillé du Concours 2024 peut être téléchargé, en français ou en anglais, à l'adresse <https://bit.ly/4b8wxg3>.



INSPIRÉ PAR L'EMBLÈME DES JO 2024

L'emblème des jeux olympiques et paralympiques de Paris (une médaille d'or, le visage de Marianne et une flamme) a inspiré Claude Gahon (claudegahon@yahoo.fr), qui a conçu et réalisé le prototype d'un cadran solaire représentant cet emblème et pivotant autour d'un disque équatorial. On lit l'heure en faisant pivoter l'emblème jusqu'à ce que son ombre sur le disque soit la plus étroite possible.

Une belle idée qui aurait eu toute sa place, dans une version monumentale, à l'entrée du village olympique ou du stade de France, ou sur les bords de la Seine, et qui aurait invité le passant à tourner l'emblème pour lire l'heure...



UN COUTEAU SUISSE BIEN UTILE

Yvon Massé a mis en ligne sur son forum « Aux cadrans solaires » un bien utile « couteau suisse » à l'intention des gnomonistes.

Il permet d'établir la correspondance bilatérale entre les heures légales et les heures solaires, ainsi qu'entre le calendrier usuel (grégorien) et le calendrier zodiacal, ce qui donne notamment en quelques clics l'heure de passage du Soleil au méridien, la date de son entrée dans les différents signes ou d'autres informations classiques propres à la position du Soleil.

Pour l'utiliser, rendez-vous sur <https://gnomonique.fr/forum/> et taper « couteau suisse » dans l'outil de recherche du forum.

Latitude : 43.6° 00' Nord	Haut. lev./cou. : -0.57°
Longitude : 7.104° 00' Est	Année : 2024
Localisation du système	
Date et heure légale	Degrés, signe et heure solaire
15 juin	24.9° Gémeaux
14 h 44 m 29 s	13 h 12 m 16 s
Date et heure du système	
UTC : 2024-06-15 12:44:29	Hauteur : 64.80°
Équ. du temps : 0 min 38 s	Haut. + réfraction : 64.80°
Déclinaison : 23.34°	Azimut : 41.97° Ouest
Lever : 5 h 51 m 01 s	Coucher : 21 h 13 m 30 s

EN TÉLÉCHARGEMENT LIBRE...

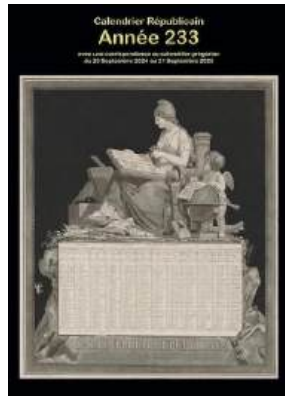
Les livres et opuscules produits par le comité éditorial du magazine (*Glossaire gnomonique*, *Chronologie des cadrans solaires* et sa *Frise chronologique* associée, *50 Jeux et énigmes*) et *Le livre du MOOC* sont toujours en téléchargement libre depuis l'adresse ci-après. Profitez-en ! <https://www.cadrans-solaires.info/les-livres/>.





ACTUALITÉS

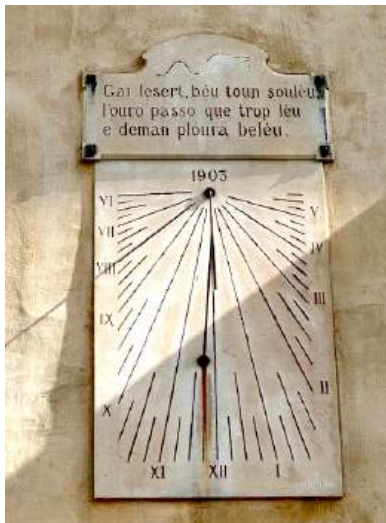
CALENDRIER RÉPUBLICAIN EN FRANÇAIS



L'an 233 de la République française commence le 22 septembre 2024. Il est encore temps de commander (et de profiter pleinement de) la version française de ce calendrier historique et poétique, avec des indications gnomoniques pour chaque jour de l'année et une référence aux dates de notre calendrier grégorien ainsi qu'aux constellations du zodiaque.

Une initiative de l'italien Fabio Savian encouragée par notre magazine. À offrir ou à s'offrir, au prix de 15 € (frais d'expédition inclus) en contactant Fabio Savian par email à l'adresse fabio.savian@nonvedolora.it.

LA MAISON DU LÉZARD...

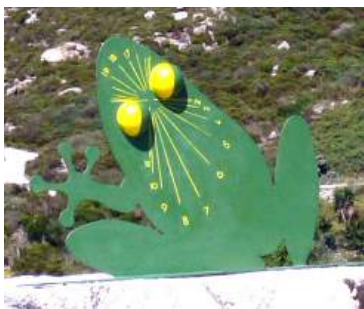


Frédéric Mistral est l'un des deux seuls prix Nobel de littérature écrivant dans une langue régionale non reconnue par son pays. Il occupa successivement trois maisons dans son village de Maillane (Bouches-du-Rhône) où il naquit et mourut.

Sur la façade de la seconde, la « Maison du lézard », un cadran solaire avec une belle devise (en provençal bien sûr) « Gai lézard, bois ton soleil, l'heure ne passe que trop vite et demain il pleuvra peut-être ». Sa troisième et dernière demeure (en face de la « Maison du lézard ») est devenue le musée qui lui est consacré.

En cours de rénovation, il rouvrira ses portes fin 2024. Une visite à ne pas manquer si vous passez par le massif des Alpilles, près de Saint-Rémy-de-Provence. D'ici là, lisez ou relisez Mirèio, le « Poème provençal » de Frédéric Mistral !

UNE ÉNORME GRENOUILLE...



Ne soyez pas étonné, si vous passez par la belle commune de Aiello del Friuli, dans la province italienne d'Udine, d'apercevoir... une énorme grenouille sur une place publique !

C'est l'une des dernières créations du prolifique Fabio Savian (fabio.savian@nonvedolora.it), un cadran solaire monumental vertical à deux faces, indiquant les heures italiques et babyloniennes, par l'ombre (tangente à une ligne horaire) des yeux (demi-sphères) de l'amphibien.

UNE MINE D'OR À VISITER OU REVISITER...



Le site web du tant regretté Michel Lalos, véritable mine d'or pour tous les amateurs de gnomonique et de cadrans solaires, est toujours en ligne <http://michel.lalos.free.fr/>. Nous ne pouvons que conseiller à tous de prendre un moment pour le visiter ou le revisiter...

CHRONOLOGIE DES CADRANS SOLAIRES DU ROYAUME-UNI

Mike Shaw

Mike Shaw de la British Sundial Society (BSS) a compilé pour les lecteurs de ce magazine une chronologie des cadrans solaires du Royaume-Uni et invite les lecteurs désirant en savoir plus à visiter le site (riche d'informations) de son association <https://sundialsoc.org.uk>

Cadran canonial à Bewcastle, considéré comme le plus ancien du Royaume-Uni



Vieux cadran-globe dans un jardin anglais



Cadran icosaédrique (20 faces) au palais de Holyrood à Édimbourg



Cadran double traditionnel de John Knox à Édimbourg



Cadran avec putti dans un jardin anglais



Cadran dans les jardins d'un château du pays de Galles



Vieux cadran vertical avec épigramme



Sphinx supportant un cadran-croix à Port Sunlight (Angleterre)



Héliochronomètre Pilkington & Gibbs



Grand cadran horizontal avec emblème du Rotary dans un parc public de Melton Mowbrey (Angleterre)



« Cadran aux dauphins » donnant l'heure légale à l'Observatoire de Greenwich



Cadran vertical commémoratif moderne à l'extérieur d'un musée des sciences



Cadran polyédrique moderne à Bolton, Angleterre



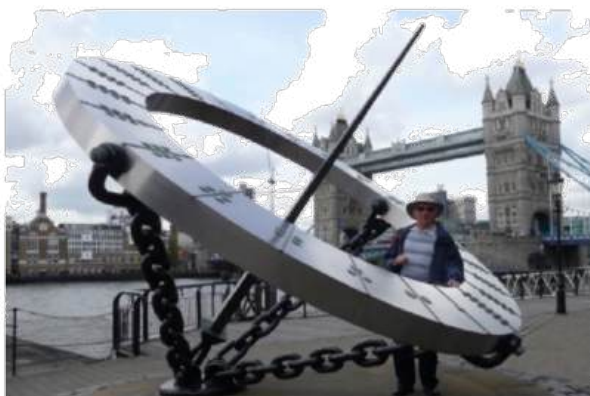
Cadran analemmatique moderne dans l'espace public d'un village anglais



Cadran vertical moderne sur le mur d'une église



Cadran moderne avec un Bedlington terrier s'appuyant sur le style



Cadran équatorial monumental près du Tower Bridge à Londres



Cadran polaire dans un jardin privé : les courbes de déclinaison correspondent aux anniversaires des membres de la famille

Il y a plus de 2 000 ans, des savants grecs ont beaucoup amélioré les connaissances en astronomie. Après Aratos, Hésiode, Anaximandre et Hipparque, l'auteur nous invite à mieux connaître les travaux d'Ératosthène, qui estima notamment avec une très bonne précision la circonférence de la Terre...

Né à Cyrène, cité grecque de l'actuelle Libye, à l'époque sous la domination de l'Égypte des Ptolémées, Ératosthène (276-194)* se définit d'abord comme un homme libre : sa vie, dans une période particulièrement troublée, a été retracée dans un beau roman de Thierry Crouzet, *Ératosthène* (Éditions l'Âge d'homme, 2014).

* sauf mention contraire, toutes les dates ci-dessous sont à comprendre "avant J.-C.

Il étudie sous la direction du grammairien Lysanias, puis il quitte Cyrène pour Athènes, où il suit quelque temps l'école stoïcienne, et où il rencontre peut-être Zénon ; mais il se refuse à se limiter à une seule école philosophique, et il fréquente également Arcésilas de Pytane, élève du mathématicien et astronome Autolykos, fondateur de la Nouvelle Académie, Ariston de Cos, scholarque du Lycée, et Bion le Cynique. Fort de cette expérience multiple, il écrit un *Contre les philosophes* qui lui vaudra la haine de l'ensemble de ceux-ci. Il part ensuite, vers 237, à Alexandrie, où Ptolémée III Évergète le nomme précepteur de Ptolémée IV Philopator, puis en 234 directeur de la Grande Bibliothèque, où il succède ainsi à Callimaque de Cyrène et à Apollonios de Rhodes. Il le restera jusqu'à sa mort en 194, sous Ptolémée V. C'est peu après son arrivée à Alexandrie qu'il commence, en 235, une correspondance amicale et scientifique avec Archimède, jusqu'à la mort de celui-ci en 212.

Comme en philosophie, il revendique un grand éclectisme dans ses recherches : il sera à la fois poète, philosophe, mathématicien, astronome, géographe, historien et lexicographe. Son œuvre scientifique est considérable et couvre donc de nombreux domaines :

- En mathématique, il inventa le « crible » (κόσκινοϛ) qui porte son nom¹, et qui permet de déterminer simplement les nombres premiers (un nombre premier n'est divisible que par 1 et par lui-même) inférieurs à un nombre donné.
- Il fut l'un des inventeurs de la géographie, et reconnu comme tel par Strabon, qui le cite

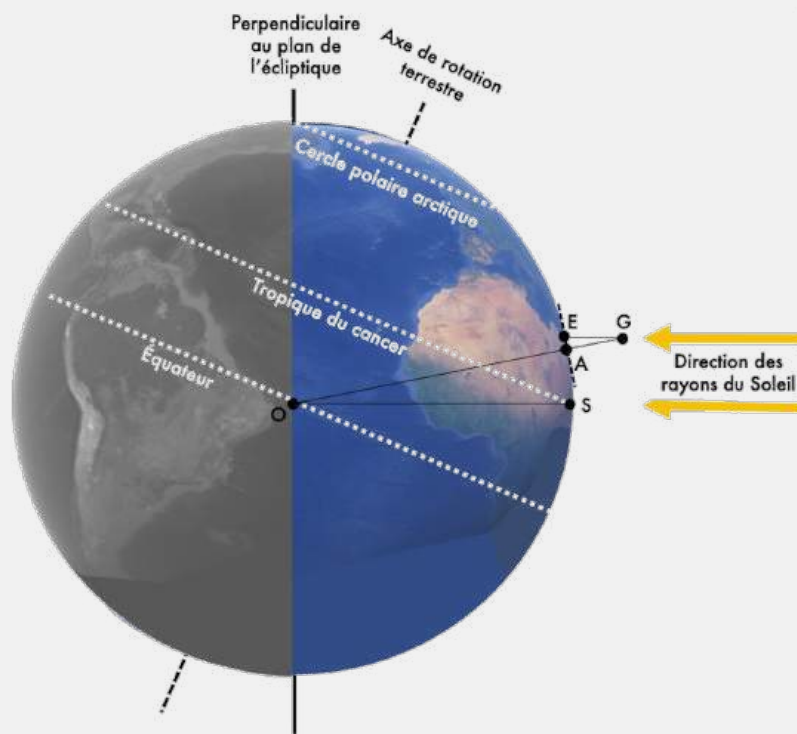
abondamment, notamment dans les livres I et II de sa *Géographie*.

- Il s'intéresse aux calendriers et à la mesure du temps : il propose une chronologie universelle fondée sur la guerre de Troie, qu'il situe en 1184-1183, une approximation assez juste puisque les fouilles archéologiques ont déterminé une date autour de 1200 ; et il compose un traité sur les calendriers appelé *l'Octaétéride* pour tenter de faire coïncider le cycle lunaire et le cycle solaire. Il influença probablement la réforme de Ptolémée III, qui ajoutait un jour supplémentaire tous les quatre ans au calendrier de Solon : cette réforme de 238, appelée « décret de Canope », préfigurait le calendrier julien.

Mais il est surtout connu pour avoir calculé la circonférence de la Terre, en se fondant sur les travaux de ses prédécesseurs, tout en les dépassant par une intuition géniale. Il part tout d'abord de l'hypothèse d'Aristarque : le Soleil est en fait plus gros que la Terre, et il en est très éloigné. Ses rayons sont donc pratiquement parallèles entre eux. Il connaît la tentative assez malheureuse de Dicéarque (375-285) qui avait abouti à un calcul de 300 000 stades égyptiens (le stade égyptien mesure 157,50 m).

Mais Ératosthène part d'un fait observé : dans la ville de Syène (aujourd'hui Assouan en Égypte), au solstice d'été, le Soleil illumine brièvement à midi solaire le fond d'un puits ; il est donc alors parfaitement à l'aplomb de la surface terrestre (au zénith). Or il en va différemment à Alexandrie où il mesure l'ombre portée d'un gnomon, au solstice d'été à midi solaire, et l'angle formé par les rayons du Soleil avec la verticale (voir schéma page suivante). Il trouve 1/50^{ème} d'angle plein (soit $360^\circ / 50 = 7,2^\circ$) Quant à la distance entre Syène et Alexandrie, il l'obtient grâce aux mesures des arpenteurs de Ptolémée (plus anecdotiquement par le nombre de pas des chameaux entre les deux villes) et trouve 5 000 stades (787,50 km). Il en déduit que la circonférence de la Terre est donc de $5\,000 \times 50$ stades (39 375 km), soit, à 2% près, les valeurs calculées aujourd'hui : 40 075 km à l'équateur, 40 008 km pour un méridien !

¹ https://fr.wikipedia.org/wiki/Crible_d%27%C3%89ratosth%C3%A8ne



Sur l'illustration ci-contre, O est le centre de la Terre, S la ville de Syène et A celle d'Alexandrie, AG le gnomon installé à Alexandrie, AE l'ombre projetée par le gnomon sur le plan horizontal.

Nous sommes au solstice d'été, à midi solaire à Syène et Alexandrie ; les deux villes sont sur le même méridien (hypothèse acceptable d'Ératosthène). Le Soleil est au zénith à Syène ; la latitude de cette ville peut justifier de la considérer comme située sur le tropique du Cancer.

Les angles \widehat{SOA} et \widehat{AGE} sont égaux puisque OS et EG sont parallèles.

Ératosthène ayant mesuré une valeur de $1/50^{\text{ème}}$ de 360° pour l'angle \widehat{AGE} , il en déduit que la distance (l'arc de méridien) SA (787,50 km) correspond au $50^{\text{ème}}$ de la circonférence de la Terre.

D'où son estimation de 39 375 km pour la circonférence de notre planète, qui s'avère encore aujourd'hui comme une estimation d'une bonne précision : les mesures par Ératosthène de la distance SA et de l'angle AGE ont été faites avec beaucoup de rigueur (même si une heureuse compensation des erreurs existe) !

Il aurait également calculé l'obliquité terrestre (inclinaison de son axe de rotation par rapport à l'écliptique, plan de sa révolution autour du Soleil), peut-être après Pythéas, dont il fut le premier à prendre le récit au sérieux.

Son œuvre la plus importante s'intitule *les Catastérismes*. Elle a été publiée en 2013 aux éditions Les Belles-Lettres (édition critique de Jordi Pàmias I Massana et traduction de Arnaud Zucker, avec une remarquable introduction). Bien qu'inspiré d'Aratos², ce n'est pas un catalogue d'étoiles, mais plutôt un travail mythographique, rappelant la transformation de héros ou d'objets en constellations.

Nous ne la connaissons aujourd'hui que par un épitomé (condensé d'ouvrage) et quelques fragments ; on ne sait pas grand-chose de l'original, antérieur d'un siècle à l'œuvre d'Hipparque³. Il consiste en l'examen systématique des constellations, établissant un catalogue de 736 étoiles sur les quelque 3 000 visibles à l'œil nu dans le ciel d'Alexandrie ; il ne s'agit donc que d'un choix assez limité d'étoiles, sélectionnées pour leur éclat et leur position marquante, permettant d'identifier la figure ou l'une de ses parties, ou encore un lever ou un coucher significatif pour déterminer l'heure ou la saison.

Chaque constellation fait l'objet d'une notice, en deux parties : l'une donne une description purement astronomique (inventaire et position des étoiles), l'autre un récit sur le destin du personnage, jusqu'à sa catastérisation, c'est-à-dire sa métamorphose en constellation.

L'œuvre comprend 44 chapitres : 42 pour les constellations, 1 pour les planètes et 1 pour la Voie lactée. Mais la réalité astronomique passe au second plan, au profit de l'exposé mythographique. On ne trouve en effet aucune référence, dans *les Catastérismes*, aux nombreux ouvrages décisifs qui les ont précédés, de *La Sphère en mouvement* d'Autolykos (v. 330) aux traités d'Euclide, en passant par *Les Dimensions et distances du Soleil et de la Lune* d'Aristarque de Samos, le *Traité des coniques* d'Apollonios de Pergè ni même les traités d'Archimède qu'il devait pourtant tout particulièrement connaître... On peut donc dire que dans son ouvrage, Ératosthène fait essentiellement un travail de mythographe, plus que d'astronome.

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

² Voir article sur Aratos dans le numéro 11 du magazine <https://www.cadran-solaires.info/wp-content/uploads/2024/03/mag-CSpour-tous-n11.pdf>

³ Voir article sur Hipparque dans le numéro 7 du magazine <https://www.cadran-solaires.info/wp-content/uploads/2023/02/mag-CSpour-tous-n7.pdf>

UNE ROSE DES VENTS DE PROVENCE...

Yves Opizzo

L'auteur nous invite ici à tracer une rose des vents, qui pourra se transformer facilement en cadran d'azimut. Mais, passionné de précision, il suggère de tracer une rose des vents à 32 directions et, inspiré par sa Provence bien aimée, choisit pour l'orne les 32 vents de Provence...

Ah, ma Provence adorée et dorée ! Le climat idyllique, la mer, les montagnes, les fleuves et rivières, les lacs, déserts, villages sublimes, calanques profondes... tout attire chez toi !

Tout ? Peut-être pas le vent, tout de même, mais quel vent ? On n'en compte pas moins de 32, venant, comme il se doit, d'autant de directions différentes. Il n'en faut pas davantage pour penser aux 32 points du compas (grande boussole marine). Peut-être vous demandez-vous d'où viennent ces points, pourquoi pas un multiple de 10 ? C'est très simple : il est bien plus aisé de couper un angle en deux dans sa tête, plutôt qu'en cinq. Donc, coupons en deux le cercle, puis les deux parties en deux, les quatre en deux, les huit en deux, et les seize en deux, et nous avons nos points mentionnés. En allant encore plus loin, en multipliant par vingt, nous obtenons la graduation « militaire » 640, qui est celle de mon théodolite T2 de Wild (dans les 70 ans).

Mais continuons cette joyeuse série et divisons encore par 2, ce qui donne 64, par 2, 128, par 2, 256, par 2, 512 et encore par 2, 1024 (ou 2^{10}), chiffre que l'on retrouve dès le début de l'informatique (1 octet étant égal à 8 bits) : 1 Kiloctet (Ko) = 1 024 octets, 1 Mégaoctet (Mo) = 1 024 Kiloctets, etc.

La mathématique et l'informatique feraient-elles bon ménage avec la poésie ? Oui ! Et en voici une preuve : les noms poétiques de ces vents provençaux indiquent vraiment une direction géographique.

Alors, plutôt que dessiner une rose des vents banale, avec seulement quelques rayons, pourquoi ne pas utiliser les 32 vents de Provence ? Vous n'habitez pas là ? Qu'importe, il suffira de remplacer les noms par d'autres, que ce soient des vents, des villes ou autre chose. Et en plaçant un style droit exactement au centre de votre rose des vents, le Soleil, par l'ombre du style, vous indiquera son azimut du moment (à l'opposé de l'ombre), sa direction par rapport au sud pour les astronomes.

Les navigateurs comptent l'azimut depuis le nord, mais ce n'est qu'une convention. Il serait facile aussi d'obtenir la hauteur du Soleil (ou de la Lune d'ailleurs), mais les cercles dépendront de la hauteur du style.

Or, azimut et hauteur sont les deux coordonnées dites locales d'un astre. La rose des vents devient alors un objet assez fascinant, donnant diverses informations. Nous reparlerons de ces coordonnées locales, censées ne pas être « déplaçables ».

Et comme vous avez déjà vu dans ce magazine¹ qu'un théodolite est un merveilleux instrument permettant de mesurer des angles avec une grande précision, vous pourrez facilement tracer la rose au sol, voire en partie sur un mur ou même sur deux. Avec un très grand rapporteur, comme celui décrit dans un précédent numéro du magazine², vous n'aurez aucune difficulté majeure pour ce tracé.

Mais il vous faudra d'abord trouver le nord. En l'occurrence, une bonne boussole pourrait suffire, c'est vrai. Mais si vous avez construit le rapporteur en question, ou mieux encore si vous pouvez vous procurer un théodolite, même purement mécanique, donnez-vous un peu plus de peine pour trouver le méridien du lieu, ce n'est pas si difficile. Google Earth peut d'ailleurs vous aider fort efficacement.

Rappelons ici les formules pour calculer azimut (Az) et hauteur (h) de tous les astres, donc du Soleil et de la Lune (φ est la latitude du lieu, δ la déclinaison de l'astre, qui change sans cesse pour le Soleil et pour la Lune, AH l'angle horaire en degrés, donc le TVL (temps vrai local) converti en degrés avec $1^\circ = 4 \text{ min}$ (attention : le point . signifie multiplication) :

$$\text{Az} = \arctan(\sin \text{AH} / (\sin \varphi \cdot \cos \text{AH} - \cos \varphi \cdot \tan \delta))$$

$$h = \arcsin(\sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos \text{AH})$$

Vous pourriez tout aussi bien graver le nom de villes lointaines se trouvant dans cet azimut, en partant de la "route orthodromique", bien connue des navigateurs, qui la nomment "route-fond".

¹ Voir https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/05/mag-CSpour-tous-n12_Y-Opizzo.pdf

² Voir https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/03/mag-CSpour-tous-n11_Y-Opizzo.pdf

UN BEL EXEMPLE... Roger Torrenti

Découvrez le parcours atypique d'une gnomoniste et cadranière qui, sans connaissance préalable mais sur la base d'observations et d'expérimentations, a réussi avec courage, détermination et enthousiasme, à maîtriser le domaine... Un bel exemple pour tous !

Nicole Aebischer aebischer.nicole@wanadoo.fr est née en 1931 à Paris et y fait ses études, obtenant en 1954 un diplôme d'Ingénieur opticien de l'École Supérieure d'Optique (SupOptique), aujourd'hui sur le campus de Paris-Saclay. Invitée au mariage à Besançon de sa meilleure amie, elle rencontre à cette occasion son futur époux Yves et s'établit rapidement dans cette ville, berceau historique de l'horlogerie française dont le Musée du temps, aux riches collections a été inauguré en 2002, une ville se revendiquant « capitale du temps ». Elle travaille comme ingénieure de recherches au laboratoire d'optique de la faculté des sciences de Besançon jusqu'en 1988, année où elle est contrainte de prendre une retraite anticipée pour raisons de santé.

C'est seulement alors qu'elle s'intéresse à la mesure du temps et plus particulièrement aux cadrans solaires, se rappelant une expérience de jeunesse décevante (elle avait alors 12 ans) : elle avait planté un bâton dans un champ et avait essayé en vain d'associer le mouvement de l'ombre du bâton à l'heure de sa montre...

Sans connaissance en gnomonique, elle part du constat que les cadrans solaires indiquent traditionnellement l'heure solaire et nécessitent donc (depuis que l'on est passé de l'heure locale à l'heure légale par la loi du 14 mars 1891 unifiant l'heure sur l'ensemble de l'Hexagone), des conversions longues et compliquées pour en déduire l'heure légale, celle de nos montres. Il faut en effet, pour déduire l'heure légale de l'heure solaire (donnée par un cadran solaire), effectuer une correction de longitude, ajouter l'équation du temps, tenir compte enfin de l'éventuelle « heure d'été ». Nicole Aebischer refuse cette situation et, « sans faire de calcul, mais avec de la suite dans les idées », se demande comment faire indiquer directement l'heure légale par un cadran solaire qui serait alors « vraiment utile »...

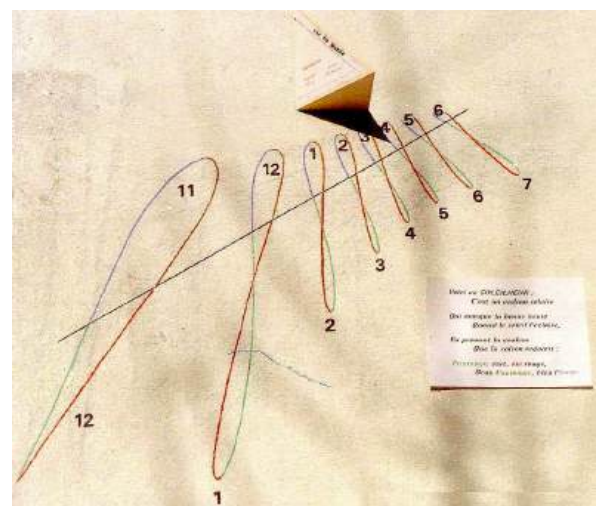
Elle commence par fixer des styles tétraédriques sur 3 murs de sa maison (orientés SE, SO et NO) et note à chaque heure entière de la montre la position de l'ombre de leur extrémité, jour après jour, saison après saison, et ce pendant 3 ans ! Les jours ne sont en effet pas tous ensoleillés à Besançon...

Elle voit se former des « huit », ces analemmes (reflétant l'évolution de l'équation du temps) qui figurent quelquefois dans les cadrans autour de la ligne de midi solaire, voire sur chaque ligne horaire ou sur le côté du cadran.

Elle tient son cadran à heure légale !

Commence alors la longue saga du « Soleilheur », le nom générique qu'elle donne aux cadrans solaires qu'elle conçoit et réalise, marque qu'elle dépose en 1991 et qu'elle accompagne d'une demande de brevet¹ pour des « Cadrans solaires à heure légale panoramiques », panoramiques car conçus (ils sont tracés sur plusieurs plans contigus ou sur des surfaces concaves, cylindriques) pour pouvoir être éclairés toute la journée, offrant donc une large plage de lecture de l'heure...

Au fil du temps elle améliore et étend son concept : elle utilise des couleurs différentes pour le tracé des analemmes afin de distinguer les saisons et rendre la lecture plus facile, met en valeur des courbes diurnes (tracées mois par mois), découvre l'intérêt des styles polaires et des cadrans équatoriaux, utilise une double indication des heures (l'une pour l'heure d'hiver, l'autre pour l'heure d'été), et propose des cadrans en deux parties, pivotants, chaque partie étant consacrée à une période de l'année (du solstice d'hiver au solstice d'été et du solstice d'été au solstice d'hiver) les analemmes étant alors scindés en 2 « S » et devenant plus faciles à lire.



Un soleilheur de façade de Nicole Aebischer

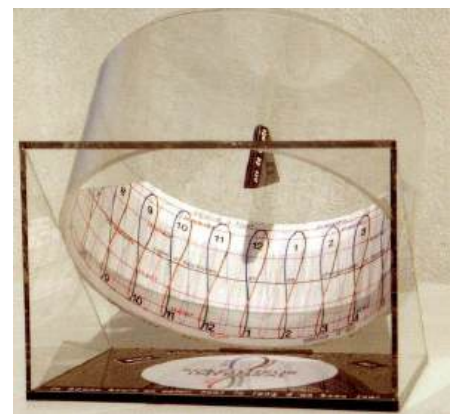
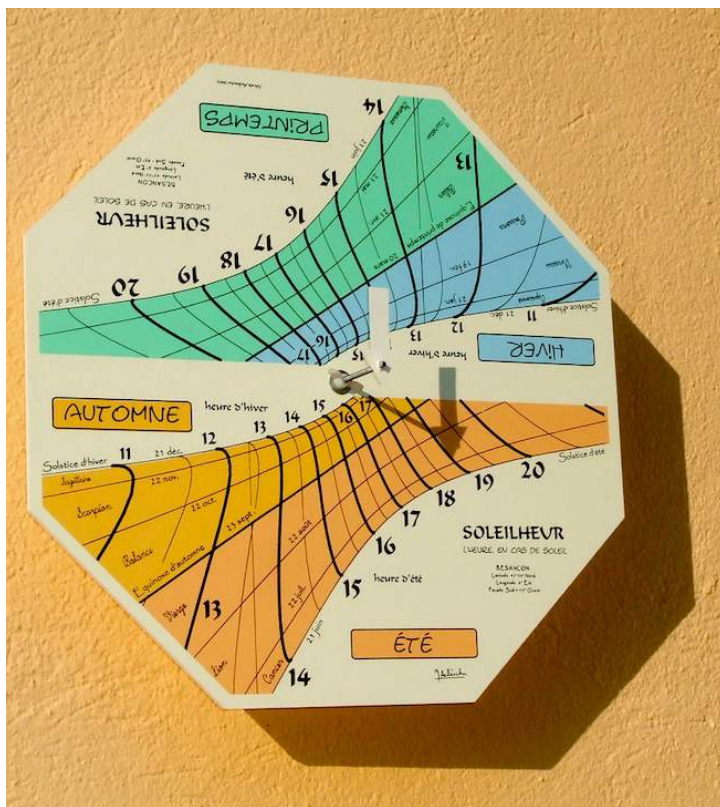
En parallèle, elle complète ses connaissances par la lecture d'ouvrages spécialisés et bien entendu réalise ou fait réaliser de nombreux cadrans de façade², cadrans équatoriaux, cylindriques, etc. et a même commercialisé de petites éditions. Nicole Aebischer a également conduit le développement d'un logiciel³, baptisé Wincad, pour tracer des « soleilheurs », d'une précision annoncée de 1 minute... Enfin elle a vu des articles consacrés à ses travaux, paraître dans des revues, comme ceux parus⁴ dans Opto en 2009 et 2010.

Elle a enfin, avec le sculpteur Paul Gonez, développé le projet d'un soleilheur monumental qui attend de trouver sa place dans un espace public de Besançon.

Cette « saga du Soleilheur » est détaillée sur le blog <http://soleilheur.blogspot.com/> et le site <http://soleilheurs.fr/> de Nicole Aebischer.

Le mérite de Nicole Aebischer tient moins à l'originalité des beaux cadrans qu'elle a conçus et construits (il existait déjà, à l'époque où elle créait ses soleilheurs, des cadrans donnant l'heure moyenne voire légale) qu'à sa démarche : partant de 0 elle a découvert, petit à petit, par l'observation et l'expérimentation, les « secrets » de la gnomonique, puis approfondi ses connaissances par la lecture d'ouvrages spécialisés, et poursuivi avec obstination et enthousiasme sa démarche jusqu'à ce qu'elle devienne une gnomoniste - cadranière confirmée.

Un soleilheur de façade pivotant



Soleilheur équatorial



Maquette d'un soleilheur monumental

Aujourd'hui âgée de 92 ans, et résidant toujours dans le Doubs, Nicole Aebischer conserve un enthousiasme intact et est ravie de partager ses connaissances et son expérience avec le plus grand nombre. Un bel exemple pour tous ceux que la gnomonique intéresse. Observez et expérimentez, essayez de comprendre, lisez des ouvrages spécialisés ou suivez des cours en ligne, et vous serez heureux de progresser rapidement dans ce domaine a priori complexe mais en réalité assez simple et passionnant. Enfin, partagez votre savoir !

Cet article a été élaboré sur la base d'échanges avec Nicole Aebischer et des documents qu'elle a aimablement mis à notre disposition (disponibles en téléchargement par les liens ci-dessous).



¹ https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/06/Soleilheur_Brevet.pdf

² <https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/06/Soleilheur-Facade.pdf>

³ https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/06/Soleilheur_Cahier-charges.pdf

⁴ https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/06/Soleilheurs_Opto.pdf

SIMULATION GEOGEBRA DU CADRAN SOLAIRE CAPUCIN

Stéphane Letemplier

Connaissez-vous ce « cadran capucin » décrit au XVI^e siècle, cadran solaire de hauteur à la forme si particulière ? L'auteur nous invite à retrouver son tracé et son principe de fonctionnement à partir de la sphère céleste et d'illustrations qu'il a créées en utilisant le logiciel libre GeoGebra.

Le logiciel de géométrie dynamique GeoGebra permet de simuler de nombreux cadrans solaires. Il offre la possibilité de les animer en fonction des différents paramètres (latitude, déclinaison, heure...) à l'aide de curseurs, ce qui permet de visualiser différentes configurations. De plus, voir simultanément en 2 et 3 dimensions fait de ce logiciel un outil pédagogique intéressant pour la compréhension des cadrans solaires.

L'objectif de la simulation présentée ici est de montrer le lien entre la sphère céleste et le cadran de hauteur capucin. Elle a été conçue suite à la lecture d'un article d'Yvon Massé (<https://qnomonique.fr/qnomon/democh.htm>).

Un cadran de hauteur capucin est constitué de cinq éléments (voir fig. 1) :

- Une échelle de date (segment rouge).
- Une cordelette lestée (demi-droite verte) dont le point de suspension peut être déplacé sur l'échelle des dates.
- Une perle coulissante sur la cordelette (point vert).
- Un « capuce » (rappelant le capuchon en pointe des moines capucins) formé de deux arcs de cercle avec des lignes horaires (lignes bleues),
- Deux pinnules (petits segments noirs) pour viser le Soleil.

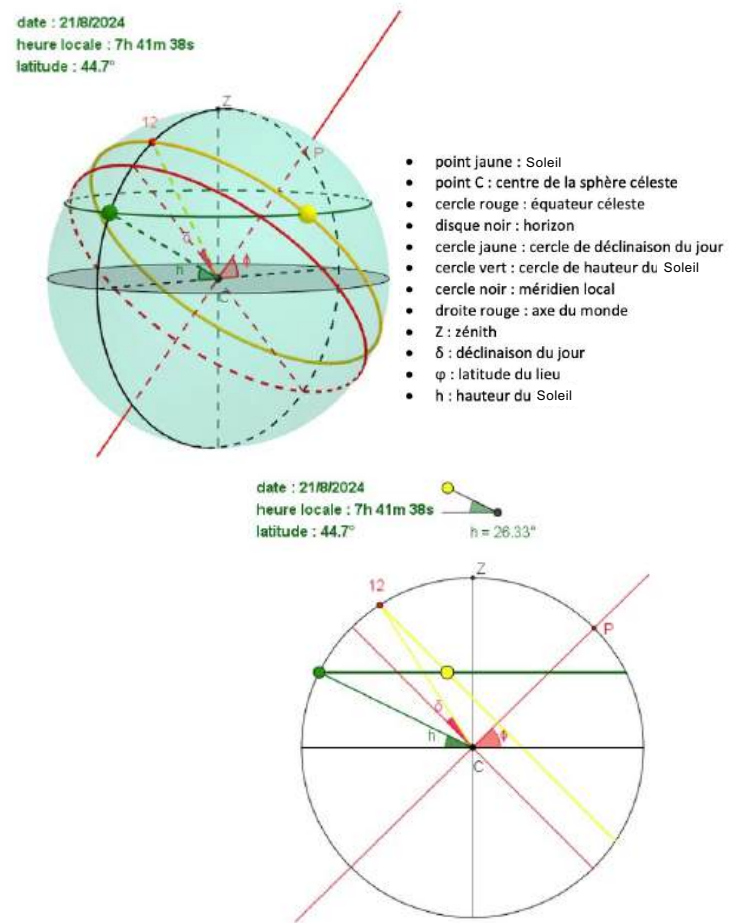
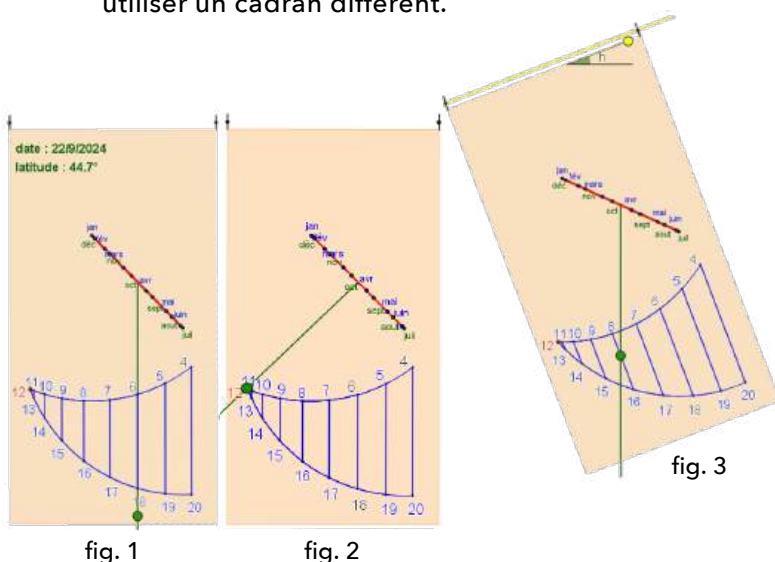
Théoriquement, pour chaque latitude, il faut utiliser un cadran différent.

Pour déterminer l'heure solaire, il faut :

- placer l'extrémité de la cordelette sur la date du jour (fig. 1),
- tendre la cordelette de façon à ce qu'elle passe par la pointe du capuce puis régler la perle en la faisant coulisser jusqu'au point 12 h (fig. 2),
- maintenir le plan du cadran verticalement,
- lâcher la cordelette lestée, puis à l'aide des pinnules, incliner le cadran dans la direction du Soleil (fig. 3),
- lire ensuite l'heure solaire indiquée par la perle.

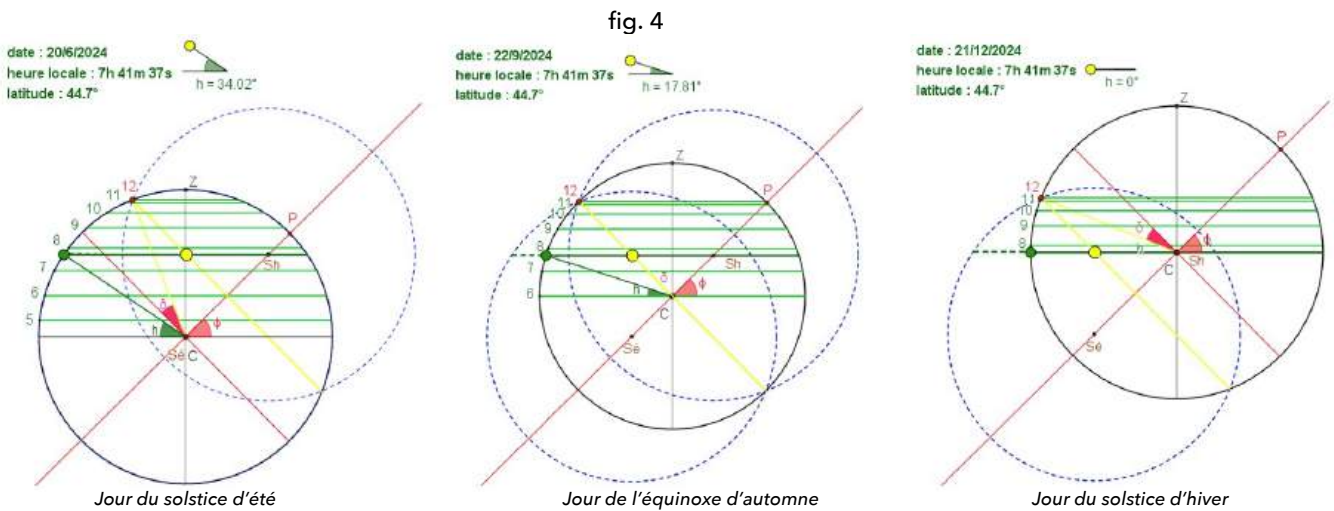
Sur la figure 3, on lit 8 h ou 16 h selon le moment de l'observation (matin ou après-midi).

Voyons maintenant le lien entre la sphère céleste et les différents éléments du cadran capucin. Ci-dessous, la sphère céleste, et, au bas de la page, sa projection orthogonale dans le plan du méridien local.



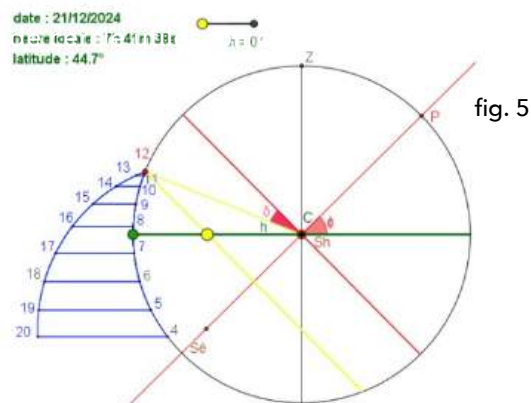
Sur la figure 4, les segments verts sont les projections des cercles d'égaux hauteurs pour chaque heure entière où le Soleil est au-dessus de l'horizon. Chaque segment, sauf celui de 12 h, correspond à la hauteur du Soleil pour une heure du matin et une heure de l'après-midi : 11 h - 13 h, 10 h - 14 h... Le segment jaune, projection du cercle de déclinaison du Soleil, est fixe. C'est le rayon du cercle méridien qui varie en fonction de la déclinaison du Soleil (date).

Son centre C se déplace sur l'axe du monde entre le point Sé au solstice d'été et le point Sh au solstice d'hiver. Quelle que soit la date, le point 12 h est fixe. Le point vert, extrémité gauche du segment de hauteur du Soleil pour une heure donnée, se déplace horizontalement (sur le segment en pointillés) en fonction de la date, entre le cercle méridien au solstice d'été, et le cercle méridien au solstice d'hiver (cercles en pointillés). Ce point indique l'heure solaire.



Si maintenant on trace chaque segment correspondant aux déplacements de chaque point vert sur chaque heure entière au dessus de l'horizon (ainsi que sur celle juste en-dessous) au solstice d'été, à partir du solstice d'été jusqu'au


solstice d'hiver, et en ne conservant que les arcs de cercle utiles, on obtient la figure 5. Après une rotation de l'ensemble de 90° autour du point C dans le sens antihoraire, on obtient la figure 6. En ne conservant que les lignes horaires et les arcs de cercle, en traçant une échelle de date sur l'axe du monde puis en ajoutant deux pinnules, on obtient un cadran de hauteur capucin.

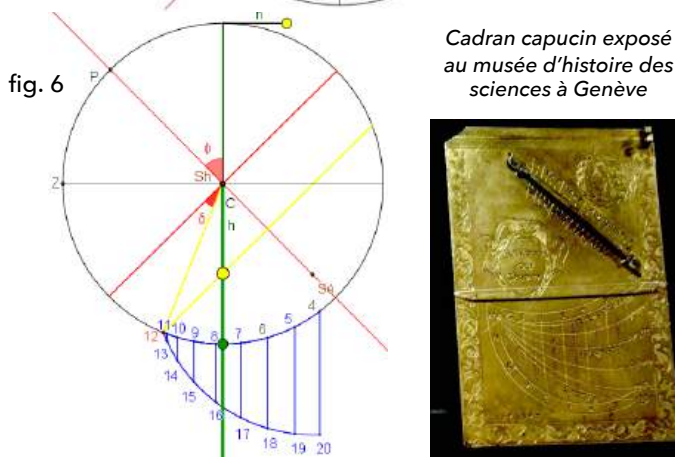


La demi-droite verte est la cordelette lestée suspendue en C sur la date du jour. Le point vert est la perle, elle indique l'heure solaire.

GeoGebra est un logiciel libre de géométrie dynamique qui peut être utilisé sur PC, Mac, Android et Linux. La version de GeoGebra la mieux adaptée pour une utilisation optimale du fichier est GeoGebra Classique 5 : elle est proposée en bas de la page <https://www.geogebra.org/download?lang=fr>

Le fichier GGB de l'article peut être utilisé en ligne ou téléchargé depuis <https://www.geogebra.org/m/mv4wgjsv>

Une fois la page ouverte, cliquer sur les trois points , puis dans la liste déroulante choisir « Ouvrir avec l'appli GeoGebra » pour l'utiliser en ligne. Pour télécharger le fichier choisir « infos » puis cliquer sur « Télécharger » et enfin sur « Appliquette 1 (.ggb) ».



Stéphane Letemplier (letemplier.stephane@wanadoo.fr) est professeur de mathématiques. Lors d'un séjour en Guyane, intrigué par la position horizontale du croissant lunaire, il s'est intéressé à la sphère céleste, puis de fil en aiguille s'est passionné pour les cadrans solaires.

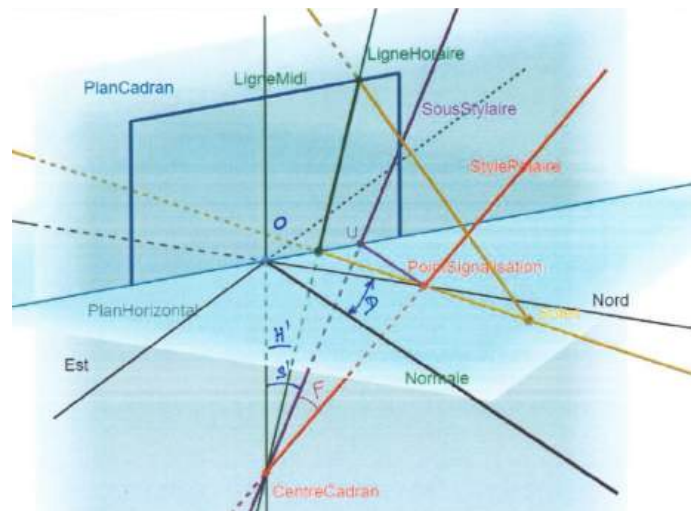
CADRAN SOLAIRE VERTICAL DÉCLINANT INVERSÉ

Pierre-Louis Cambefort

Peut-être avez-vous eu l'occasion, à la Cité des sciences et de l'industrie, à Paris, d'apercevoir ce « cadran solaire inversé » qui projette un rai de lumière à chaque heure solaire et permet ainsi de lire l'heure. L'auteur nous invite à concevoir et tracer un autre type de cadran inversé : astucieux et simple !

Considérons un cadran solaire vertical (donc non incliné) mais déclinant d'une valeur D, compris entre 2 plans horizontaux : le sol et un plan supérieur, espacés d'une hauteur L (ce sera la hauteur du cadran final), et positionnés au-dessus du centre du cadran (point de convergence des lignes horaires). Nous allons l'inverser : ses lignes horaires seront tracées et évidées sur le plan du cadran mais l'heure solaire sera lue sur le sol horizontal par la position des rais de lumière par rapport à un point de signalisation fixe.

Le schéma ci-dessous permet d'avoir une vue générale du cadran vertical déclinant inversé.



Les lignes horaires sont définies par leur inclinaison H' avec la ligne midi verticale et sont prolongées au-dessus du centre du cadran et coupent le sol horizontal :

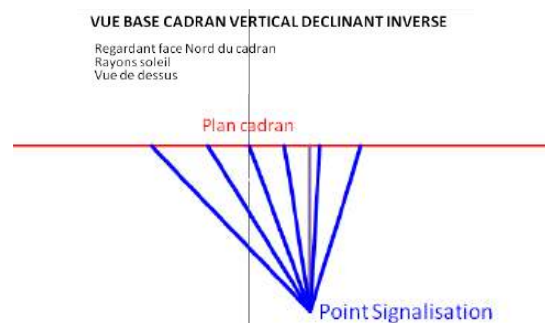
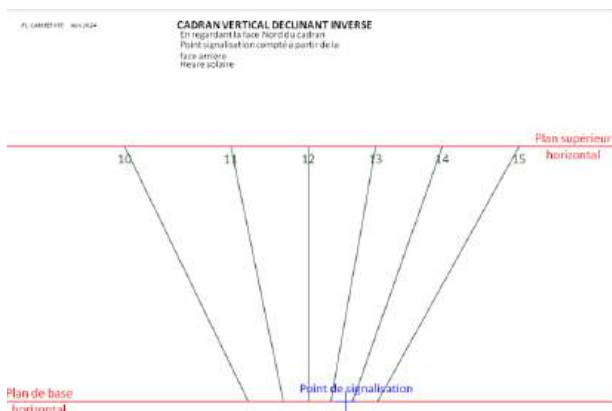
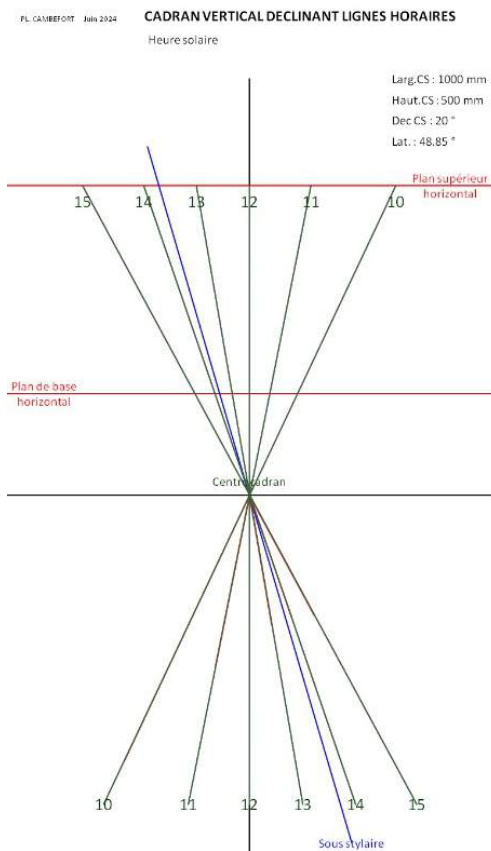
$$\tan H' = \cos \varphi / (\cos D / \tan H + \sin D * \sin \varphi)$$

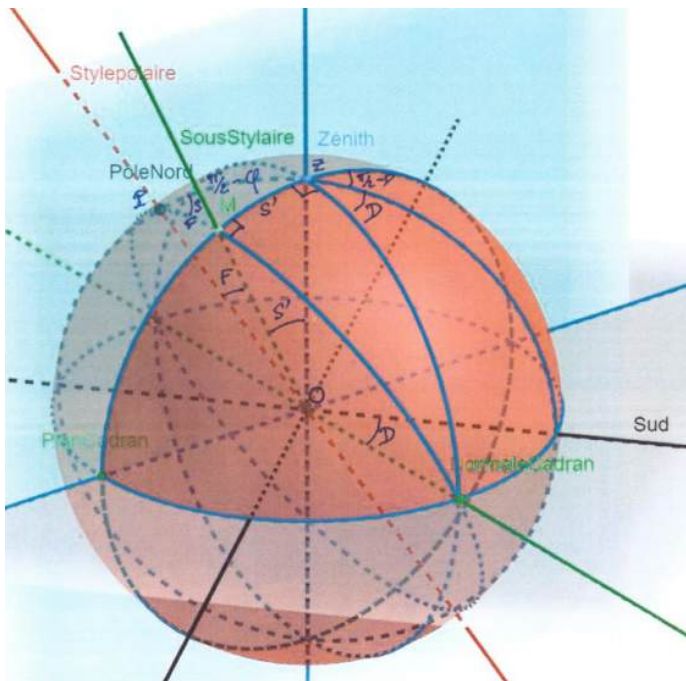
φ est la latitude du lieu, D la déclinaison gnomonique du cadran vertical et H l'angle horaire du Soleil

Ces lignes horaires sont inversées, car situées au dessus du centre du cadran, et le cadran sera regardé depuis le nord.

Chaque plan horaire du Soleil contient non seulement la ligne horaire correspondante mais également l'axe du monde, c'est-à-dire le style polaire, et passe donc par l'intersection du style polaire avec le sol horizontal.

Nous choisirons donc logiquement ce point comme point de signalisation fixe P de notre cadran vertical déclinant inversé.





Calculons maintenant les différents angles relatifs au style pour un cadran vertical déclinant, qui nous permettront de déduire les coordonnées du point de signalisation par rapport au plan du cadran.

En appliquant les formules d'un triangle sphérique rectangle au triangle PMZ (P = Pole nord, Z = zénith et M = intersection sphère céleste et sous- styleaire), nous obtenons :

- angle entre le style polaire et sa sous-styleaire :
 $\sin F = \cos \varphi * \cos D$

- angle entre la sous-styleaire et ligne de midi :
 $\tan S' = \sin D / \tan \varphi$
- angle horaire de la sous-styleaire :
 $\tan S = \tan D / \sin \varphi$

Nous choisissons la distance du point de signalisation P sur le sol horizontal (distance = PU), pour que l'image de la ligne horaire de midi au solstice d'été (ombre la plus courte du cadran vertical) l'atteigne. Cette distance est bien entendu fonction de la hauteur L du cadran. Nous choisirons L = 500 mm.

$$OP = (OU^2 + UP^2)^{0.5} \text{ inférieur ou égal à } L / \tan h$$

La hauteur h du Soleil à midi au solstice d'été est donnée par la formule $90 - \varphi + \delta$ (= $64,6^\circ$ pour la latitude de Paris, soit $48,85^\circ$).

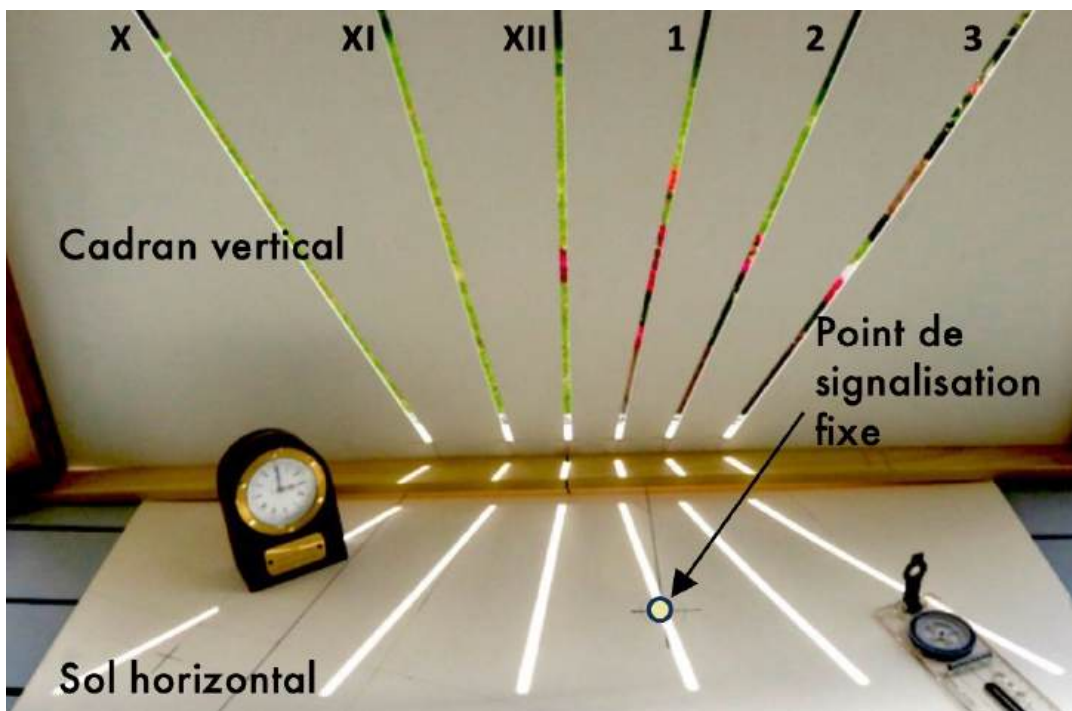
Comme $OU = UP * \sin S' / \tan F$,

$$UP (1 + (\sin S' / \tan F)^2)^{0.5} = L / \tan (90 - \varphi + \delta)$$

Pour une déclinaison gnomonique de 20° , à la latitude de Paris, nous obtenons un angle F de $38,2^\circ$ et un angle S' de $16,64^\circ$.

D'où une distance minimale du point de signalisation au plan du cadran de 222 mm. Nous choisissons une valeur UP de 200 mm. Selon la distance UP choisie, les traits de lumière de certaines heures pourront être prolongés pour lire l'heure solaire plus précisément.

C'est avec ces résultats que le cadran vertical déclinant inversé, représenté sur la photo ci-dessous, a été réalisé.



Cadran solaire vertical déclinant inversé réalisé par l'auteur

La photo est prise le 3 juin 2024. On lit 13 h heure solaire soit 15 h 10 en heure légale alors que le petit réveil indique 15 h (erreur de 10 minutes environ due à l'imprécision d'orientation et de positionnement du cadran).

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

RESTAURATION D'UN CADRAN SOLAIRE DE HANS FISCHER

Elisabeth Regamey

Dans le n°6 de ce magazine, Elisabeth Regamey nous avait déjà présenté la restauration qu'elle avait réalisée d'un cadran dans le canton de Neuchâtel en Suisse. Aujourd'hui elle nous présente la restauration d'un cadran du célèbre Hans Fischer dans le canton de Vaud...

CONTEXTE

Ce cadran solaire se trouve sur le mur sud-ouest d'une ferme à Chesalles-sur-Oron dans le canton de Vaud en Suisse, au lieu-dit Bellevue.

Cette ferme, construite à la fin du XIX^e siècle, est connue localement car elle a été la propriété de Henri Guisan (1874-1960), général de l'armée suisse pendant la Deuxième Guerre mondiale, qui y vécut de 1896 à 1904. Elle a été vendue pendant la Première Guerre mondiale à la famille Zigerli, propriétaire d'un magasin de bijouterie et d'horlogerie à Berne. C'est cette famille qui a commandé le cadran solaire à Hans Fischer, peintre et illustrateur bernois.

HANS FISCHER (1909-1958)

La nature et les animaux étaient une grande source d'inspiration pour Fischer. Il allait régulièrement dessiner dans le parc animalier du Dählhölzli à Berne. Les animaux de ferme et de basse-cour sont très présents dans son œuvre. Il a également réalisé des décors dans les années quarante pour le Cabaret Cornichon, à Zurich, qui était engagé politiquement contre le fascisme et le nazisme. Il a collaboré au *Nebenspalter*, revue satirique suisse, jusqu'en 1936 et tenu une rubrique humoristique dans la *Weltwoche* zurichoise de 1940 à 1942, avec un chat légèrement insolent... peut-être un précurseur de *Geluck* ! Il est aussi connu pour avoir illustré des fables de La Fontaine. Il a participé à la biennale de Venise en 1952 et celle de Sao Paulo en 1955 où il remporte le prix du graphisme.

Mais ce qui reste le plus connu de Fischer, particulièrement en Suisse allemande, c'est son livre illustré pour enfants « *Pitschi* », l'histoire d'un petit chat de ferme curieux auquel arrivent toutes sortes d'aventures. Il est devenu le livre d'enfance culte chez nos amis suisses allemands.

Son nom signifie « pêcheur » en allemand, il signe avec un dessin de poisson et les 3 premières lettres de son patronyme : fis.

J'ai eu le plaisir de rencontrer sa petite-fille, Agnès Fischer, peintre également, avec laquelle nous avons parlé de l'œuvre de son grand-père.

LE CADRAN

Fischer a créé le graphisme du cadran et l'a réalisé lui-même, en 1957. Les calculs pour l'orientation du style ont certainement été faits par un ou une gnomoniste, car il est parfaitement orienté et placé. Le cadran est très précis et comprend la correction pour l'écart de longitude. Il s'impose sur la façade par sa grande taille : 240 cm de hauteur et 230 cm de largeur.

Son décor riche et exceptionnel est bien représentatif de l'univers de Fischer, avec un magnifique coq (symbole du jour), une chouette et une chauve-souris (symboles de la nuit) et bien sûr des chats que l'on retrouve tout au long de l'œuvre de fis.

Les couleurs sont travaillées en aplat, la gamme chromatique est sobre : gris, noir, blanc, bleu, rose. La technique est à l'huile.

Le cadran est répertorié dans le livre « *Cadrans Solaires Vaudois* », éd. Payot, 1987. Il est à l'inventaire du patrimoine culturel et architectural protégé par le canton.

RESTAURATION



Travail en cours...

Lorsque l'on m'a demandé de restaurer ce cadran, il était dans un état de dégradation fortement avancé. Les dommages étaient dus entre autres à de nombreuses mousses sur la surface qui ont altéré la couche picturale.

Une grande et large fissure apparaissait également à l'endroit où se trouvait une fenêtre avant la création du cadran.

Heureusement, j'avais à ma disposition de bons documents photographiques que j'ai pu agrandir et qui m'ont servi de guide dans mon travail. Une fois qu'un échafaudage a été mis en place et que j'ai pu observer le mur de près, j'ai pu voir à peu près tous les tracés et toutes les couleurs des décors. Donc, avec les photographies et ce qui apparaissait encore sur le mur, et en accord avec la Division monuments et sites de l'État de Vaud, j'ai pu reconstituer ce cadran dans son entier, essentiellement en comblant les lacunes dans les dessins.

Avant la phase de reconstitution, j'ai effectué un travail délicat de nettoyage du support peint qui visait à éliminer les mousses et lichens. J'ai procédé aussi au rebouchage des fissures et à la fixation des surfaces picturales.

Comme évoqué précédemment, le style était en parfait état et en place, très bien soutenu par deux jambes ancrées dans la façade. Je souligne ceci car il est assez rare dans mes travaux de restauratrice de ne pas avoir à toucher à cet élément.

En accord avec les propriétaires, nous avons pris des mesures conservatives. Deux arbres plantés très près de la maison ont été abattus afin de limiter la prolifération de mousses sur le mur et un petit avant-toit de type goutte-pendante a

été installé sur le haut des deux fenêtres qui surplombent le cadran, afin d'éviter trop de ruissellements.

Mais la façade étant très exposée aux intempéries et au Soleil, il sera nécessaire d'intervenir régulièrement afin de retoucher certaines parties picturales fragilisées par le temps.

La région d'Oron offre de très jolies possibilités de promenades, les appartements historiques du magnifique château situés à 2 kilomètres de la ferme sont visitables les samedis et dimanches après-midi. La ferme de Bellevue se trouve près d'un itinéraire pédestre balisé et un crochet à Chesalles vous permettra d'admirer ce joyau du patrimoine vaudois.

Après une formation aux Arts Appliqués de Vevey, Elisabeth Regamey (elisabeth.regamey@peinturedeco.ch) s'est orientée vers la peinture décorative en suivant des cours à l'Institut de Peinture Décorative à Bruxelles ainsi qu'au Centre Européen pour les Métiers du Patrimoine à Venise, sur des techniques spécifiques telles que les enduits à la chaux, peinture à la chaux, trompe-l'œil, faux marbre et faux bois. Son intérêt et sa passion pour les cadrans solaires ont été suscités par tout ce qu'ils représentent en tant qu'objet esthétique, poétique, historique et fonctionnel, éléments constitutifs de notre patrimoine architectural et culturel. Depuis vingt ans, elle en crée et en restaure, travaillant en binôme avec Jean-Marc Lavanchy, ingénieur EPFL, qui s'occupe de la partie technique, à savoir le calcul des cadrans ainsi que la fabrication et la pose des styles. Pour plus de détails voir www.cadransolaire.ch - www.peinturedeco.ch



Avant-après...

LE MIRACLE DU CADRAN D'ACHAZ

Yvon Massé

Dieu aurait fait reculer l'ombre du Soleil sur les « degrés d'Achaz » (marches du palais ou cadran solaire ?) en signe qu'Ézéchias, fils d'Achaz et roi de Juda (VIII^e siècle av. J.-C.) ait sa vie prolongée, la mort le guettant... L'auteur continue ici à explorer la « rétrogradation de l'ombre » et aborde ce miracle.



Le prophète Isaïe faisant constater le miracle à Ézéchias

Les traités de Nunes présentés dans l'article *La rétrogradation de l'ombre* du n°12 de ce magazine étaient écrits en portugais, ils n'eurent a priori qu'une diffusion assez restreinte. Toutefois en 1566, 30 ans plus tard, une réédition augmentée parut en latin, ce qui leur donna une portée plus large¹. Ils étaient destinés aux navigateurs, c'est pourquoi le mouvement du Soleil était uniquement envisagé par rapport au plan horizontal.

C'est le jésuite Clavius (1538-1612), une référence pour le monde savant de son époque, qui, le premier, redémontra et confirma les résultats de Nunes concernant le mouvement rétrograde de l'ombre dans un traité² sur les cadrans solaires publié en 1586. En gnomoniste érudit, il généralisa la condition nécessaire pour observer les allers-retours de l'ombre sur les cadrans inclinés suivant le principe du CHE (cadrans horizontal équivalent). Il fut ainsi conduit à contester la distinction de Nunes concernant la zone tropicale, où la rétrogradation est « naturelle », et partout ailleurs où la rétrogradation est « miraculeuse ». Pour lui, cette distinction n'existe pas et il affirme qu'il serait ridicule qu'aux temps d'Ézéchias on ait pu confondre, sur le cadran d'Achaz, un phénomène quotidien pendant une période de l'année avec une rétrogradation miraculeuse.

Pendant les deux siècles qui suivirent, les Jésuites d'abord puis l'ensemble des exégètes bibliques prirent en compte les conclusions de Nunes et Clavius dans leurs commentaires sur le miracle du cadran d'Achaz³.

Dans la Kupfer-Bibel de J.-J. Scheuchzer, initialement publiée en allemand à partir de 1731 et rapidement traduite en latin puis en français, on peut avoir une idée du développement classique sur ce sujet⁴. D'abord une discussion sur le cadran lui-même, qui peut ne pas en être un, ensuite une discussion sur le miracle en considérant successivement deux points de vue : soit c'est uniquement l'ombre qui s'est déplacée, soit c'est le Soleil lui-même. La prise en considération des résultats de Nunes et Clavius génère toutefois une certaine gêne dans cette discussion car les arguments sont purement mathématiques et ne peuvent donc pas être contestés.

Pour les curieux des cadrans solaires, la rétrogradation de l'ombre est peut-être connue grâce à l'ouvrage très populaire des *Récréations mathématiques* d'Ozanam⁵ augmenté en 1887 par le mathématicien Montucla (1725-1799) où, dans la partie gnomonique, il proposa deux problèmes à ce sujet. Au problème XXXII, en faisant référence à Nunes, il présenta et démontra la singularité du mouvement du Soleil sous les tropiques et au problème suivant il expliqua comment reproduire celui-ci en tout lieu avec un cadran incliné⁶. Il ajouta aussi une remarque qui résume le point de vue de ses prédécesseurs : « *Quelqu'un dira peut-être que voilà l'explication naturelle du miracle que les livres saints nous apprennent avoir été opéré en faveur d'Ézéchias, roi de Jérusalem ; mais à Dieu ne plaise que nous ayons eu l'idée d'atténuer ce miracle. Il est d'ailleurs bien peu probable que, si la rétrogradation de l'ombre, opérée sur le cadran de ce prince, eût été un effet aussi naturel, on l'eût méconnu au point de ne s'en apercevoir que lorsque le prophète lui annonça ce signe de sa guérison ; car il devait s'opérer toutes les fois que le Soleil se trouvait entre le tropique & le zénith du cadran : ainsi la merveille citée par les livres saints reste entière.* »

Quelques années plus tard, le libraire lillois C.-J. Panckoucke (1736-1798) lança l'entreprise monumentale d'édition de *l'Encyclopédie méthodique* dont parut, en 1792, un volume concernant les « amusemens des sciences mathématiques et physiques ».

À l'entrée gnomonique, la matière des Récréations de Montucla fut reprise pratiquement mot pour mot⁷. Sans raison apparente, la remarque citée plus haut ne fut toutefois pas reportée...

Un petit siècle s'écoule encore avant d'arriver à un épisode particulièrement intense sur l'interprétation de la découverte de Nunes. En cette fin de XIX^e siècle, les sciences et les techniques ont considérablement avancé et l'optimisme est général : on pense pouvoir expliquer tous les phénomènes physiques et naturels, le scientisme est triomphant. C'est dans cette ambiance que l'ingénieur suisse E. Guillemin (1832-1907) prend connaissance, grâce au volume des « amusemens » de l'Encyclopédie méthodique, des conditions de la rétrogradation de l'ombre. En 1877, dans les Actes de la société helvétique des sciences naturelles, il publie un article⁸ où il établit les relations algébriques pour quantifier l'angle de rétrogradation et où il livre son interprétation du phénomène : c'est indéniablement l'explication du miracle d'Ézéchias ! En comparaison de la dissertation de Scheuchzer son argumentaire semble bien pauvre et peu documenté. Il en appelle principalement au silence délibéré de Nunes sous la pression de l'Inquisition en imaginant une erreur volontaire de sa part (qui n'en est pas une) dans les quelques chiffres donnés par Montucla (qu'il attribue à Nunes) pour avouer à mi-mot le terrible secret qu'il a découvert : le miracle n'en est pas un... Les derniers mots de son article sont très représentatifs de l'esprit de cette fin de siècle : « *Mais malgré les persécutions d'autrefois, malgré les anathèmes d'aujourd'hui, la science va de l'avant, la vérité se fait jour, la terre tourne et l'ombre rétrograde sans miracle.* »

Guillemin avait visiblement de grands talents de persuasion car il réussit à rallier à son opinion son ami J. Gaudard et le grand vulgarisateur de l'astronomie C. Flammarion (1842-1925). Ce dernier lui rendra visite à Lausanne durant l'été 1881 pour constater la rétrogradation sur un cadran construit par Guillemin.

De cette rencontre suivra une série d'articles parus⁹ dans le bulletin L'Astronomie de septembre 1885. Ils seront suivis dans le numéro d'octobre de quelques commentaires¹⁰, notamment de l'abbé A. Blain qui semble beaucoup plus instruit sur l'historique des résultats de Nunes car il cite Clavius et Cornelius a Lapide (1567-1637), exégète biblique reconnu qui a aussi abordé ce sujet.

Quant à J. Gaudard, il publia un livre dont je vous recommande la lecture de l'introduction¹¹ : les différentes publications de 1877 à 1885 citées ici y sont résumées. Une autre originalité de ce livre est de donner, en appendice, une étude mathématique qui met en évidence la possibilité d'amplifier l'angle de rétrogradation en utilisant, pour recueillir l'ombre, un plan qui n'est pas perpendiculaire au porte-ombre. Le reste de l'ouvrage est une longue étude des différents miracles de la Bible.

Terminons avec l'article de L. Chomard, paru en 1906 dans L'Astronomie¹², qui est tout à fait remarquable. Il montre, pour la première fois après toutes ces longues années de discussions, qu'il est possible à la fois d'indiquer correctement les heures solaires et de présenter une rétrogradation de l'ombre avec un cadran bien spécifique : le cadran analemmatique. Chomard précise : « *Le seul que je connaisse est celui de Brou cité plus haut. La Bible nous rapporte le cas d'un cadran de cette espèce construit en Judée. C'est le cadran d'Achaz sur lequel le roi Ézéchias observa le phénomène de la rétrogradation de l'ombre.* »

Notons encore, pour faire le lien avec le premier article de cette série concernant la rétrogradation de l'ombre¹³, que le cadran mystérieux qui a été présenté peut être classé dans la famille des cadrans analemmatiques avec une projection particulière : la projection centrale.

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

¹ Petri Nonii Salaciensis Opera, livre II, chapitre 11, p. 97-107 <https://doi.org/10.3931/e-rara-61571>

² Fabrica et usus instrumenti ad horologiorum descriptionem peropportuni, chapitre XXI, p. 105-112 <https://doi.org/10.3931/e-rara-14531>

³ On peut consulter à ce sujet la publication récente de Henrique Leitão dans le volume 12 de la série Nuncius, Manipulating the Sun. La plupart des écrits occidentaux évoquant la découverte de Nunes y sont listés. Un extrait est disponible en ligne <https://books.google.fr/books?id=HNb7EAAAQBAJ&pg=PA56>

⁴ Physique sacrée ou histoire naturelle de la Bible, tome 5, p. 151-156 <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k15125801/f359>

⁵ Voir sa bibliographie dans Cadrans solaires pour tous n° 6, p. 26-27

⁶ Tome 3, p. 270-273 <http://cnum.cnam.fr/CGI/sresrech.cgi?8PY9.3/272>, planche <http://cnum.cnam.fr/CGI/sresrech.cgi?8PY9.3/471>

⁷ P. 605-606 https://archive.org/details/CHEPFL_LIPR_AXB167/page/604/mode/2up?view=theater, planches

https://archive.org/details/CHEPFL_LIPR_AXB167/page/n923/mode/2up?view=theater

⁸ Volume 60, De la rétrogradation de l'ombre sur le cadran solaire, p. 201-207 <https://doi.org/10.5169/seals-90030>

⁹ Le cadran solaire à rétrogradation, p. 321-339 <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k2096403/f325>

¹⁰ P. 387-391 <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k2096403/f391>

¹¹ Le cadran d'Achaz et les miracles, 1987 https://books.google.fr/books?id=hq_GOOAACAAJ&pg=PA3

¹² Le cadran analemmatique et la rétrogradation de l'ombre, p. 433-449 <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9639977j/f455>

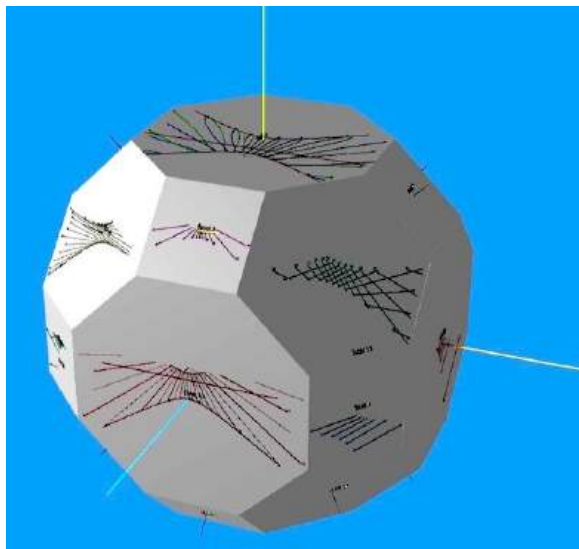
¹³ Cadrans solaires pour tous n° 11, p. 12-13

CADRANS SOLAIRES SUR UNE SURFACE PARAMÉTRÉE

Jean-Luc Astre

Tracer un cadran vertical incliné et déclinant, un cadran à heures babyloniennes et sidérales, etc. Oui mais... n'avez-vous jamais rêvé de tracer un cadran solaire sur une surface quelconque ? Avec la dernière version de CadsolOnline, le rêve devient réalité !

Jean-Luc Astre avait, dans le n°5 de ce magazine, annoncé que son logiciel Cadsol était désormais disponible en ligne (d'utilisation gratuite), et baptisé CadsolOnline¹. Il avait ensuite décrit², dans le n°9, l'algorithme de tracé par « lancer de rayons » (ray tracing en anglais). Cet algorithme a été appliqué aux cadrans polyédriques dans un article³ du n°11. Désormais CadsolOnline permet de tracer un cadran solaire sur une surface quelconque !



Tracé d'un cadran polyédrique avec CadsolOnline

REPRÉSENTATION PARAMÉTRIQUE D'UNE SURFACE

La représentation paramétrique est une manière très générale de spécifier une surface, qui est un objet bidimensionnel défini par trois fonctions, continues et à valeurs réelles, de deux paramètres u et v (x , y et z sont les coordonnées cartésiennes des points de la surface) :

$$\begin{aligned}x &= f_x(u,v) \\y &= f_y(u,v) \\z &= f_z(u,v)\end{aligned}$$

Les paramètres u et v peuvent varier entre deux limites u_{\min} et u_{\max} , v_{\min} et v_{\max} .

Voir définition, exemples et exercices à l'adresse <https://wimsauto.universite-paris-saclay.fr>

EXEMPLES

Une sphère peut être paramétrée par les fonctions :

$$\begin{aligned}x &= \cos(u) \cdot \cos(v) \\y &= \cos(u) \cdot \sin(v) \\z &= \sin(u)\end{aligned}$$

$$\text{avec } u_{\min} = 0 \quad u_{\max} = 2\pi \quad v_{\min} = -\pi/2 \quad v_{\max} = \pi/2$$

Un paraboloides elliptique d'équation implicite $z = x^2 + y^2$ est défini par :

$$\begin{aligned}x &= u \\y &= v \\z &= u^2 + v^2\end{aligned}$$

$$\text{avec } u_{\min} = -1 \quad u_{\max} = 1 \quad v_{\min} = -1 \quad v_{\max} = 1$$

PARAMÉTRAGE DANS CADSOLOLINE

Fonctions : Les fonctions définissant x , y et z doivent être écrites avec une syntaxe informatique assez classique utilisant :

- les symboles opératoires : + - * / % ^ ()
- les fonctions : sin cos tan asin acos atan sqrt log exp abs ceil floor round
- les nombres : PI et E

La plupart des erreurs de syntaxe sont signalées par l'analyseur syntaxique...

A, B, C, D : ce sont des paramètres que l'on peut incorporer dans les formules (utiliser des lettres capitales). On peut ensuite faire varier ces paramètres pour modifier la surface.

Subdivisions : nombre de subdivisions des intervalles $[u_{\min}; u_{\max}]$ et $[v_{\min}; v_{\max}]$

Si ce nombre est grand, les tracés sont plus précis, mais le temps de calcul est plus long.

Toutes les commandes de Cadsol sont disponibles : géolocalisation, orientation, dimensions, heures, arcs diurnes, exportations 3D, etc.

Jean-Luc Astre jeanluc.astre@gmail.com a été un professeur de mathématiques en lycée, s'intéressant à beaucoup d'autres domaines : astronomie, informatique, biologie moléculaire... Il a commencé le codage de Cadsol dans les années 90.

¹ Voir <https://cadsolonline.web-pages.fr/> (effectuer une recherche avec les mots « surface » et « paramétrique »)

² Voir <https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2022/09/mag-CSpour-tous-n5-astre.pdf>

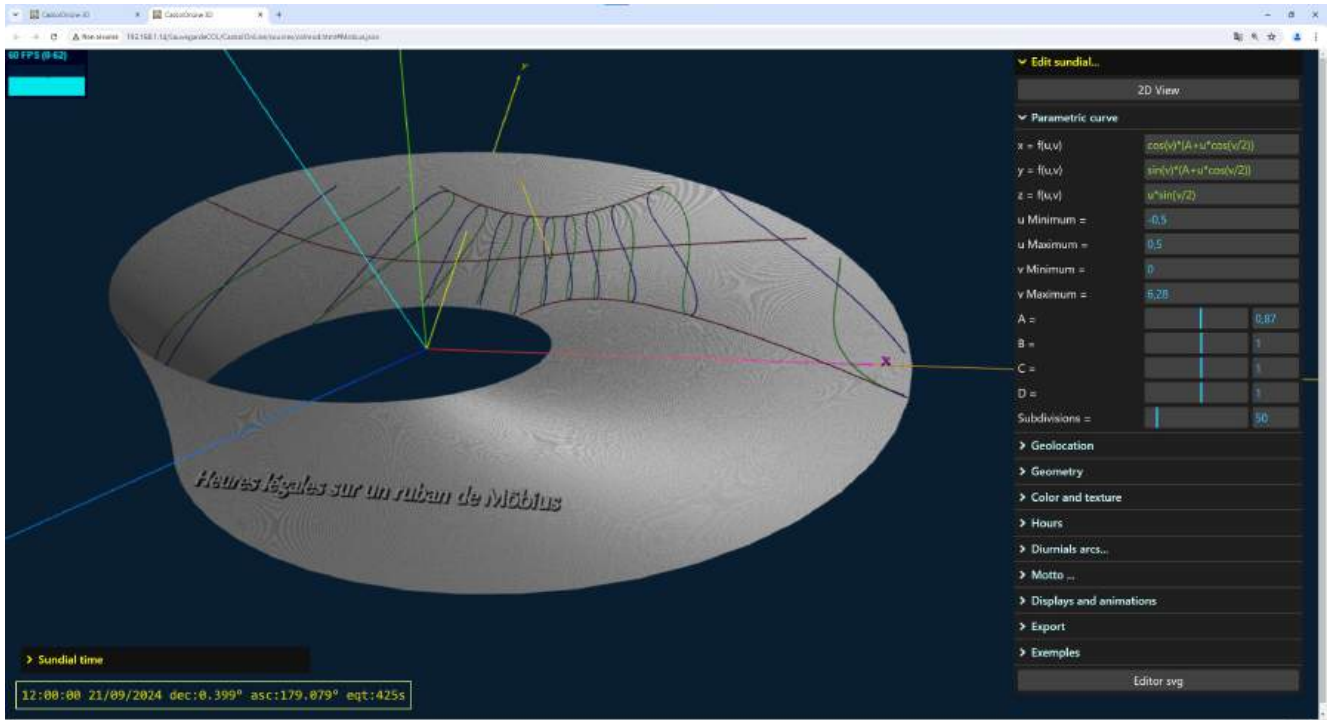
³ Voir https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2023/09/mag-CSpour-tous-n9_JL-Astre.pdf

⁴ Voir https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/03/mag-CSpour-tous-n11_JL-Astre.pdf

Heures légales sur un ruban de Möbius

$$X = \cos v * (A + u * \cos v/2), Y = \sin v * (A + u * \cos v/2), Z = u * \sin v/2$$

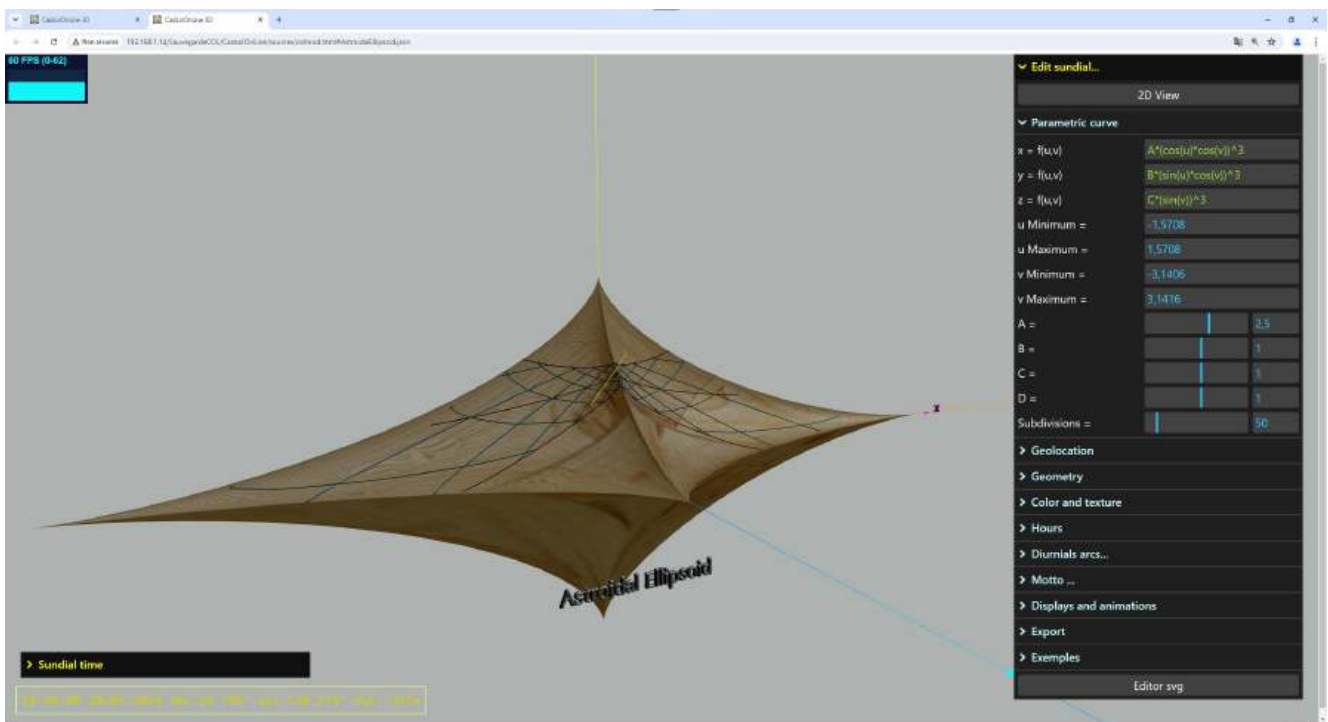
$$u_{\min} = -0.5 \quad u_{\max} = 0.5 \quad v_{\min} = 0 \quad v_{\max} = 6.28 \quad A = 0.87$$



Heures babyloniennes et italiques sur un ellipsoïde astroïdal

$$X = A * (\cos u * \cos v)^3, Y = B * (\sin u * \cos v)^3, Z = C * (\sin v)^3$$

$$u_{\min} = -1,5708 \quad u_{\max} = 1,5708 \quad v_{\min} = -3,1416 \quad v_{\max} = 3,1416 \quad A = 2.5 \quad B = 1 \quad C = 1$$



UN OUTIL COLLABORATIF ET LIBRE D'ACCÈS BIEN UTILE...

Fabio Savian

Sundial Atlas est un outil collaboratif, libre d'accès, qui répertorie les cadrans solaires du monde entier : indispensable notamment lorsque vous souhaitez savoir quels sont les cadrans que vous pourrez admirer lors de votre prochaine excursion près de chez vous ou au bout du monde !



Sundial Atlas www.sundialatlas.eu est un projet que j'ai lancé en avril 2010 comme « registre international des cadrans solaires » avec pour objectif qu'il n'appartienne pas à une seule personne ou association mais devienne un outil collaboratif et un bien commun mis à disposition de la communauté gnomonique internationale.

Le site est aujourd'hui disponible en 11 langues. Il ne contient pas de publicité et n'a pas de finalité commerciale. Il n'a qu'un but culturel : diffuser la gnomonique à travers la connaissance du patrimoine de cadrans solaires existants. Chacun peut consulter librement les informations contenues.

Le projet est développé sous licence Creative Commons. Ainsi, le projet respecte la paternité des données indiquant l'auteur de la ressource (ou, s'il a déposé la ressource mais n'en est pas l'auteur, la source de l'information) mais n'en revendiquant pas la propriété, qui est publique, conformément à la licence Creative Commons.

Pour assurer la solidité de l'ensemble, le projet implique des représentants nationaux dont le rôle est de vérifier les données de leur pays et de garantir les objectifs de ce projet indépendant et collaboratif (même si j'ai écrit le logiciel et reste le webmaster du site).

Le contact national pour la France était dès la naissance du site, et reste aujourd'hui Serge Gregori, qui coordonne depuis longtemps l'inventaire des cadrans solaires au sein de la Commission des cadrans solaires de la Société astronomique de France (SAF).

Les représentants nationaux disposent de tous les mots de passe du site, de la base de données et du serveur, c'est-à-dire qu'ils ont le contrôle total des données et de la structure de Sundial Atlas.

Ils disposent de commandes particulières pour intervenir sur le contenu des cartes et peuvent également supprimer des photos ou des cartes entières en cas de doublons ou de données inappropriées.

Ils peuvent enfin créer des commandes spéciales mises à disposition d'utilisateurs souhaitant collaborer.

Le site contient actuellement près de 58 000 cadrans situés dans 124 États grâce aux contributions directes de 407 utilisateurs.

Chaque cadran possède un lien (et son QR code) et peut contenir des contributions de plusieurs utilisateurs : qui a créé la carte, qui a affiné les coordonnées ou l'adresse, qui a ajouté des photos, des informations, des documents PDF, des vidéos YouTube, des liens, etc.

Dans chaque carte il est possible d'insérer le code d'autres recensements, dont celui de la SAF, et il est également possible d'effectuer des recherches avec un tel code.

Dans le menu « Galerie », vous pouvez effectuer de nombreuses recherches détaillées concernant une zone géographique, des caractéristiques gnomoniques, des mots contenus dans des commentaires ou des devises et bien plus encore.

Tout type de recherche peut être automatiquement converti en un fichier PDF contenant tous les cadrans de la recherche avec une petite photo, les codes, l'adresse, les coordonnées et les caractéristiques.

Ainsi, par exemple, il est très simple d'obtenir la liste des cadrans d'une ville ou d'un département.

Pour rendre les recherches géographiques plus efficaces, Sundial Atlas contient la liste des villes afin qu'elles soient sélectionnées dans la liste des départements plutôt qu'insérées, évitant ainsi les erreurs et les variations de noms.



La page « cadrans dans le monde » du site web Sundial Atlas : une invitation au voyage !

Actuellement le site contient la liste de toutes les villes de France, d'Allemagne, d'Italie, d'Espagne, du Portugal, de Suisse et du Royaume-Uni, associées à leurs zones géographiques.

Chaque utilisateur peut créer des collections, appelées « parcours », dédiées à un auteur, une zone géographique, des caractéristiques gnomoniques, des considérations historiques ou simplement des préférences personnelles.

Les parcours peuvent être alimentés par une sélection de fiches déjà enregistrées, formant ainsi un panorama de propositions de lecture, une des clés d'investigation parmi le grand nombre de cadrans disponibles.

Les parcours offrent donc également la possibilité de présenter ses créations et chaque parcours est accessible directement avec son propre lien et le QR code correspondant créé automatiquement.

En plus du site web, Sundial Atlas dispose d'une application Android, *Sundial Atlas Mobile*, créée par Gian Casalegno. Cette application affiche la carte satellite du lieu, ou d'un autre emplacement de votre choix, et affiche la position des cadrans solaires sur la carte via des épingles.



QR code permettant de télécharger l'application Sundial Atlas Mobile

D'un clic sur une épingle il est possible de voir une image du cadran, de continuer en demandant l'itinéraire pour y accéder ou de se rendre sur le site Sundial Atlas ouvert directement sur la carte du cadran.

Les épingles sont jaunes mais changent de couleur dans les cas suivants : rouge si la position a été déclarée approximative dans la carte, violet si faux, gris si disparu, turquoise si exposé dans un musée ou une collection privée.

L'un des objectifs de Sundial Atlas est de soutenir l'activité de recensement des associations nationales en permettant à tous les utilisateurs de collaborer ensemble dans un même objectif. Pour cette raison, un nouveau service a été récemment créé qui permet d'afficher les données de Sundial Atlas, relatives à un État, sur une page dédiée du site d'une association gnomonique.

Ajoutez simplement quelques lignes de code et dans la fenêtre vous pourrez faire des recherches et consulter les fiches des cadrans correspondant à vos recherches. Toutes les informations affichées dans la fenêtre de la page proviennent de Sundial Atlas qui reçoit les requêtes de la page web et renvoie les données nécessaires en remplissant la fenêtre.

Depuis la fin de l'année dernière une telle fonctionnalité est implémentée sur le site de l'association espagnole AARS <https://relojesdesol.info/sa1/serviceSA.html> et sur celui du magazine Orologi Solari (Italie) à <https://www.oroqisolari.eu/sundialatlas.htm>.

Ce service est accessible gratuitement aux organisations gnomoniques.

Il sera bientôt possible de diffuser ce contenu limité à une région ou un département pour les sites gnomoniques représentatifs qui en feront la demande.

Depuis 30 ans, Fabio Savian fabio.savian@nonvedolora.it apporte une contribution de premier plan à la gnomonique italienne et internationale. Passionné de mathématiques et de design, il a notamment conçu de nombreux cadrans solaires, créé le site *Sundial Atlas*, redonné vie au calendrier républicain (version gnomonistes), et a été cofondateur du magazine *Gnomonica Italiana*, aujourd'hui fusionné avec *Orologi Solari* www.oroqisolari.eu. Il est également l'auteur de plusieurs ouvrages dont le dernier (juin 2024) « Che ore sono? », sans aucune formule, s'adresse à tous.



LE SCAPHÉ DU VILLAGE GAULOIS

Jean-Paul Cornec

L'auteur nous emmène dans un « parc de loisirs solidaire » de Bretagne, le Village Gaulois (<https://www.levillagegaulois.org>), où un incendie a détruit un scaphé qu'il avait contribué à concevoir. Il nous décrit cette belle réalisation et dit sa détermination à faire renaître le projet de ses cendres...



Le Village Gaulois dans le Parc du Radôme à Pleumeur-Bodou (Côtes-d'Armor) présentait jusqu'à cette année dans une grande hutte, ce qui était sans doute le plus grand cadran solaire en forme de scaphé de France, peut-être même d'Europe. Le cadran était aussi unique par sa précision et par la réunion d'une fonction horaire et d'une fonction géographique. Cette installation s'inscrivait dans les activités ludiques et humanitaires du Village, et permettait au public de se familiariser avec la notion de temps, l'astronomie, le calendrier et la géographie.

L'idée initiale est due à Jean-Marc Le Bail, fondateur du Village Gaulois en 1986. Le 11 août 1999 se produisit la dernière éclipse totale de Soleil visible en France au XX^e siècle. Au Village, où elle fut presque totale, un tipi avait été mis en place. Un petit trou percé dans la toile projetait l'image du Soleil sur un écran, le déroulement de l'éclipse pouvait ainsi être suivi en toute sécurité. Le déplacement de la tache a fait surgir une idée dans l'esprit des personnes présentes, et comme certaines graines, elle est restée dormante, pendant près de 13 ans... À l'époque une maison occupait la place de la hutte d'aujourd'hui. Vers 2012 elle s'était dégradée à un point tel qu'il fut décidé de la démolir. L'idée de 1999 a alors germé : on allait bâtir à la place un grand tipi sous la forme d'une grande hutte conique, dans laquelle on projetterait l'image du Soleil à travers un orifice percé dans la toiture, autrement dit, on réaliserait un grand cadran solaire.

L'architecture de cette hutte de 10 m de hauteur mérite d'être notée : la charpente, assemblée au sol, a été soulevée par une grue et déposée sur le mur d'enceinte circulaire. Il n'y a pas de poteau central. Un œilleton de 5 mm de diamètre fut placé au niveau de la charpente à 7 m de haut, presque au sommet de la hutte ; il était tenu par quatre tiges métalliques indépendantes de cette charpente.

La première version du cadran fut une grande surface plane inclinée qui occupait au sol toute la largeur de la hutte. Rapidement, il est apparu que l'exploitation et la présentation au public d'un tel cadran étaient difficiles (image du Soleil ovale, vitesse de déplacement variable, trajectoire curieuse, etc.). Lors d'échanges entre J.-P. Cornec et J.-M. Le Bail à propos des cadrans solaires de l'Antiquité et de la Grèce ancienne en particulier, un type de cadran, connu sous le nom de scaphé d'Aristarque de Samos, s'est imposé et fut retenu.



C'est une surface hémisphérique où l'heure est indiquée par l'ombre d'un gnomon vertical ou horizontal. Le plus souvent seule une partie de la surface est utilisée, comme nous l'avons fait ici. La fabrication a été relativement rapide avec un assemblage de petites plaques de placoplâtre montées sur des briques, fixées sur des barres à mine cintrées, tenues par des membrures en béton. L'ensemble fut recouvert d'une couche de plâtre, et la surface finale ajustée par un grand gabarit mobile. Le résultat était une portion de sphère de 9 m de large et 3 m de haut, centrée sur l'œilleton. Son rayon, 6,20 m, a été vérifié : il était respecté au centimètre près d'un bout à l'autre. L'heure solaire était indiquée par la tache lumineuse, image du Soleil projetée par l'œilleton. L'avantage de la surface sphérique était que la tache se déplaçait à vitesse constante toute l'année. Elle avait 6 cm de diamètre et mettait 2 minutes à se déplacer de ce diamètre.

L'ensemble fonctionnait 3 heures de part et d'autre du midi solaire, soit de 11h30 à 16h30 légales. La tache se déplaçait de la gauche vers la droite durant la journée, et de haut en bas de l'équinoxe de mars au solstice de juin, puis l'inverse jusqu'en septembre. La première tache de l'année apparaissait au sommet de l'écran vers le 8 mars, pour disparaître à nouveau le 1^{er} octobre.

La tache du Soleil projetée sur l'écran par l'ocillon était très voisine d'une image réelle du disque solaire, c'est-à-dire celle que l'on obtiendrait avec un ocillon infiniment petit. En effet on montre que le rapport important (~1200) entre le rayon de la sphère (6,20 m) et le diamètre de l'ocillon (5 mm) assurait que nous étions proche de cette situation idéale : la tache était parfaitement circulaire, certes floue sur le bord. Et surtout les taches importantes à la surface du Soleil étaient bien visibles, quoique légèrement floues aussi. Par exemple la grande tache AR3664 de la mi-mai 2024 est la dernière que nous ayons pu voir distinctement avant la destruction du cadran. La pleine Lune projetait aussi une image, très faible mais bien visible avec les mers, nous l'avons constaté lors de l'éclipse de septembre 2015.

L'heure était lue avec un chariot mobile sur un rail en bas de la surface, associé à une échelle graduée. Une lame prolongeait ce chariot et il suffisait alors aux visiteurs de placer la lame sous la tache du Soleil et de lire heure solaire et heure de tous les jours en face de deux index. Pour cette dernière l'index était mobile et devait être réglé tous les matins avec la valeur de l'équation du temps. De plus, à l'entrée de la hutte, un cadran d'horloge donnait l'heure du midi solaire. La lame elle-même était graduée avec les dates des mois. Ces renseignements étaient réunis sur un tableau mensuel de réglage établi à l'aide du logiciel eCdT de l'IMCCE (<https://www.imcce.fr/>).

Initialement il n'y avait donc qu'une surface blanche avec des lignes horaires, qui avaient été placées expérimentalement et leur tracé vérifié par le calcul. Mais petit à petit nous avons réalisé que ce cadran pouvait aussi jouer le rôle d'un cadran géographique. En effet, pendant que l'image du Soleil se déplace sur notre écran, celui-ci survole la surface terrestre, culminant sur une succession de lieux situés sur un même parallèle une journée donnée. Un objet placé sur l'image du Soleil sur le cadran voit celui-ci directement au-dessus de lui puisque la lumière provient de l'ocillon qui est le centre de la sphère : l'objet n'a pas d'ombre, et au même moment il existe un lieu à la surface de la Terre où le Soleil est juste au zénith.

Le Soleil ne peut passer au zénith que pour les lieux situés entre les tropiques. Et pour nous quand notre cadran fonctionnait cet endroit était en Afrique entre l'Équateur et le Tropique du Cancer, depuis la Mer Rouge jusqu'à la côte du Sénégal et les Îles du Cap Vert. Nous avons donc associé aux lignes horaires une grande carte très réaliste de cette partie de l'Afrique qui fut peinte sur la surface, du désert du Sahara à la forêt équatoriale, jusqu'à l'océan. Nous savions ainsi à tout instant quelle localité africaine avait le Soleil à son zénith. Nous avons un jour vérifié avec succès cette simultanéité des passages au zénith avec un correspondant au Togo. Les lignes horaires jouaient le rôle de méridiens (la convergence des méridiens entre le haut et le bas de l'écran était nette). Comme écrit plus haut, l'ensemble de la hutte constituait une « chambre obscure » où l'image du monde extérieur sur l'écran est inversée et retournée. La représentation peinte de l'Afrique surprenait les visiteurs : le Golfe de Guinée était en haut et le Sahara en bas, la Mer Rouge à gauche et le Sénégal à droite. Mais nous soulignons toujours qu'une telle carte n'est pas irréaliste : c'est ainsi que l'Afrique se présente à vous quand vous vous y rendez, en avion par exemple.

Un ensemble de panneaux expliquait le fonctionnement et l'usage de cet ensemble, ainsi que le principe du passage de l'heure solaire à l'heure de tous les jours. Il était complété à l'arrière par un « Couloir du Temps » qui présentait, dans une succession d'alvéoles, une histoire des cadrans solaires depuis le premier cadran égyptien jusqu'au cadran à style polaire, en passant par le nocturlabe. On rappelait aussi la place du temps chez les Gaulois.



Tout cet ensemble a donc été totalement détruit par un incendie criminel le 13 mai 2024, deuxième incendie d'une série de trois qui ont entièrement ravagé le Village Gaulois.

Mais nous repartirons !

Jean-Paul Cornec (jean-paul.cornec@orange.fr) a fait toute sa carrière dans les télécommunications : « Au fond, cela rejoint ma passion des cadrans solaires qui sont conçus pour informer le passant sur l'heure, pour lui transmettre un message par une devise. C'est ainsi que je les côtoie depuis 55 ans... »

À MULHOUSE, LA COLONNE LAMBERT

Jean-Marie Moebis

L'auteur nous retrace l'histoire de la colonne de Mulhouse érigée pour le centenaire de la naissance de Jean-Henri Lambert, maintes fois déplacée, et enquête sur la méridienne qu'elle arbore, plaidant pour une nouvelle restauration du monument à l'occasion de son bicentenaire.

UN MONUMENT COMMÉMORATIF

Au cœur de Mulhouse se dresse le clocher du temple Saint-Etienne dont le perron donne sur l'historique place de la Réunion. Le long d'un côté du temple, une étroite placette offre un raccourci aux habitués pressés tandis que flâneurs et curieux s'y attardent : quelle est cette colonne qui prétend porter aux nues un obscur globe constellé d'or ?

Dominée par le clocher démesuré, elle s'efforce néanmoins de remplir sa mission. Consacrée à *Joannes Henricus Lambert*, elle expose son portrait coulé dans le bronze et proclame en trois langues les mérites du génial autodidacte dont le "nom est écrit dans les fastes d'Uranie".

En 1828, lorsqu'on célébra le centenaire de Jean-Henri Lambert (son nom en français), sa maison natale donnait sur la place du marché aux pots. On dressa la colonne à cet endroit qu'on renomma "place Lambert". À son inauguration, le pasteur Matthias Graf, principal organisateur de la cérémonie, exhorta la jeunesse à imiter l'illustre savant : « Que surgisse un second Lambert inspiré par cette fête ! ».

NOMADE POUR DE BONNES CAUSES

Entre 1858 et 1866 l'ancien temple fut démolé puis remplacé par l'édifice actuel, plus digne de l'élite dirigeante de la ville dont l'activité industrielle était en plein essor. Avant ces travaux, le monument fut transféré Faubourg de Belfort, devant l'École de dessin.

En 1912, pour élargir la chaussée, on déplaça le monument de quelques mètres. Après la première effectuée en 1843, ce fut l'occasion d'une seconde restauration, plus importante et suivie de près par Edouard Benner. Ses notes furent publiées dans le Bulletin du Musée



La colonne Lambert aujourd'hui



La colonne Lambert en 1829

historique de Mulhouse¹, musée dont il était alors le conservateur.

Au début des années 1990 est projeté le réaménagement de la place de la Réunion. Dans ce cadre le monument retournera à la place Lambert d'où il était parti en 1858. Fin 1992, dans le quotidien *L'Alsace*, paraît un article intitulé « Colonne Lambert, témoin ou vestige ». Il se termine par « la question de savoir si le cadran solaire, une méridienne, pourra à nouveau fonctionner ».

UNE MÉRIDienne DANS L'AIR DU TEMPS

Oui, sur le fût de la colonne on peut voir les lignes d'une méridienne de temps moyen. Ce type de cadran solaire était utile au réglage des horloges à une époque où les villes françaises étaient incitées à se référer - comme Paris à partir de 1826 - au temps solaire moyen. Celui-ci s'accorde mieux avec l'horlogerie mécanique devenue sensible aux irrégularités du temps solaire vrai. Aussi peut-on penser que la méridienne de temps moyen avait été gravée opportunément sur la colonne dès sa construction.

L'OMBRE D'UN DOUTE

Sur une lithographie de Godefroy Engelmann datée de 1829 on distingue en effet la courbe en « 8 » propre aux méridiennes de temps moyen. Trop petite par rapport au dispositif. Une telle disproportion détonne dans l'œuvre. Détail sans importance ?

Auquel s'en ajoute un autre. Un Bulletin de la SIM² fait état d'une proposition du même Engelmann datée de 1830 : le tracé d'une méridienne sur la colonne. Si, deux ans après l'édification du monument, celui qui y contribua très activement souhaite y faire graver une méridienne³, c'est qu'elle ne l'avait pas été jusque-là. Alors pourquoi figurait-elle sur sa lithographie de 1829, un an avant sa proposition ?

UN MIDI EN DEUX TEMPS

Deux lettres adressées au maire de Mulhouse et au préfet du Haut-Rhin évoquent l'application d'une ligne méridienne sur la colonne dès les démarches préalables à sa construction. Dans son compte-rendu de la fête et de ses préparatifs⁴, le secrétaire du Comité Lambert décrit un plan vraisemblablement réalisé : « C'est une colonne de quinze pieds, reposant sur un piédestal de cinq pieds, portant une sphère céleste, dont l'axe débordant indique, par la projection de son ombre, l'heure de midi sur la colonne ».

Une hypothèse cavalière permettrait de résoudre l'apparente contradiction des sources :

- la ligne méridienne des uns serait celle d'une méridienne de temps vrai présente dès 1828,
- le tracé d'une méridienne proposé par l'autre en 1830 serait la courbe en « 8 » à y ajouter pour obtenir la méridienne de temps moyen, préfigurée sur sa lithographie de 1829.

À CONTRETEMPS

De 1826 à 1841 se construisait à Mulhouse un « Nouveau-Quartier ». Situé hors de l'enceinte historique, il devait loger confortablement la bourgeoisie aisée dans un quartier d'affaires moderne. C'est ici qu'allaient résider et travailler les gens parmi les plus concernés par la référence au midi moyen local à cette époque.

La vaste place⁵ vers laquelle convergeaient les rues aurait été un site approprié pour une méridienne. Mais en 1828 le rôle commémoratif du monument prévalait : sa place était à côté de la maison natale de Lambert. Trente ans plus tard, lorsqu'il fallut se sauver ailleurs, ce ne fut pas dans ce « Nouveau-Quartier » : ici on n'allait plus attendre le Soleil pour remettre les pendules à l'heure.

« Il serait question, dit-on, de faire régler sur l'heure de Paris l'horloge qui surmontera l'hôtel de la Société industrielle, et qui fera marcher toutes les pendules électriques dont une administration intelligente et amie du progrès fait décorer nos rues », écrivait le Dr Achille Penot dans *L'industriel alsacien* du 19 juin 1864.

Mulhouse n'aura plus besoin de méridienne publique lui donnant le temps moyen local, car la « SIM-City » règlera ses activités sur celui de Paris, temps qui pourrait être distribué à domicile !

« Bientôt même, c'est au moins là, croyons-nous, l'intention de l'administration municipale, on pourra prendre des abonnements pour l'heure ; c'est-à-dire qu'au moyen d'un cadran posé chez

soi, chacun pourra recevoir constamment l'heure normale, comme il peut y faire arriver aujourd'hui l'eau et le gaz nécessaires à son service intérieur » (extrait d'une chronique de *L'industriel alsacien* du 23 avril 1865).

DE RETOUR AU MARCHÉ, PAS DE POT

Le retour du monument sur une place Lambert devenue exigüe, à côté d'un temple plus élevé, fut un défi pour les architectes. L'un d'eux, Juraj Jakubik, avait déjà œuvré à l'édification d'un cadran monumental⁶ et estimait Lambert depuis qu'il avait fait sa connaissance au pied de sa colonne exilée. Il dénicha le seul méridien se faufilant près de la maison natale du savant tout en échappant tous les midis aux ombres menaçantes du temple. C'est sur lui qu'il fallait ancrer la colonne !

Ce qu'elle ne fut point : reléguée au centre de la place pour avoir tenté de trop se rapprocher d'un bâtiment riverain ?

Mais l'idée du « méridien mulhousien » fut retenue et sa longitude gravée sur le piédestal. Au sol, un alignement de pavés le matérialise. Déporté de quatre mètres : quelques pas pour le méridien, une catastrophe pour la méridienne.

Depuis elle détourne son axe polaire de l'usurpateur. Strabisme divergent de l'œilleton décrit par Maurice Kieffer, gnomoniste chevronné, dans son article sur « Trois méridiennes » dans *Cadran Info*⁷. C'en est au point qu'elle voit le solstice d'été en mai. À son âge - bicentenaire en 2028 ! - pourrait-on y remédier tant soit peu au prix d'une petite restauration ?

Ce serait un clin d'œil respectueux à la mémoire de Lambert - gnomoniste à ses heures⁸ - qui fut, sa vie durant, soucieux d'exactitude.

Des années 60 du siècle dernier, qui ont aperçu un collégien lever un regard intrigué vers la colonne, aux années 20 du présent, qui ont vu un instituteur à la retraite se plonger dans les archives, les activités gnomoniques de Jean-Marie Moebs j-m.moebs@melpost.fr ont été plus clairsemées que les noms de mois sur le grand huit d'une méridienne. Mais, chaque fois, plaisantes...

¹ <https://www.numistral.fr/ark:/12148/bpt6k9627294r/f77.item>

² <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9606176m/f440.item>

³ <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k96054110/f279.item>

⁴ <https://www.numistral.fr/ark:/12148/bpt6k9627294r/f85.item>

⁵ <https://shorturl.at/Z3BqI>

⁶ <http://www.supissoch.sk/slnece-hodiny/>

⁷ https://ccs.saf-astronomie.fr/wp-content/uploads/Cadran-Info_pdf/Cadran_Info_24.pdf

⁸ <https://gnomonique.fr/cadran/beytrage.pdf>

DÉVELOPPEMENTS DU CADRAN EN L DES ÉGYPTIENS

Ferdinando Roveda

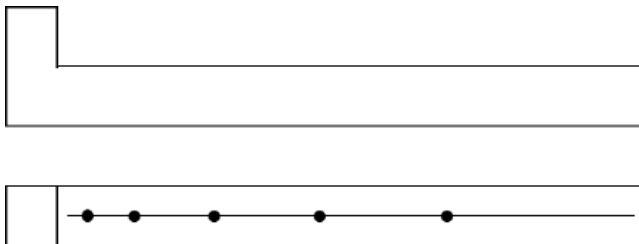
Peut-être connaissez-vous ce cadran solaire portable, en forme de L, utilisé par les Égyptiens il y a 3 500 ans ? L'auteur, partant du concept de cet instrument nous amène, au cours d'une longue balade gnomonique très originale, à examiner ses déclinaisons possibles...

Notations utilisées

α : demi-arc diurne (en degrés)
 δ : déclinaison solaire
 φ : latitude locale
 θ : angle horaire du Soleil (en degrés)
 η : hauteur du Soleil
 η_1 : hauteur du Soleil au solstice d'été
 η_2 : hauteur du Soleil au solstice d'hiver
 τ : inclinaison plane du cadran en L
 g : hauteur du bras court du cadran en L
 h : hauteur du plan incliné
 l : largeur de la base du cadran en L

LE CADRAN EN L DES ÉGYPTIENS

Le cadran solaire égyptien en forme de L, schématisé ci-dessous, est bien connu des experts, même s'il existe de nombreux débats sur son utilisation réelle (voir par exemple l'article¹ de A. Gunella).



Mettant ces discussions de côté, voyons les évolutions possibles de cet instrument, qui n'ont jamais été considérées, du moins à ma connaissance, étant donné que tout ce qui est décrit ci-dessous a été calculé pour la latitude du Caire (30°N), et pour l'ancien système de temps, c'est-à-dire en considérant l'heure comme la douzième partie du temps entre le lever et le coucher du Soleil (donc une heure variable selon la période de l'année considérée).

On pourra se référer, au sujet de ces « heures temporaires », à l'article de P.-L. Cambefort² paru dans le n° 4 de ce magazine.

FORMULES PRÉLIMINAIRES

Par souci d'exhaustivité, rappelons d'abord comment calculer l'angle horaire du Soleil, à partir de la formule bien connue du demi-arc diurne :

$$\cos \alpha = -\tan \delta * \tan \varphi$$

D'où l'angle horaire d'une heure temporaire :

$$\theta = \alpha / 6$$

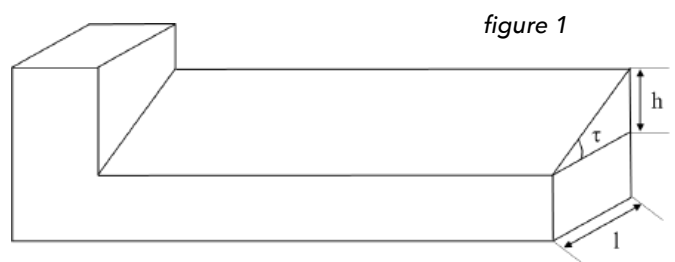
La formule qui indique la hauteur η du Soleil pour chaque heure, latitude, et déclinaison solaire est également bien connue :

$$\sin \eta = \sin \delta * \sin \varphi + \cos \delta * \cos \varphi * \cos \theta$$

LE CADRAN EN L À PLAN INCLINÉ « TORDU »

Tout commence par le souhait de faciliter au maximum l'utilisation de l'instrument, en alignant simplement son long bras dans la direction du Soleil pendant l'utilisation.

Commençons par modifier le bras long du L, en en faisant un plan incliné « tordu », comme le montre la figure 1 suivante.



Dès lors, bien sûr, la relation suivante s'applique :

$$h = l * \tan \tau$$

Dans un premier temps, nous devons émettre des hypothèses sur certaines dimensions approximatives, compatibles avec son utilisation en tant que cadran portable, et calculer l'inclinaison τ de manière appropriée.

En particulier, pour ce dernier paramètre, on s'assure que sa valeur nous permette d'avoir toujours la même distance de la ligne horaire 6

¹ A. Gunella – Il più antico orologio solare egiziano – Gnomonica n° 7 – Sept. 2000

² https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2022/06/mag-CSpour-tous-n4_PL-Cambefort.pdf

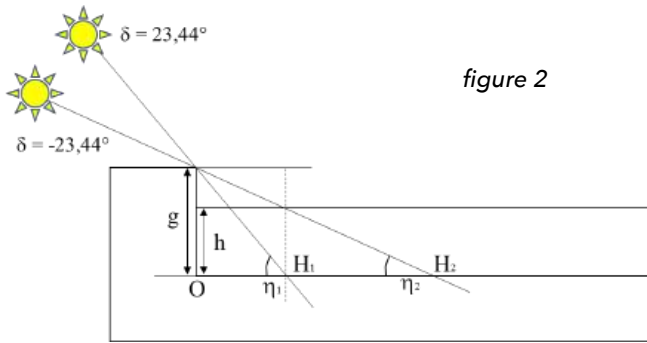


figure 2

au « gnomon » (le bras court du L). Pour atteindre cet objectif, il suffira de poser, en référence à la figure 2 ci-dessus et à ses notations :

$$h = g * (\tan \eta_1 - \tan \eta_2) / \tan \eta_1$$

En combinant cette équation avec la précédente, nous obtenons immédiatement la valeur recherchée de τ :

$$\tan \tau = g * (\tan \eta_1 - \tan \eta_2) / (l * \tan \eta_1)$$

Cette dernière formule nous permet également, en l'écrivant sous une forme différente, de trouver la distance l_i de chaque droite saisonnière (droite de la date « i ») à partir du bord inférieur du plan incliné (solstice d'été), à savoir :

$$l_i = g * (\tan \eta_1 - \tan \eta_i) / (\tan \eta_1 * \tan \tau)$$

Cette valeur est calculée sur le plan horizontal, mais peut être rapportée sur le plan incliné simplement avec la formule :

$$l_{ih} = l_i / \cos \tau$$

Ou encore :

$$l_{ih} = g * (\tan \eta_1 - \tan \eta_i) / (\tan \eta_1 * \sin \tau)$$

Il va sans dire que la hauteur h de chaque ligne saisonnière peut également être calculée comme suit :

$$h_i = l_i * \tan \tau$$

Et comme la hauteur du gnomon « réel » à utiliser pour calculer chaque point horaire sur la ligne saisonnière « i » sera donnée par :

$$g_i = g - h_i$$

La distance de chaque point de chaque ligne horaire par rapport au gnomon peut alors être calculée par la formule :

$$PH_i = (g - h_i) / \tan \eta_i$$

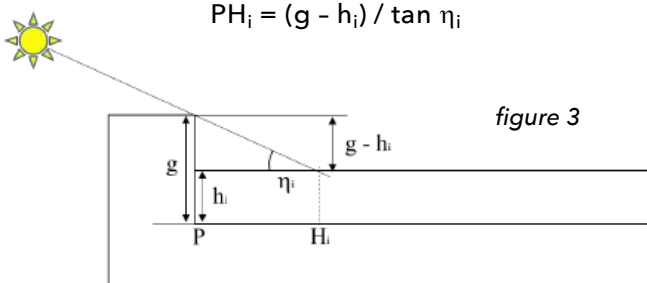


figure 3

Si nous ramenons ces points au plan incliné et que nous les joignons de manière appropriée pour tracer les lignes horaires et les lignes saisonnières, nous obtiendrons le schéma ci-dessous (vue perpendiculaire au plan contenant les lignes horaires et saisonnières).

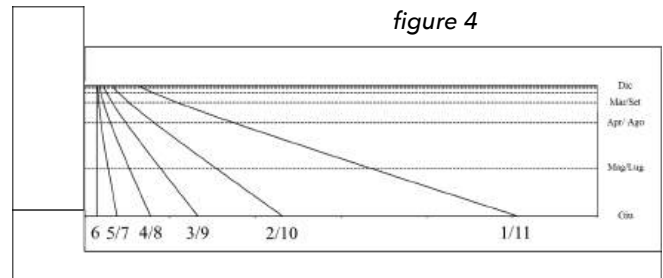


figure 4

On constate immédiatement que :

- la ligne de 6 heures (vrai midi local) est droite et parallèle au bras court du L,
- les autres lignes horaires ne sont pas des droites, mais se rapprochent de lignes droites (chaque ligne horaire peut être approchée avec au moins 2 segments de ligne droite),
- les lignes de temps se resserrent autour du solstice d'hiver, ce qui rend difficile la lecture de l'heure au milieu de la journée,
- d'autre part, l'utilisation est facilitée, puisqu'il suffit (c'était l'une des conditions de départ) d'orienter le long bras du L (côté gnomon) dans la direction du Soleil.

La première amélioration que l'on peut faire pour réduire la difficulté des lignes resserrées est de diviser la surface avec les lignes horaires en deux parties, l'une pour la période printemps-été, l'autre pour la période automne-hiver, créant deux plans inclinés distincts (une sorte de « toit à pignon », voir la figure 5 ci-dessous).

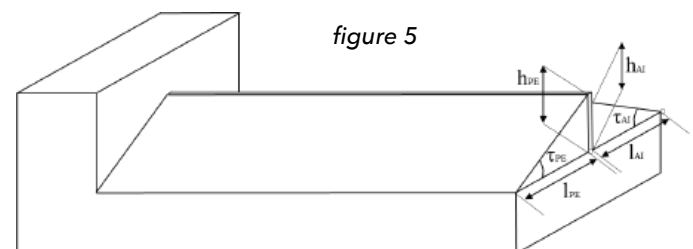


figure 5

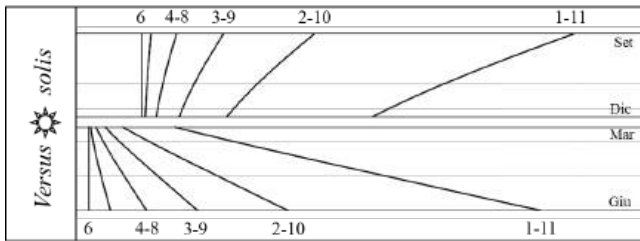
Le processus de calcul des lignes horaires et saisonnières est similaire à ce qui a été fait jusqu'à présent ; évidemment, le processus devra être divisé en deux étapes distinctes :

- la première utilisant pour η_1 et η_2 les hauteurs du Soleil respectivement au solstice d'été et à l'équinoxe,

- la seconde utilisant pour η_1 et η_2 les hauteurs du Soleil respectivement à l'équinoxe et au solstice d'hiver.

La figure 6 ci-dessous montre le résultat obtenu en suivant ces étapes.

figure 6



La situation s'améliore, mais pas de manière décisive... L'interpolation avec des segments de droite est également améliorée, limitant l'erreur de lecture (par rapport à la ligne calculée) à un maximum d'environ 8 min d'heure temporaire.

LE CADRAN MULTIPLAN INCLINÉ TORDU

« L'appétit vient en mangeant »... Si avec un plan incliné nous avons réussi à avoir une ligne horaire droite alignée avec le gnomon, avec plusieurs plans inclinés, un pour chaque ligne horaire, toutes les lignes horaires seront droites et parallèles au gnomon !

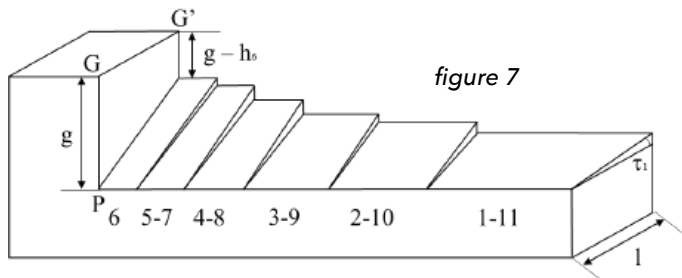
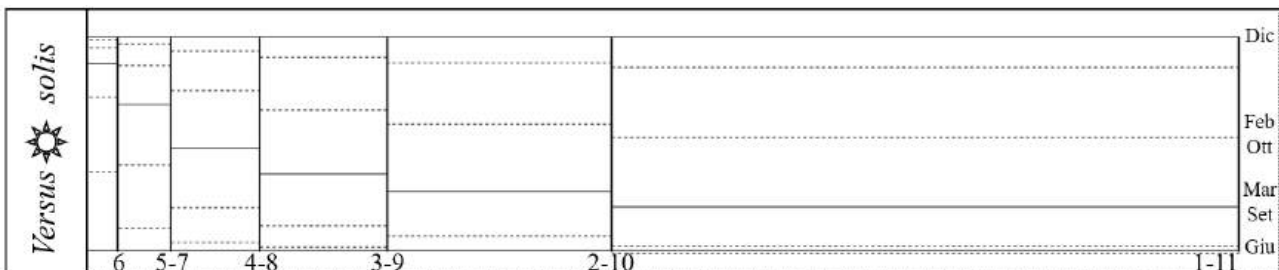


figure 7

Le processus à suivre est toujours le même, la seule précaution étant de calculer une pente pour chaque ligne horaire, comme si vous deviez calculer 6 cadrans à plan incliné tordu au lieu d'un seul. Bien sûr, les lignes de date différeront également d'un étage à l'autre, ce qui complique malheureusement un peu la vie dans les phases de conception et de construction.

Cependant, le résultat est conforme aux attentes. Ci-dessous (figure 8) la représentation

figure 8



du résultat final (les lignes horaires ont été placées, pour plus de simplicité, sur le bord de chaque « marche »).

Il y a cependant un point très important à souligner. Le doute qui surgit immédiatement est que dans les mois autour du solstice d'hiver, lorsque le Soleil est bas, cette conception par « marches » peut être un obstacle à la propagation du « rayon d'ombre ». C'est-à-dire qu'en référence à la figure 9, nous devons vérifier que la relation suivante est constamment satisfaite :

$$\Delta d * \tan \eta_i > \Delta h$$

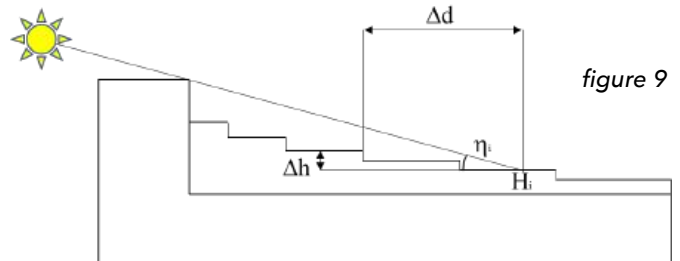


figure 9

Dans l'ensemble, la condition ci-dessus est toujours mathématiquement remplie, mais comme on l'a supposé, dans les mois autour du solstice d'hiver, la marge est extrêmement limitée, ce qui rend l'utilisation de l'instrument très critique.

Encore une fois, la première idée qui vient à l'esprit pour tenter de surmonter le problème est de recourir à une double série de plans inclinés (figure 10), créant ainsi une surface qui ressemble au dos d'un crocodile.

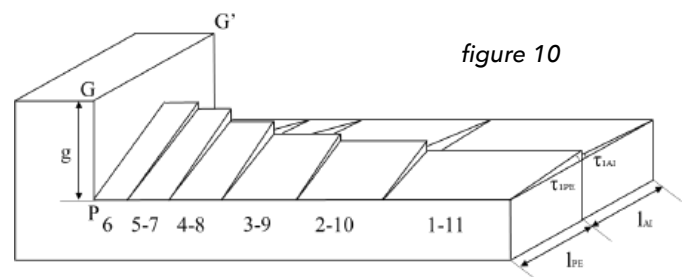


figure 10

Comme on l'a supposé, la situation s'améliore, mais pas au point de pouvoir être considérée comme décisive...

JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

QUELLE EST L’AFFIRMATION INCORRECTE ?

- Le « chef de tous les Turkmènes », Saparmourat Niyazov, au pouvoir au Turkménistan de 1985 à 2006, a fait bâtir dans sa capitale Achgabat une statue le représentant, plaquée d’or, et en rotation sur elle-même afin que le regard du chef soit toujours orienté vers le Soleil.
- Le 13 avril 2029, l’astéroïde 99942, de 375 m de large, passera à environ 30 000 km de la Terre et sera visible à l’œil nu (tout risque d’impact étant exclu).
- Le gouvernement américain a chargé la NASA de définir avant fin 2026 un système de fuseaux horaires propre à la Lune, dans la perspective d’une présence humaine plus forte sur notre satellite.
- *La Boussole* et *L’Astrolabe* sont les noms des deux navires de l’expédition autour du monde de Jean-François de La Pérouse, entreprise en 1785 à l’initiative du roi Louis XVI.
- Un vol de New York à Paris, allant dans le sens de la rotation terrestre, est plus rapide qu’un vol de Paris à New York.
- Le tableau ci-dessous de Vincent Van Gogh (exposé en 2024 au musée d’Orsay à l’occasion de la belle exposition « Inventer l’impressionnisme ») a pour titre *La méridienne*, non pas parce qu’il représente une scène rurale à midi solaire mais parce que « méridienne » signifie également « sieste du milieu du jour ».



UNE ÉNIGME

UN BISCUIT RELIÉ AU TEMPS...

L’entrepreneur nantais Louis Lefèvre-Utile, fondateur de la marque LU (constituée de ses initiales), souhaitait que son « Petit Beurre » soit le compagnon idéal à *tout instant*. Comment a-t-il traduit ce souhait dans la conception du célèbre biscuit ?



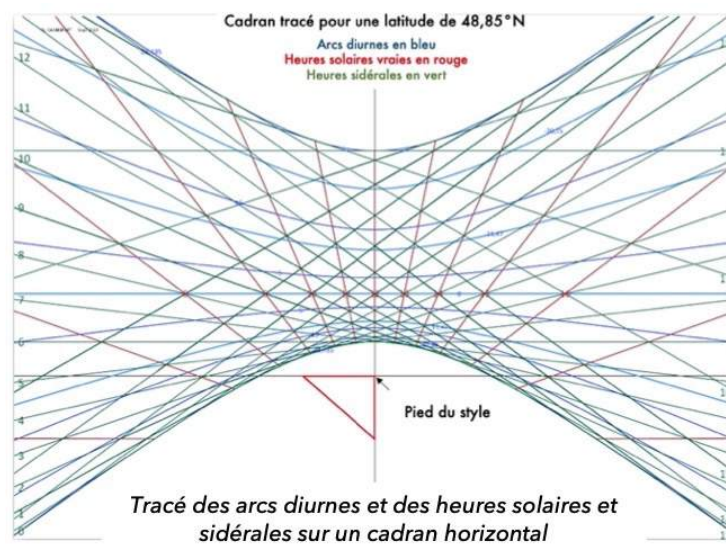
UN PROBLÈME GNOMONIQUE

LIGNES HORAIRES DE TEMPS SIDÉRAL

Dans l'article Cadrans solaires à heures sidérales de Pierre-Louis Cambefort paru dans le n° 11 de ce magazine*, il est dit « Il est relativement facile de démontrer que toute ligne horaire de temps sidéral est une droite ». Sauriez-vous le faire par quelques déductions simples ?

Un petit indice... Pensez à utiliser une propriété importante de la « projection gnomonique », c'est-à-dire de la projection de la sphère céleste sur le plan du cadran passant par un point du porte-ombre (extrémité d'un style droit ou œilleton) : la projection de tout grand cercle de la sphère céleste est une droite.

* https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/03/mag-CSpour-tous-n11_PL-Cambefort.pdf



UN TEST RAPIDE

EN SOUVENIR DES JO...

Un test rapide pour les gnomonistes amateurs... Vous n'ignorez pas qu'un cadran analemmatique comporte une « ligne-calendrier » sur laquelle l'observateur doit se placer (à la bonne date !) afin que son ombre permette de lire l'heure sur les marques horaires disposées autour d'une ellipse. Une amie a le projet de tracer un tel cadran dans son jardin et, ayant encore en mémoire les grands moments des JO 2024, se propose de remplacer la ligne-calendrier par un podium sur lequel elle indiquerait les dates (qui seraient à la verticale de celles tracées pour une ligne-calendrier au niveau du sol). Elle vous demande de valider cette modification du cadran analemmatique classique...



SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

Un vol New York - Paris est effectivement plus rapide qu'un vol de Paris - New York mais ce n'est pas parce qu'il va dans le sens de la rotation terrestre, même si cette explication erronée est souvent avancée... Imaginez qu'un athlète ait un 50 km à faire sur une ligne droite de direction est-ouest. Lui conseillerez-vous de choisir la direction ouest-est pour faire un meilleur temps, parce qu'ainsi il irait dans le sens de la rotation terrestre ? En fait, tout objet terrestre, et notamment un avion prêt à décoller de Paris ou de New York (mais également nous tous), allons, vu de l'espace, à la même vitesse que la Terre en rotation, soit près de 1 700 km/h au niveau de l'équateur ! Dans le référentiel terrestre, où l'avion prêt à décoller a une vitesse nulle, il ne pourra compter que sur sa vitesse propre pour aller d'un point à un autre...

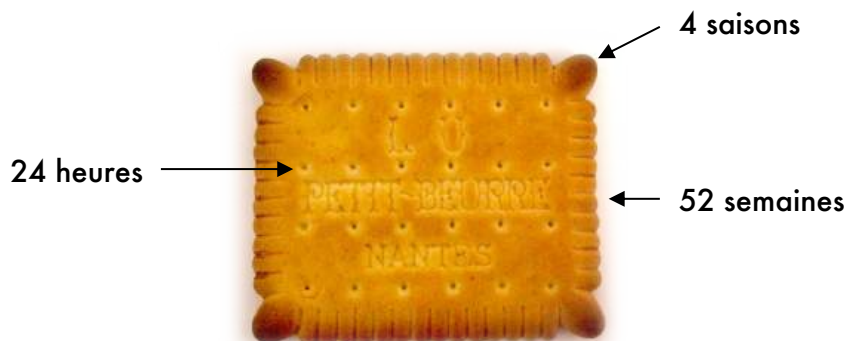
Si un vol New York - Paris est plus rapide c'est simplement à cause des vents d'altitude (appelés courants-jets ou *jet streams*) qui, situés à l'altitude à laquelle volent les avions, atteignent des vitesses de 100 km/h à près de 400 km/h et circulent d'ouest en est !



Position des courants-jets dans les hémisphères nord et sud

UNE ÉNIGME

Le biscuit comporte 4 coins pour symboliser les saisons, 52 dents (qui constituent ses bords) pour symboliser les semaines de l'année, et 24 points (4 rangées de 6 réparties sur le biscuit) pour symboliser les heures de la journée...



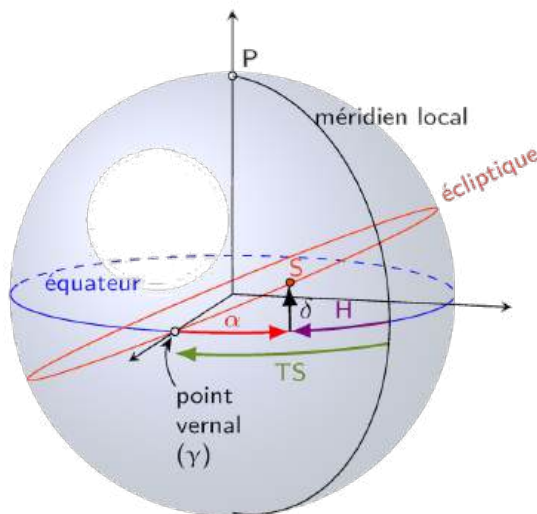
UN PROBLÈME GNOMONIQUE

L'heure sidérale correspond à l'angle horaire du point vernal γ de la sphère céleste (voir schéma ci-contre), le point vernal étant l'un des deux points d'intersection de l'équateur et de l'écliptique sur la sphère céleste, correspondant à l'équinoxe de printemps.

Pour une heure sidérale TS donnée, la position du point γ est parfaitement définie et avec elle la position de l'écliptique qui s'élève, à partir de γ , au-dessus de l'équateur avec un angle égal à l'obliquité de la Terre, environ $23,5^\circ$.

Au fil des jours, à l'heure sidérale TS, le Soleil se situera en différents points de l'écliptique dans la position correspondant à TS. L'écliptique est un grand cercle, c'est-à-dire dans un plan contenant le centre de la sphère. Donc la courbe horaire de l'heure sidérale TS sera l'intersection de ce plan avec le plan du cadran, c'est-à-dire... une droite !

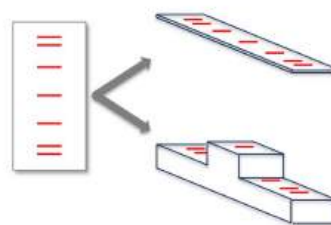
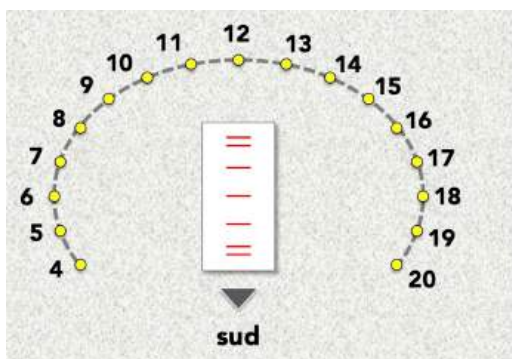
Le raisonnement est valable pour toutes les autres heures sidérales et le cadran est donc composé des différentes droites de projection de l'écliptique dans les positions répondant aux différentes heures sidérales.



Quelques éléments de la sphère céleste, avec des coordonnées repérant la position du Soleil.
 α : ascension droite, δ : déclinaison
 H : angle horaire, TS : heure sidérale

UN TEST RAPIDE

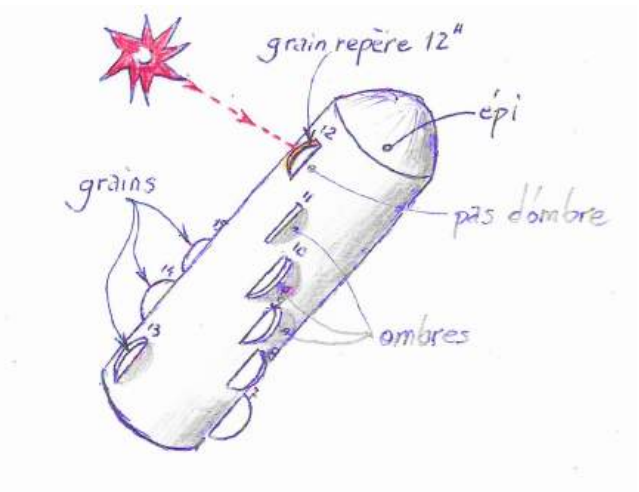
Un cadran analemmatique est un cadran d'azimut, l'azimut du Soleil étant l'angle que fait l'ombre de l'observateur avec la direction de la ligne-calendrier (nord-sud). Cet angle ne change pas quelle que soit la taille de l'observateur, qu'il mesure 1 m comme un enfant ou... 2,24 m comme le basketteur français Victor Wembanyama. Monter sur une marche d'un podium revenant simplement à augmenter sa taille, le cadran analemmatique indiquera toujours la bonne heure. Le projet de votre amie est validé !



ÉPI DE MAÏS

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

Pour ce numéro a été choisi son « Épi de maïs », un cadran équatorial dont la conception s'inspire de la forme et des constituants de l'épi de ce maïs, appelé blé d'Inde au Québec, devenu aujourd'hui la première céréale cultivée dans le monde (devant le blé et le riz).



Cadran de type équatorial.

**24 "grains" pour chacun une heure ronde, disposés en spirale et répartis tous les 15 degrés
Midi correspond au "grain" repéré par une couleur.**

Le grain qui n'a pas d'ombre indique l'heure ronde qui lui correspond.

Sur le croquis ci-dessus on lit 12 h solaire.

Ce cadran est adaptable à toute latitude grâce à la flexibilité de la tige en aluminium.

c.gahon

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

Tous les numéros ainsi que, séparément, chaque article de chaque numéro, peuvent être téléchargés gratuitement depuis <https://www.cadrans-solaires.info/le-magazine/>

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

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

Dépôt légal BNF : septembre 2024

ISSN 2824-057X

Contact : contact@cadrans-solaires.info

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

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

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

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

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

BNF Legal deposit: September 2024

ISSN 2824-057X

Contact: contact@cadrans-solaires.info

Comité éditorial - Editorial Committee



Doh Koffi Addor



David Alberto



Jean-Luc Astre



Pierre-Louis Cambefort



Claude Gahon



Jasmin Gauthier



Alix Loiseleur
des Longchamps



Yvon Massé



Yves Opizzo



Elisabeth Regamey



Michèle Tillard



Roger Torrenti

Photo page suivante : cadran solaire vertical déclinant, en forme de bouclier, mis au jour près du sanctuaire d'Apollon à Délos, l'une des îles des Cyclades (Grèce). Daté de 150 à 75 avant J.-C., il est calculé pour la latitude de 31°N, qui est celle d'Alexandrie en Égypte (il fut ensuite installé à Délos). Il peut être admiré au musée du Louvre à Paris dans la salle « Inscriptions grecques ».



ISSN 2824-057X

Cadran solaire vertical
Délès, près du sanctuaire d'Apollon
Époque hellénistique, vers 150-75 avant J.-C.
Marbre

Ce cadran solaire vertical en forme de bouclier est dans une niche. Il comporte six lignes d'heures, y compris l'horizon, croisant trois lignes de jour. Le trou d'axe est à l'intersection de l'équinoxe et de la ligne d'été.