

CADRANS SOLAIRES POUR TOUS

Magazine trimestriel - n° 14 - Hiver 2024-2025 - 12€



Photo de couverture : si vous avez la chance d'aller un jour en Islande, cette « île de feu et de glace », vous vous arrêterez probablement devant une des très nombreuses tables d'orientation (comme celle-ci, sur le mont Bláhnúkur dans la région de Landmannalaugar). Elles sont toutes circulaires, comportent un gnomon central et 24 secteurs réguliers. Ces tables permettent-elles de lire l'heure solaire? Rendez-vous dans la section Jeux et énigmes de ce numéro...



SOMMAIRE

- [4](#) Contents
- [5](#) Éditorial
- [6](#) Actualités
- [8](#) Résultats du concours 2024 - Comité éditorial
- [12](#) Un cadran solaire mystérieux - Yves Opizzo
- [14](#) Mon aventure équatoriale - Claude Gahon
- [16](#) Et si vous commenciez par une méridienne ? - Roger Torrenti
- [18](#) Cadran de hauteur à courbes horaires rectilignes - Pierre-Louis Cambefort
- [20](#) Relier l'azimut du Soleil à l'heure de la montre... - Francis Reymann
- [22](#) Un laboratoire en ligne pour créer des cadrans en papier... - Fabio Savian
- [24](#) Un cadran solaire à chapeau à construire soi-même - David Alberto
- [26](#) Où bénéficier d'un éclairage solaire maximum sur l'année ? - Yvon Massé
- [28](#) « ASTRO à l'École » - Étienne Martel
- [30](#) Achever la restauration de la méridienne de la cathédrale de Nevers - Alix Loiseleur des Longchamps
- [32](#) De l'astronomie à la géographie : connaître la Terre dans l'Antiquité grecque - Michèle Tillard
- [36](#) Jeux et énigmes
- [38](#) Solutions des jeux et énigmes
- [40](#) Satellite - Claude Gahon
- [41](#) Crédits photos et illustrations

Ci-dessus : façade de la « maison du lézard » à Meillane (13) où Frédéric Mistral a vécu plus de 20 ans. La sage devise (en provençal bien sûr) du cadran solaire qui l'orne est « Gai lézard, bois ton soleil, l'heure ne passe que trop vite et demain il pleuvra peut-être ».

CONTENTS

- [5](#) Editorial
- [6](#) News
- [8](#) Results of the 2024 competition - Editorial Committee
- [12](#) **A mysterious sundial - Yves Opizzo**
An article by a gnomonist, inspired by the creations of Jean-Eugène Robert-Houdin, a French watchmaker and scientist, "father of conjuring" (not to be confused with the American illusionist Harry Houdini, whose stage name was chosen in homage to Robert-Houdin).
- [14](#) **My equatorial adventure - Claude Gahon**
Since issue 4 of this magazine, a page has been devoted (see p. 40) to one of the recent works of the gnomonist-dial maker Claude Gahon, precise and poetic but also original creations although often using the concept of an equatorial dial. He explains why...
- [16](#) **What if you started with a noon mark? - Roger Torrenti**
What type of sundial should you start your career as a dial maker with, if you were still an amateur gnomonist? In this article, the author suggests an easy start easily a noon mark in your home...
- [18](#) **Altitude-based dials with straight hourly lines - Pierre-Louis Cambefort**
The author invites us here, as he often does in his articles in this magazine, to a (quite easy) gnomonic exercise for trigonometry lovers: how to design a dial measuring the height of the Sun so that its hourly curves are parallel straight lines...
- [20](#) **Relating the azimuth of the Sun to the time of the watch... - Francis Reymann**
The author suggests here an easy-to-use tool to determine the "time of the watch" from the value of the azimuth of the Sun (for a given date and location) and conversely to know the time of passage of the Sun at a given azimuth and at a given date. Examples of use are suggested.
- [22](#) **An online laboratory to create paper dials... - Fabio Savian**
Launched in April 2010 as an "international register of sundials" and presented in the previous issue of this magazine, the free online tool "Sundial Atlas" www.sundialatlas.eu has a very interesting section that Fabio Savian invites us to discover in detail...
- [24](#) **A do it yourself sundial with a hat - David Alberto**
Did you know that a sundial could "wear a hat"? If not, the author invites you to discover the secrets of "sundials with a hat"... And in any case, he suggests that you make one very easily!
- [26](#) **Where to benefit from maximum solar illumination over the year? - Yvon Massé**
A priori, given the annual symmetry of the apparent movement of the Sun, from each side of the Earth's equator, one might believe that the annual durations of days and nights are identical at all points on the globe. Yes, but if we look more closely...
- [28](#) **"ASTRO at School" - Étienne Martel**
As part of the ministerial "Sciences at School" program, aimed at promoting science and technology in secondary schools, targeted programs have been developing, such as "ASTRO at School". And sundials are not forgotten! The author tells us more about this framework and ongoing activities.
- [30](#) **Completing the restoration of the noon mark of Nevers Cathedral - Alix Loiseleur des Longchamps**
The author tells us the story of a beautiful noon mark currently being restored in Nevers Cathedral (France), in particular thanks to the gnomonic studies carried out by the late Paul de Divonne, and which is now just waiting for funds to once again surprise and amaze visitors...
- [32](#) **From Astronomy to Geography: Knowing the Earth in Greek Antiquity - Michèle Tillard**
The progress of Greek astronomy, like that of mathematics, had a surprising consequence: the birth of physical geography, and of the cartography of our planet. Astronomers and geographers had in fact in common to be also mathematicians, and to use the same instruments (the gnomon in particular) and the reading of the stars...
- [36](#) Games and puzzles
- [38](#) Solutions to games and puzzles
- [40](#) Satellite - Claude Gahon

ÉDITORIAL

Nous avons le plaisir de vous dévoiler dans ce numéro (pages 8 à 11) les lauréats de notre concours « Cadrans solaires pour tous 2024 ».

Nous avons, malgré le thème un peu « particulier » du concours (soumettre un poème ou une courte nouvelle évoquant un cadran solaire), été surpris du nombre de candidatures reçues, non seulement de France mais aussi d'Allemagne, du Canada, d'Espagne, ou d'Italie.

Le jury a eu bien du mal à départager les candidats, l'ensemble de candidatures étant réellement de bonne qualité...

Nous espérons que vous trouverez de l'intérêt à parcourir ce nouveau numéro et restons à votre écoute pour améliorer le contenu ou la présentation du magazine afin qu'il corresponde au mieux à vos attentes.

Enfin, nous sommes heureux de vous annoncer qu'un nouveau membre a été coopté au sein de notre comité éditorial : Francis Reymann dont une courte bio figure au bas de l'article qu'il a préparé pour ce numéro (pages 20 et 21).

Roger Torrenti
Responsable éditorial

EDITORIAL

We are pleased to reveal to you in this issue (pages 8 to 11) the winners of our *Cadrans solaires pour tous 2024* competition.

Despite the somewhat "special" theme of the competition (submit a poem or short story about a sundial), we have been surprised by the number of applications received, not only from France but also from Germany, Canada, Spain, and Italy.

The jury had a hard time deciding between the candidates, as all the applications were of really good quality...

We hope that you will find this new issue interesting and we remain at your disposal to improve the content or presentation of the magazine so that it best meets your expectations.

Finally, we are pleased to announce that a new member has been co-opted to our Editorial Committee : Francis Reymann, whose short bio appears at the bottom of the article he has prepared for this issue (pages 20 and 21).

Roger Torrenti
Editorial manager

contact@cadrans-solaires.info

COMITÉ ÉDITORIAL



Doh Koffi Addor



David Alberto



Jean-Luc Astre



Pierre-Louis Cambefort



Claude Gahon



Alix Loiseleur
des Longchamps



Yvon Massé



Yves Opizzo



Elisabeth Regamey



Francis Reymann



Michèle Tillard



Roger Torrenti

ACTUALITÉS



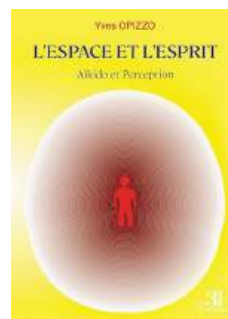
UNE HISTOIRE DU TEMPS ET DES HORLOGES

Des cadrans solaires et des clepsydes à la mécanique quantique et aux théories de la relativité, l'ouvrage « Une histoire du temps et des horloges » de Marie-Christine de La Souchère, paru chez Ellipses début novembre 2024, nous conte, de façon simple et claire, l'histoire du temps et de sa mesure. Il est agrémenté de nombreuses illustrations et anecdotes et s'adresse vraiment à tous. Il est vendu, notamment en ligne (FNAC, Amazon, etc.), au prix de 23€.



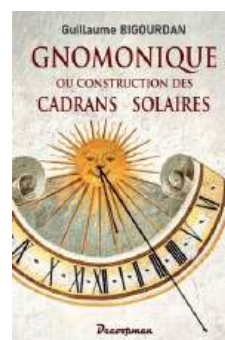
L'ESPACE ET L'ESPRIT

Yves Opizzo, membre du comité éditorial de ce magazine, auteur d'une quinzaine de livres sur la gnomonique, est également professeur d'Aïkido (6e dan) et a publié deux ouvrages sur le thème de l'esprit et de la conscience : son dernier, « L'Espace et l'Esprit », paru en septembre 2024 (Éd. Les trois colonnes), « tente d'approfondir des notions certes complexes, mais essentielles à la vie spirituelle ». Des notions qui accompagnent l'auteur dans la conception de nombre de ses cadrans solaires... Il est vendu, notamment en ligne (FNAC, Amazon, etc.), au prix de 23 €.



« LE BIGOURDAN »

De nombreux gnomonistes ont eu (ou ont encore) comme livre de chevet le fameux « Bigourdan ». Écrit par Guillaume Bigourdan, intitulé « Gnomonique ou traité théorique et pratique de la construction des cadrans solaires », il a été édité par Gauthier-Villars et Cie en 1922. On peut encore en trouver des éditions originales à des prix assez élevés (autour de 100 €). Les éditions Decoopman (<https://www.decoopman.com>) mettent aujourd'hui, avec leur réédition, l'ouvrage à la portée d'un plus grand nombre d'amateurs ou de passionnés (19 €).



TRÉSORS ANDALOUS OUBLIÉS

Esteban Martínez Almirón, qui avait publié un article dans le n°9 de ce magazine, consacré aux « Cadrans solaires d'Andalousie », vient de publier, à l'occasion du 25^{ème} anniversaire de la mise en ligne de son site <https://relojandalusi.org/>, un ouvrage intitulé « Cadrans solaires historiques - Trésors andalous oubliés » illustré de 60 très beaux dessins qu'il a lui-même réalisés. L'ouvrage (en espagnol), présenté plus en détail en français dans un document préparé par l'auteur et accessible via <http://bit.ly/3UK4Fbv>, est disponible au prix de 12 € (plus frais d'envoi) en contactant l'auteur à l'adresse relojandalusi@gmail.com





ACTUALITÉS

UN CADRAN SOLAIRE DANS L'HIMALAYA !



Il y a un an, recevant Masato Oki, vice-président de la société japonaise des cadrans solaires, Roger Torrenti, responsable éditorial de ce magazine, avait appris que M. Oki était également un himalayiste réputé: il avait conduit notamment plusieurs expéditions dans l'Himalaya. M. Oki a aujourd'hui 90 ans et... continue à fréquenter l'Himalaya ! Il a même dirigé récemment une nouvelle expédition (à l'assaut du mont Merak, 6481 m). Roger Torrenti lui avait offert, lors de leur rencontre, un petit cadran solaire qu'il a emporté avec lui jusqu'au camp de base, à 4 750 m (photo), afin d'établir un « record du cadran solaire emmené le plus haut du monde ». Record à battre !

CALENDRIER RÉPUBLICAIN EN FRANÇAIS



Il est encore temps d'acquérir la version française de ce calendrier historique et poétique (pour l'an 233 de la République française commençant le 22 septembre 2024). On y trouve également 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 Fabio Savian encouragée par notre magazine. À offrir ou à s'offrir, au prix de 15 € (en contactant Fabio Savian fabio.savian@nonvedolora.it)



UNE CARTE CHOROPLÈTHE...

À partir de l'inventaire de la Commission des cadrans solaires (<https://ccs.saf-astronomie.fr/>), David Alberto a réalisé une intéressante carte des départements français illustrant, par couleurs différentes, leur nombre de cadrans solaires (carte dite choroplèthe). Cette carte, en bonne définition, ainsi que le script Python et le module Geopandas utilisés par David Alberto, sont accessibles sur son site <https://www.astrolabe-science.fr>.

QU'EN PENSEZ-VOUS ?



Seiko a créé « une montre exclusivement pour les hommes ensoleillés » (voir <https://bit.ly/4eHQlaF>). C'est une montre-bracelet comportant un cadran solaire équatorial réglable que l'on déploie au-dessus du « cadran ». Certains hommes aimeront l'idée (même si l'heure affichée n'est pas très précise...) et seront fiers d'expliquer à leur entourage le concept de cadran solaire équatorial. D'autres jugeront que c'est un gadget. Certaines regretteront que la montre soit, au moins dans sa présentation, « réservée aux hommes »... Et vous, qu'en pensez-vous ?

RÉSULTATS DU CONCOURS 2024 Comité éditorial

Le jury du concours, composé des membres du comité éditorial du magazine (qui ne pouvaient bien entendu pas participer au concours) et co-présidé par David Alberto, Alix Loiseleur des Longchamps et Michèle Tillard, s'est réuni début novembre 2024 pour établir le classement final des candidats...

Tout d'abord, le comité s'est réjoui du nombre de candidatures reçues malgré le thème « particulier » du concours (soumettre un poème, une nouvelle évoquant un cadran solaire ou une simple devise), de la qualité globale des candidatures et du fait que des candidatures (avec des textes en français) provenaient d'Allemagne, du Canada, d'Espagne ou d'Italie, et non seulement de France.

Le jury a donc eu une tâche difficile pour départager les candidats car, au-delà de la qualité littéraire, chaque membre a pu être particulièrement sensible à tel poème ou telle nouvelle, et a nécessairement donné une note subjective aux candidatures reçues.

Nous présentons dans ces pages les textes des cinq candidats arrivés en tête du classement définitif du jury et les félicitons très chaleureusement.

Nous voulons également féliciter tous les candidats, et en particulier ceux qui ont séduit de deux à cinq membres du jury : Gérard Élie (France), Jacques-Franck Degioanni (France), Dominique Dupuy-Piroua (France), Antogno Monqua Dranti (Espagne), Susanna Rodriguez Peralta (Espagne) et Ferdinando Roveda (Italie).

TEMPORIS FUGIT UMBRA

Je vois les siècles défiler sans un bruit,
Les saisons danser en un cycle infini.
Je suis le témoin immobile des jours qui s'enfuient,
Et dans mon giron, chaque instant est béni.

Les hommes me cherchent à l'aube naissante,
Quand le soleil effleure ma peau de pierre.
Ils guettent la course de l'astre flamboyant,
Et dans mon ombre, trouvent un repère.

Mystérieux cadran, je suis l'oeil du temps,
Un pont entre le ciel et cette terre.
Je lie le cosmos à l'instant présent,
Et dans le silence, je révèle les mystères.

Je suis plus qu'un simple instrument,
Je suis la voix du soleil, le chant de la lumière.
Dans mon étreinte, le temps devient vivant,
Pour graver les heures, éphémères et claires.

Je suis le gardien silencieux du temps,
Un oracle de l'ombre et de la lumière.
Chaque jour, je capture l'éclat du firmament,
Et je murmure à l'univers une prière solaire.

1

Vincent (lycéen)
France
Poème et haïkus

PENSÉES FUGITIVES OU HAÏKUS

Ombre qui danse,
Temps lié à la lumière,
Silence solaire.

Soleil en voyage,
L'ombre dessine un silence,
Cadran éternel.

Lueur du matin,
Heures empreintes en silence
Cadran de sagesse

UNE OMBRE AU CADRAN

Je suis une fine ombre
Qui naît au point du jour
Saluant bien des nombres
Le long de mon parcours

Je suis un humble cours
Ignorant les secondes
À l'heure où roues et tours
Minutent notre monde

Révéléateur du ciel
Bien tracée est ma vie
Et pourtant immortelle
Tant que mon astre luit

Changeant de position
Il danse autour de moi
Une révolution
Que je n'achèverai pas

Du zénith au nadir
Gnomon ça une idylle
Rétrécir et grandir
En épousant mon style

Balayant ma devise
Lentement, sûrement
Vers votre mort je vise
À un rythme constant

Et tous les jours je danse
En avance ou retard
Vers le levant j'avance
Puis me fonds dans le noir

2

Amaury Baradon
France
Poème et devise

DEVISE

« Nos vies passent et
trépassent dans l'ombre du
temps »

5

Michel Renaud
Canada
Deux poèmes

Son style traverse le temps

Le Soleil se levait, son rayon nous trouba
Que sa lumière culmine, qu'elle soit l'âme du temps
Chercher dans son trajet, à l'ombre de ses pas
Là où le style butine, et qu'il montre le temps

Le temps qui passe

Le Gnomon se tient droit, il nous montre le temps
À l'ombre de ses pas, il déroule un ruban
Il dessine une course, l'écliptique ce sera
La lumière est la source, le Soleil en fait foi

ATON

Il était une fois un petit âne qui a demandé à sa mère : « Pourquoi ne suis-je pas né cheval ? Les chevaux sont grands et forts. Je préférerais être un cheval. « Hi-han ! » a répondu sa mère. « Laisse-moi te raconter une histoire. C'est l'histoire d'Aton, l'âne le plus sage de la terre » - et elle a commencé : « Il y a plus de 4 000 ans, un prince nommé Khéops est devenu Pharaon d'Égypte et il a ordonné à son maître constructeur Hémionou : « Crée pour moi la plus grande tombe que le monde ait jamais vue. Ce sera une pyramide et sa base sera un carré avec un côté dirigé vers le nord. Ainsi, quand je mourrai, mon âme pourra trouver le chemin vers l'étoile du Nord, où résident les immortels. Tout ce dont tu as besoin pour accomplir ce travail te sera accordé. Si, toutefois, la tombe n'est pas terminée avant ma mort, cela te coûtera la tête ».

Hémionou fut choqué. Il considérait cela comme une tâche impossible. Un mal de tête soudain l'a poussé à rentrer chez lui et à se coucher. Là, il entendit soudain un fort « hi-han ! » de la cour de son voisin. Furieux, Hémionou se précipita et se plaignit de cette perturbation de son repos. Mais son voisin a expliqué : « Mon âne Aton fait juste son devoir. C'est l'âne le plus sage de la planète. Chaque jour, lorsque le Soleil a atteint sa position la plus élevée dans le ciel, il se tourne en face de lui, lève la queue et crie « hi-han ! » indiquant ainsi l'heure de midi et une pause pour tous les travaux en cours ».

Hémionou écouta avec attention et réfléchit... En face du Soleil à midi... Avec la queue levée... Vers le nord... ? « Puis-je emprunter votre âne pendant un moment ? » demanda-t-il. Son voisin hocha la tête.

Le lendemain, Aton fut conduit à l'endroit choisi pour la construction de la pyramide. Comme tous les jours où le Soleil était au plus haut, il émit un « hi-han ! » et leva la queue. Immédiatement, Hémionou marqua la ligne d'ombre de la queue sur le sol - et la direction exacte vers le nord était fixée !

Puis Hémionou a pensé à la mise en place la base de la pyramide. Pendant la pause de midi, il avait observé la marche bien équilibrée d'Aton, ce qui lui a donné une idée : il a demandé à Aton de dessiner le premier côté de la pyramide en marchant en ligne droite et en comptant les pas. En fait, chaque pas n'était qu'une coudée royale, la longueur de base pour tout en Égypte. 440 fois, les sabots d'Aton ont donné un son « Ankh ! » distinct sur le sol pierreux, puis Aton s'est arrêté. Maintenant, la croix sombre sur le cou, l'épaule et le dos de l'âne a donné à Hémionou l'angle droit pour tourner Aton et le laisser marcher à nouveau 440 coudées, et ainsi de suite d'un côté à l'autre pour finir par compléter toute la place.

Mais Aton s'est arrêté à chaque coin de la place et n'a pas avancé plus loin jusqu'à ce qu'il se soit positionné face au Soleil, qu'il ait levé la queue et qu'il ait crié « hi-han ! ». Après une inspiration soudaine, Hémionou a marqué l'ombre de la queue de chaque arrêt sur le sol. C'était presque le coucher du Soleil au moment où tout cela fut terminé. Ensuite, l'immense place a été délimitée et marquée par des cordes, un côté faisant exactement face au nord. Aton avait achevé avec succès son important travail.

Hémionou a parcouru la place sur l'endroit pour voir si tout était en ordre pour les travaux à venir. Il est également tombé sur les lignes d'ombre marquées de la queue d'Aton - et s'est arrêté par surprise : Ils faisaient tous un angle identique l'un par rapport à l'autre ! Comment cela pouvait-il être possible alors qu'Aton se tenait toujours face au Soleil ? Les derniers rayons rouges du Soleil ont éclairé son esprit : c'est la route du Soleil à travers le ciel qui provoque la longueur et la direction des ombres sur la Terre. Les ombres sont des traces du temps ! « Je dois dire ceci à Khéops ! » résolut Hémionou.

Lorsque le Pharaon Khéops a entendu tout cela le lendemain matin, il a fait l'éloge de la contribution d'Aton à son monument. Surtout les indices des ombres de queue sur le fractionnement et la mesure de l'heure de la journée l'ont beaucoup impressionné. L'idée d'un cadran solaire était ancré dans sa tête ! « Aton doit être récompensé ! » décida Khéops. Il donna l'ordre d'entasser une pyramide d'avoine à hauteur de chevaux pour qu'Aton la consomme. Et Aton, très fougueux, a dansé à travers l'avoine jusqu'à ce qu'il disparaisse dans un grand nuage de flocons d'avoine. Quand il est sorti, son nez et son ventre étaient devenus blancs - et sont restés blancs tout au long de la vie d'Aton et même de la vie de tous ses descendants.

Le petit âne avait écouté avec beaucoup d'attention. Maintenant, il regarda sa mère, perplexe. Son nez et son ventre étaient aussi blancs que celui d'Aton dans son histoire, et elle lui dit : "Hi-han, donc nous aussi avons le ventre blanc. Nous sommes les descendants d'Aton, l'âne le plus sage de la Terre ! » Le petit âne leva fièrement la tête et conclut : « Hi-han, comme je suis chanceux de ne pas être né cheval ! ».

L'OMBRE DE MA FICELLE

La ficelle de ma terrasse où j'étends mon linge est attachée sur un poteau et elle s'étend jusqu'au mur qui est en face de mon fauteuil. Avant, souvent, quand j'y étais assis, mon regard se perdait dans l'ombre de la ficelle. Pourquoi est-ce qu'elle bouge de place tous les jours à la même heure ? Seulement de quelques millimètres, mais elle bouge. Voilà le mystère que je voulais résoudre.

C'était une belle journée ensoleillée, j'en ai profité pour faire une lessive, j'ai étendu mon linge et je me suis assis sur mon fauteuil pour me délecter de l'ombre de la ficelle. Elle était plus tendue que d'habitude, et elle avait une légère inclinaison vers le bas. Cela m'a fait penser au style du cadran solaire qui était placé au bout de la rue.

Quelques jours après, avant de monter sur ma terrasse, je suis allé jusqu'au coin de la rue pour observer le beau cadran solaire et admirer sa précision. Le style était incliné vers le bas, mais aussi un petit peu vers la droite par rapport au plan du cadran.

Pourquoi cette inclinaison ? me demandai-je. J'ai aussi remarqué que les nombres du côté gauche étaient plus séparés entre eux que ceux du côté droit. Pourquoi cette différence ? Plein d'énigmes à résoudre. Comment puis-je le faire ?

Arrivé à la fin du mois, je me suis rendu à la capitale pour assister à une représentation de Tristan et Iseult au Théâtre de l'Opéra. J'y vais très peu à la capitale, mais quand j'y vais, je prends mon temps pour flâner au milieu des grands bâtiments. Je me suis arrêté sur la terrasse du Café de la Place des anciens métiers. On y mange bien là-bas, puis c'est distrayant de voir les gens se promener, les arbres majestueux s'élever, la fontaine à trois étages couler à petit flot et les vieux bâtiments plein d'histoire s'imposer. Sur la façade d'un de ces bâtiments, il y a un cadran solaire impressionnant, il est en marbre rose et a plein de petits détails difficiles à apprécier à simple vue. Heureusement, j'avais sur moi des petites jumelles que j'utilise souvent lors des spectacles musicaux. Donc me voilà monté au cinquième étage du bâtiment placé en face du cadran solaire et avec l'aide de mes jumelles, la grande merveille se rapprocha de mes yeux. Au milieu du cadran, du nez d'un soleil souriant sortait le style qui, avec son ombre, marquait les heures sur des chiffres romains en graphismes d'or. Une phrase disait : « Je suis juste, soyez-le aussi ». Et en bas étaient marquées la latitude, la longitude et la déclinaison.

J'ai presque tout compris, mais, la déclinaison, ça veut dire quoi la déclinaison ? Je suis resté pensif un moment avec le mot déclinaison dans ma tête lorsque tout à coup a sonné le clocher de l'autre coin de la place. Ça m'a réveillé, il faut que j'aille tout de suite à l'opéra sinon je vais rater le premier acte ! Je suis arrivé à l'heure, pour moi le temps et la ponctualité sont très importants.

Le spectacle était merveilleux, les acteurs épatants et l'orchestre formidable. À la sortie, je suis tombé sur Madame Citronnelle, une ancienne voisine de tante Evelyn. Elle m'a raconté que ça faisait deux ans qu'elle était veuve. Elle avait fait son deuil et n'ayant pas d'enfants, elle avait vendu son appartement de la capitale pour aller vivre au village où elle avait encore des amies. Elle avait vendu les meubles, empaqueté les habits et les petits ustensiles qui étaient encore en bon état. Il lui restait enfin à vider le bureau de Conrad, son défunt mari qui avait été un architecte remarquable.

Je me suis rendu compte que cela lui faisait de la peine de s'en charger toute seule et lui ai proposé de l'aider. Elle fut ravie de ma proposition, nous avons décidé de nous y mettre le lendemain, étant donné que j'étais déjà sur place.

Il n'y avait pas beaucoup de travail, c'était un bureau très austère : des livres, des cahiers, des classeurs, quelques ordinateurs et d'autres petits objets. Pendant que je faisais les cartons, elle m'a dit qu'elle voulait tout donner à la faculté d'architecture mais que s'il y avait quelque chose que j'aimais bien je pouvais le garder comme souvenir.

Au milieu de tous les livres il y en avait un sur lequel était écrit « Relotges de Sol, Historia i art de construir-los. Text i dibuixos de Miquel Palau » (Cadrans solaires - Histoire et art de les construire. Texte et dessins de Miquel Palau). Madame Citronnelle, contente de mon enthousiasme, m'a offert le livre avec grande satisfaction. Pour moi, c'est un livre sublime, une perle rare. Il y a une première partie très intéressante sur l'histoire des cadrans solaires et une deuxième partie plus technique. Avec l'aide d'une règle, d'un rapporteur et d'un compas, cet ouvrage m'a permis de construire moi-même mon propre cadran solaire. Je l'ai placé à l'une des extrémités où était tendue la ficelle à linge.

Aujourd'hui, quand je m'assois sur mon fauteuil, j'ai devant moi un magnifique cadran solaire qui me sourit et qui me dit dans ma langue maternelle « Gràcies Callol, sóc el teu Relotge de Sol » (Merci Callol, je suis ton cadran solaire).

UN CADRAN SOLAIRE MYSTÉRIEUX

Yves Opizzo

Un article d'un gnomoniste, inspiré par les créations de Jean-Eugène Robert-Houdin, horloger et scientifique français, « père de la prestidigitation » (à ne pas confondre avec l'illusionniste américain Harry Houdini, dont le nom de scène avait été choisi en hommage à Robert-Houdin).

Voici un thème qui pourrait mettre la puce à l'oreille de bien des bricoleurs. J'ai donné dans le livre *Le Rêve d'une ombre* quelques idées de réalisations disons spéciales et celle rapportée ici n'est pas la moins intéressante. Si vous tapez dans un moteur de recherche quelconque les mots horloge mystérieuse, vous trouverez immédiatement le nom de Jean-Eugène Robert-Houdin, qui a créé au début du XIX^e siècle un objet d'exception. Mais il existe des horloges mystérieuses dans nombre de musées de l'horlogerie, comme par exemple celui de La Chaux-de-Fonds en Suisse. En effet, l'horloge du célèbre illusionniste français a inspiré de nombreux horlogers. Dans ces merveilles techniques, les aiguilles tournent et indiquent l'heure, mais elles semblent ne pas avoir de lien avec un moteur quelconque. Vous trouverez le secret facilement, je vous laisse donc le chercher¹.

Un cadran solaire mystérieux devrait donc lui-aussi donner l'heure ou quelque autre information gnomonique, sans que pour cela un système efficace soit visible. Il y a bien des cadrans ne possédant pas de projecteur d'ombre ou de lumière, mais c'est normalement le cadran lui-même qui projette cette ombre ou cette lumière. Les monuments gnomoniques, du type polyèdre sur colonne peuvent ainsi avoir des dizaines de cadrans fonctionnels, et pas un seul style visible. Ces cadrans peuvent devenir gigantesques, comme celui du barrage de Castillon. C'est un des bords du cadran qui joue le rôle du style, et tout est dit, ou presque tout.

Je voulais aller un peu plus loin et vraiment créer un cadran mystérieux, dans lequel rien n'apparaîtrait. Et j'ai pensé à un cadran bifilaire presque banal de nos jours, à une - grosse - modification près. Les cadrans bifilaires sont une invention allemande, due au talent de Hugo Michnik, astronome, dans les années 1920. Dans ce système, deux fils perpendiculaires entre eux, mais ne se touchant pas, projettent une ombre rectiligne sur la table du cadran. Et c'est le point

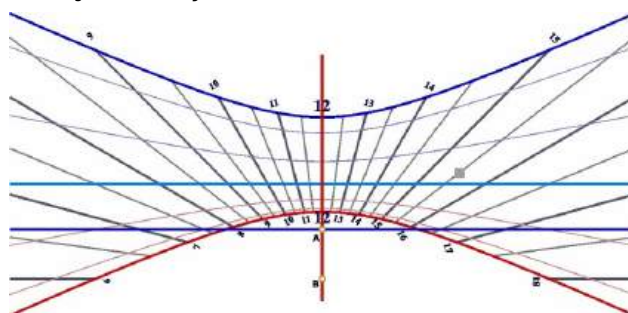
de rencontre de ces deux lignes d'ombre qui donne l'information souhaitée.



Cadran bifilaire à table circulaire horizontale

S'il est assez facile de créer un tel cadran, horizontal, vertical, incliné, déclinant, comprendre son principe est une autre paire de manches. Il existe toutefois nombre de sites Internet donnant des explications comme celui du CLEA². Depuis quelques décennies, le principe a été grandement amélioré, à l'initiative notamment de Dominique Collin, gnomoniste français et actuel président de la CCS³. Ainsi, non seulement les deux fils ne doivent plus forcément être perpendiculaires entre eux, mais ils peuvent être des courbes !

Une particularité de ce cadran est d'être aisément réglable en latitude, en jouant sur l'écartement des fils. Il est possible de simuler ainsi un cadran équatorial, dans lequel les angles horaires (heures pleines) sont tous égaux à 15°. C'est ce que j'ai alors décidé de tracer, et voici le résultat (logiciel Shadows de l'ami François Blateyron).



Bifilaire à angles horaires égaux calculé pour Las Planas (le plateau, pas la plaine !) à Nissa la Bella (Nice)

¹ Si vous ne parvenez pas à découvrir les secrets de l'horloge de Jean-Eugène Robert-Houdin, regardez cette vidéo...

<https://www.youtube.com/watch?v=Ss3oHlnmhYw>

² Voir par exemple l'article de Paul Perbost paru au printemps 1994 dans le n°65 des *Cahiers Clairaut* du CLEA à télécharger depuis http://clea-astro.eu/archives/cahiers-clairaut/CLEA_CahiersClairaut_065_15.pdf

³ <https://ccs.saf-astronomie.fr/>

Ce cadran est un bifilaire horizontal à angles égaux. Les fils sont représentés en rouge et en noir et se croisent au point A. Avec un bifilaire « normal », ces deux fils projetteraient une ombre droite sur la table et le point de rencontre de ces deux droites donnerait l'information horaire ou autre. Mais regardez bien : il n'y a pas de ligne d'ombre, mais seulement un petit carré (voire un petit rectangle) grisé, sur la ligne 15 h 30, début octobre ou début mars. Et sur le vrai « mystérieux », aucun fil ne serait visible. Comment cela peut-il être possible ?

Je n'ai pas encore réalisé cet objet passionnant, mais je compte bien le faire. Si un lecteur devait être plus rapide que moi, j'en serais ravi, donc n'hésitez surtout pas et tentez de trouver l'explication. J'en ai parlé à la Société Astronomique de France il y a bien 20 ans, mais personne n'a vraiment relevé le défi. Alors je donne maintenant un lien qui devrait allumer une petite lampe dans l'esprit des lecteurs astucieux de ce magazine, donc de vous tous : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Polarisation_\(optique\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Polarisation_(optique))

Avez-vous trouvé?

Et bien oui, il suffit de remplacer les deux fils du bifilaire par deux filtres absolument invisibles, collés sur la face interne d'une plaque de verre légèrement teintée. Mais ces filtres en forme de rectangle très étroit (5 mm) et de la longueur du verre ne sauraient être banals, mais polarisés. Peut-être avez-vous utilisé un filtre polarisant avec un appareil de photographie argentique. Cela existe aussi avec les appareils numériques et mon ancien filtre fonctionne toujours. Il est possible avec lui de faire apparaître des choses invisibles, ou d'en faire disparaître. Et c'est LA solution.

Les deux filtres doivent - impérativement pour avoir une ombre profonde - se croiser à angle droit, sans se toucher. Le bifilaire est donc souhaitable, car si les filtres devaient se toucher, un point carré serait tout de suite visible et le mystère n'existerait plus. Il faut donc deux plaques de verre séparées par un intervalle dépendant de la latitude, sur chacune desquelles une bande de filtre polarisant sera collée. Cette bande sera quasiment invisible, si le support de verre est légèrement teinté. Avec un seul filtre, la lumière solaire, très puissante, éclairerait la table du cadran sans que rien ne soit visible. Peut-être en serait-il autrement avec la lumière projetée par la Lune. Que se passe-t-il alors avec deux filtres à 90° ? Le premier bloque la moitié de la lumière du Soleil et rien n'apparaît.

Mais le deuxième filtre bloque l'autre moitié de cette lumière, ce qui fait apparaître un petit carré grisé, voire bien noir, sur la table. Le point carré est ainsi justifié et le cadran solaire mystérieux parfaitement fonctionnel.

Apparemment, il serait possible de récupérer des filtres polarisants dans des moniteurs ou des téléviseurs modernes hors d'usage. Mais ces filtres semblent ne pas pouvoir fonctionner longtemps et se dégradent rapidement au soleil. Je me suis procuré des filtres polarisants du commerce, il y a bien une vingtaine d'années, et le principe s'est révélé correct. Mais je ne suis pas encore passé à la réalisation complète.

Alors ? À nos outils !

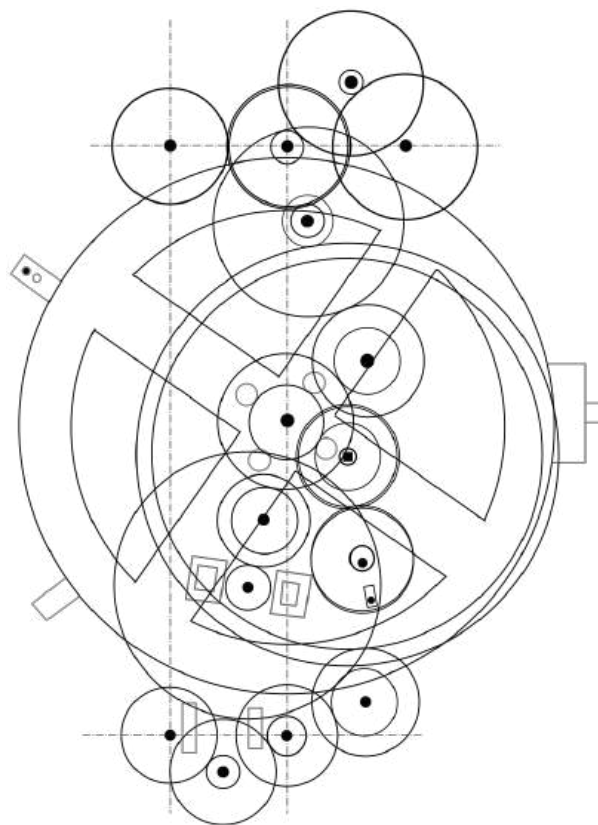


Schéma du mécanisme de la « Machine d'Anticythère » (fin du III^e - moitié du II^e siècle av. J.-C.), une autre « horloge mystérieuse » dont nous vous parlerons dans un prochain numéro...

Yves Opizzo yves@opizzo.de, Niçois de naissance et résidant en Allemagne depuis 1986 a réalisé de très nombreux cadrans solaires en Europe et remporté à trois reprises un premier prix international pour ses réalisations. Il est l'auteur d'une quinzaine de livres sur la gnomonique et membre du comité éditorial de ce magazine. Il est également professeur d'Aïkido (6^e Dan).

MON AVENTURE ÉQUATORIALE Claude Gahon

Depuis le n°4 de ce magazine, une page est consacrée (voir p. 40) à l'une des récentes œuvres du gnomoniste-cadranier Claude Gahon, créations précises et poétiques mais aussi originales bien que recourant souvent au concept de cadran équatorial. Il nous explique pourquoi...

Mon aventure équatoriale... Rien à voir avec une histoire façon « aventurier de l'arche perdue » mais seulement ma passion pour un cadran solaire que l'on dit de type « équatorial ».

Cela ressemble à quoi ?

Un plan (dit table) incliné, circulaire souvent, avec une « tige », les spécialistes appellent ça « style » ou « gnomon », perpendiculaire à ce plan.

Qu'a-t-il donc de particulier ?

- Son plan est parallèle à celui de l'équateur terrestre, d'où le nom donné au cadran.
- Son style est (donc) incliné sur le plan horizontal d'un angle égal à la latitude du lieu du cadran ; il est ainsi parallèle à l'axe de rotation de la Terre.

Que se passe-t-il alors ?

Petit miracle, l'ombre du style se déplace au cours de la journée toujours de la même valeur pour une heure, 15° en l'occurrence, et rien d'étonnant à cela puisque la terre tourne sur elle-même de 360° en 24 heures.... Simple comme bonjour !

Particularité

Le Soleil étant facétieux, il a l'habitude de se cacher sous le plan équatorial pendant la période allant de l'équinoxe d'hiver à celui du printemps, ce qui peut poser un petit problème pour la lecture de l'heure (des exemples plus loin montrent comment j'ai pallié cette sujétion).

Et les plans horaires dans tout cela ?

Concept bien pratique à utiliser puisque tous les rayons lumineux qui sont dans un même plan contenant le Soleil et l'axe de la Terre (donc le style), marquent la même heure solaire.

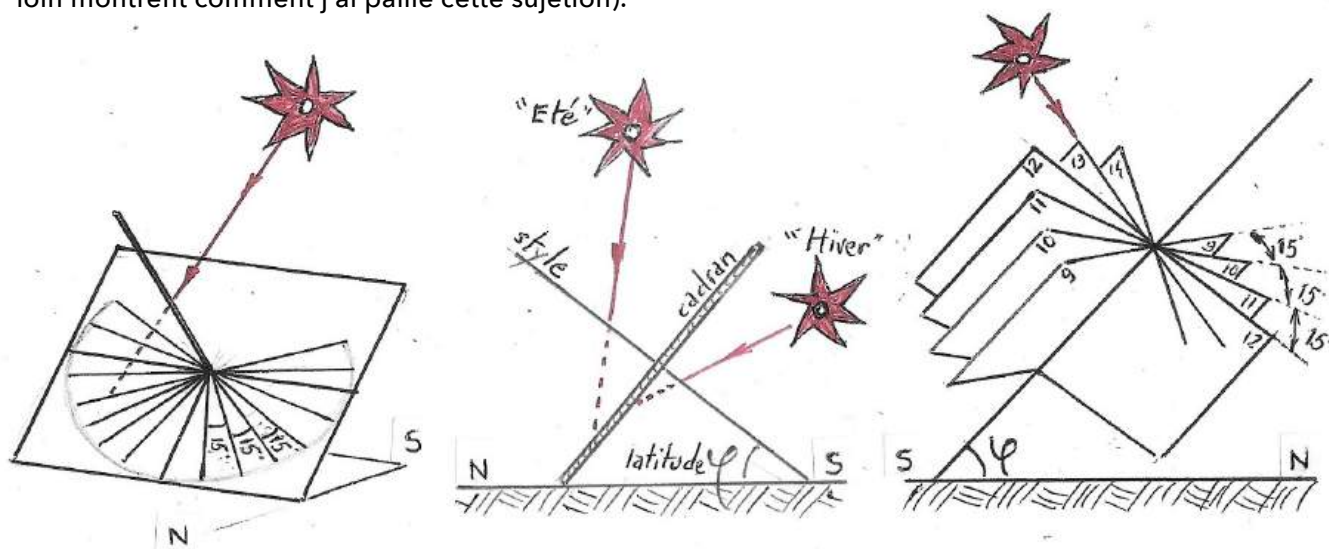
Les divers plans horaires sont donc répartis tous les 15° autour de l'axe terrestre et/ou du « style », le plan de midi correspondant au plan méridien du lieu du cadran.

Alors comment résister... ?

... à la tentation d'utiliser ces principes simples pour la conception et la fabrication d'objets pouvant donner une bonne approximation de la position relative du Soleil, donc de l'heure solaire. C'est toute ma démarche.

Après avoir lu quelques ouvrages pour mieux comprendre le fonctionnement des divers cadrans, j'ai vite compris que le modèle « équatorial » pouvait ouvrir une voie n'imposant pas des calculs astronomiques ni du matériel industriel, tout en offrant des possibilités de réalisations avec une approche, sinon artistique, du moins esthétique.

Alors j'ai voulu faire autrement que ce que j'avais lu ou vu dans ce domaine, il n'y a là aucun mystère ou inspiration divine, et donc imaginer des « trucs » où je pouvais retrouver ces possibilités de répartition d'une lumière ou d'une ombre tous les 15° et d'utilisation du partage par plans horaires.



Ces « trucs » capables de répondre à ces objectifs étaient donc à trouver ou à créer, alors j'ai regardé autour de moi et fait travailler un peu mon imagination pour utiliser au mieux les caractères des objets, naturels ou non, qui nous entourent (fleurs, animaux, instruments, monuments, etc.) en associant l'emploi de matériaux divers, compatibles et facilement « travaillables » pour obtenir les formes recherchées.

On pourra me rétorquer, à juste titre, que j'ai aussi fait une adaptation polaire car, souvent, mes ombres ou lumières se projettent sur des surfaces parallèles à ce qui sert de style.

Les ressources me semblent nombreuses, mais il faut seulement faire attention au piège du « déjà vu ou fait », ce qui met un peu de piment à la recherche ; c'est dans cet esprit de renouveau que j'oriente mes réflexions.

Ce petit jeu est vite devenu une passion, elle occupe bien ma retraite...

Actuellement, ma collection est constituée de 65 % de « cadrans » à lecture équatoriale, soit environ 80 unités différentes.

Ci-dessous, une petite sélection « équatoriale » de mes créations.

c.gahon

claudegahon@yahoo.fr

Le big bang de mon aventure...



Mes premières fentes...

Utilisation des plans horaires



Pour une lecture « été » « hiver » : translucidité ou transparence des matériaux



ET SI VOUS COMMENCIEZ PAR UNE MÉRIDIENNE ?

Roger Torrenti

Par quel type de cadran solaire commencer votre carrière de cadranier si vous êtes une ou un gnomoniste non encore confirmé ? L'auteur nous propose dans cet article de commencer très facilement par une méridienne dans son logement...

Vous vous intéressez de plus en plus à la gnomonique et aux cadrans solaires, ne maîtrisez pas encore tout à fait bien les concepts et méthodes de construction des différents types de cadrans solaires, mais désirez cependant vous lancer dans la réalisation d'un premier cadran ?

Et si vous commenciez par une méridienne, un « instrument » très simple à concevoir et à réaliser ?

Vous savez probablement déjà qu'une méridienne est un cadran solaire indiquant a priori une seule heure : midi solaire, c'est-à-dire le milieu de la journée, celui où le Soleil est le plus haut dans le ciel, plein sud (dans l'hémisphère nord), le Soleil revenant à cette position toutes les 24 h (à l'équation du temps près).

On rappellera au passage que le nom de midi a pour étymologie le vieux français mi (milieu) et le latin dies (jour), et que, dans d'autres langues ou dialectes, le sens est également clair : Midday en anglais, mezzogiorno en italien, mediodía en espagnol, Mittag en allemand, miejou en nissart, etc.

Pourquoi vouloir indiquer le midi solaire ?

Parce que c'est agréable de noter et ressentir cet instant, ce vrai milieu de la journée dont l'heure légale s'éloigne si souvent, car elle se réfère à des fuseaux horaires parfois « illogiques » (15°E pour la France), tient compte de l'éventuelle heure d'été, et induit une correction de longitude... Il est ainsi quelquefois midi (solaire) à 14 h (légale) en France¹, l'écart pouvant être encore plus important dans certains pays...

Oui, mais comment construire une méridienne ?

Vous avez peut-être déjà vu ces méridiennes du XVII^e ou XVIII^e qui servaient aux passants et aux horlogers à régler leurs montres, qui n'étaient pas aussi précises qu'aujourd'hui (à cette époque, l'heure légale était l'heure solaire !),

ainsi que ces méridiennes installées dans des églises, qui projettent une tache lumineuse à l'intérieur de l'édifice grâce à un oculus placé en hauteur, le plus souvent sur la façade sud.



Méridienne de la Monnaie de Paris (Quai Conti), érigée en 1777



Méridienne de l'église Saint-Sulpice à Paris

Une possibilité, pour réaliser une méridienne, est bien entendu de s'inspirer de ces deux types de méridiennes d'alors, dont de nombreuses ont résisté à l'usure du temps.

Vous pouvez aussi penser à un gnomon, tige ou poteau fixé verticalement dans un sol horizontal (un jardin, une cour d'école, etc.), dont l'ombre sur le sol sera toujours dans la même direction à midi solaire. Ce gnomon est en outre un « bâton magique » (auquel un article² a été consacré dans le n°5 du magazine) car il peut permettre également de vérifier la latitude et la longitude du lieu d'installation, de commémorer des dates, voire d'indiquer l'heure solaire toute la journée...

Mais si l'on prend un peu de recul on peut imaginer des méridiennes plus originales et encore plus faciles à réaliser... Observez par exemple l'intérieur de votre maison ou de votre appartement à midi solaire (l'application en ligne <https://heuresolaire.com/> vous donnera le top).

Sur un mur ou le sol de votre logement devraient apparaître (si vous bénéficiez d'ensoleillement à midi solaire...) les ombres de

¹ Voir le problème gnomonique posé dans le n°8 de ce magazine https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/11/mag-CSpour-tous-n8_Jeux-enigmes.pdf

² Voir l'article paru dans le n°5 de ce magazine <https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2022/09/mag-CSpour-tous-n5-YORT.pdf>

vos ouvertures et menuiseries extérieures verticales, mais aussi probablement de bâtiments ou même de végétaux extérieurs. Si l'ombre que vous choisirez est une droite, notez son emplacement sur le mur ou le sol. Si ce n'est qu'un point, tracez une droite verticale sur le mur passant par ce point ; si votre méridienne est tracée sur le sol, attendez deux jours assez éloignés l'un de l'autre et tracez une droite reliant les deux points.

Dans les 2 cas, la droite tracée sur le mur ou sur le sol est une méridienne qui vous indiquera midi solaire toute l'année (sauf bien entendu si les bâtiments ou végétaux extérieurs sont trop rapprochés et peuvent occulter le Soleil une partie de l'année).

Notez également que si vous tracez la méridienne sur le mur ou sur le sol, vous aurez peut-être à poursuivre le tracé, respectivement sur le sol ou sur le mur, pour pouvoir lire midi solaire toute l'année (compte tenu de l'amplitude de la hauteur du Soleil au cours de l'année).

Vous pouvez alternativement installer, à l'instar de ce qui a été fait dans certains édifices religieux (voir plus haut), un oculus sur votre vitre (un morceau de carton percé d'un orifice de 1 à 2 cm de diamètre par exemple) ou tracer une droite verticale sur votre fenêtre.

Vous pouvez aussi concevoir une boîte transparente à poser sur le rebord de votre fenêtre³ que vous orienterez vers le sud lors de l'installation et qui indiquera le midi solaire toute l'année, ou viser une installation au plafond utilisant un cadran à réflexion⁴.

Sur ce dispositif ou sur la droite tracée auparavant, vous pourrez également ne faire figurer qu'une zone minimale, limitée par les solstices et ainsi par exemple visualiser le moment où fêter *sol invictus*, le « Soleil invaincu » fêté au moment du solstice d'hiver - lorsque le Soleil, invaincu, renaît - par les Romains à partir du III^e siècle de notre ère.

Mais vous pourrez aussi, à l'instar de C. Gahon⁵ imaginer une solution utilisant des blocs de bois empruntés à vos enfants ou petits-enfants...

Et il existe bien d'autres moyens de concevoir une méridienne que vous pourrez imaginer. Alors qu'attendez-vous ?



Repérer des ombres dans son logement...

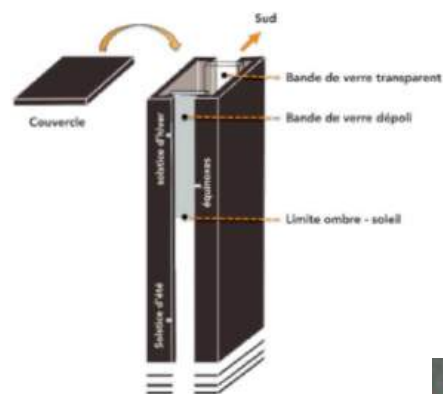


Schéma d'une « boîte méridienne »



Une méridienne utilisant des blocs de bois

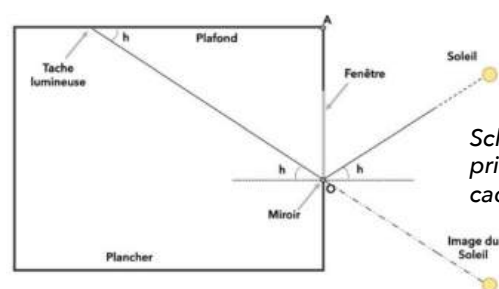


Schéma de principe d'un cadran à réflexion

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

3 Voir l'article paru dans le n°9 de ce magazine https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2023/09/mag-CSpour-tous-n9_R-Torrenti.pdf

4 Voir l'article paru dans le n°2 de ce magazine https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2022/04/mag-CSPT-n2-R_Torrenti-2.pdf

5 Voir l'article paru dans le n°11 de ce magazine https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/03/mag-CSpour-tous-n11_C-Gahon.pdf

CADRANS DE HAUTEUR À COURBES HORAIRES RECTILIGNES

Pierre-Louis Cambefort

L'auteur nous invite ici, comme il le fait souvent par ses articles dans ce magazine, à un exercice (assez facile) de gnomonique pour les férus de trigonométrie : comment concevoir un cadran de hauteur afin que ses courbes horaires soient des droites parallèles...

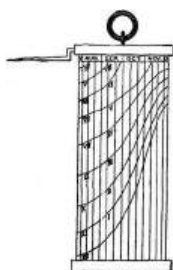
Nous nous intéressons aujourd'hui aux cadrans solaires de hauteur, c'est-à-dire aux cadrans solaires dont le concept est fondé sur la mesure de la hauteur du Soleil qui (de nombreux articles de ce magazine l'ont déjà souligné) est relié à l'heure solaire par la formule bien connue :

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

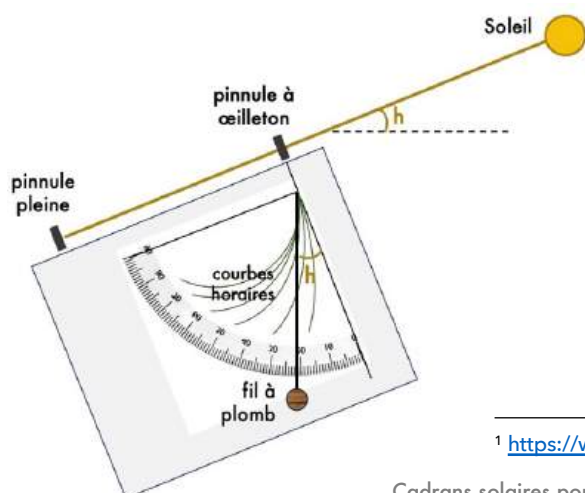
avec φ la latitude du lieu, δ la déclinaison du Soleil correspondant à la date du jour (considérée constante pendant la durée du jour) et H l'angle horaire du Soleil.

Rappelons que l'angle horaire est l'angle mesuré sur l'équateur céleste entre le méridien passant par le Soleil et le méridien du lieu ; il varie de 0° à -180° vers l'est et de 0° à 180° vers l'ouest, et peut facilement se traduire en heure solaire : à 10 h heure solaire par exemple, l'angle horaire du Soleil sera de -30° , alors qu'à 13 h il sera de $+15^\circ$, à 18 h de $+90^\circ$, etc.

Les cadrans de hauteur existent depuis des siècles, l'un des types les plus connus (dont l'invention remonterait à 2 000 ans environ) étant le « cadran de berger », de forme cylindrique, schématisé ci-contre.



Il existe également des cadrans de hauteur plats, en bois ou en métal, dont le plan doit être, pour la mesure, orienté dans le plan vertical passant par le Soleil. On doit alors incliner le cadran afin que la ligne de visée (définie par les 2 pinnules) soit dans la direction du Soleil, un pinceau de lumière passant par la première pinnule à œilleton et éclairant la seconde.

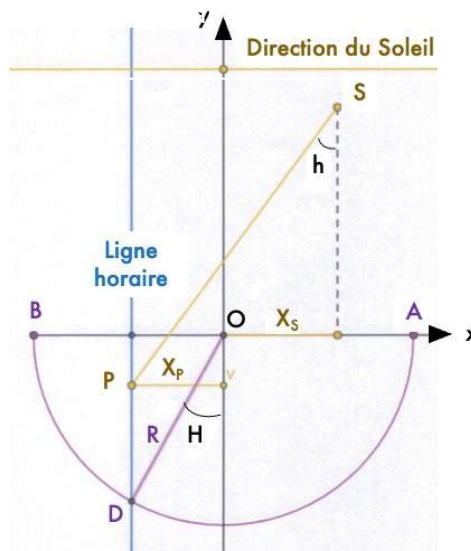


On lit alors aisément la hauteur h du Soleil grâce à un fil à plomb fixé sur le cadran, et on pourra y lire également l'heure solaire à l'intersection du fil à plomb et de courbes horaires tracées pour différentes dates d'observation.

Pour ce type de cadran de hauteur il est possible de le concevoir afin que les courbes horaires soient des droites parallèles : c'est le cas notamment du cadran universel de Regiomontanus, du cadran universel d'Apian, et du capucin de Saint-Rigaud. Nous allons nous concentrer dans cet article sur le cadran de Regiomontanus, du nom d'un savant allemand du xv^e siècle, et inviter les lecteurs à se reporter à l'annexe de cet article¹ pour l'analyse des deux autres cadrans.

Remplaçons tout d'abord le lest du fil à plomb par une perle (difficilement) mobile, afin que l'on puisse disposer d'un pendule de longueur variable. Dans le schéma ci-dessous, soit S le point de suspension du pendule, P la perle mobile et O le centre d'un repère dont l'axe Ox et l'axe Oy sont respectivement parallèle et perpendiculaire à la ligne de visée du Soleil. Choisissons deux points A et B sur l'axe Ox , situés tous deux à une distance R de O , AB définissant la largeur (utile) du cadran.

Pour que les lignes horaires soient rectilignes et parallèles à l'axe Oy , il faut que l'abscisse x_P de la perle P ($x_P = x_S - SP \cdot \sin h$) soit constante,



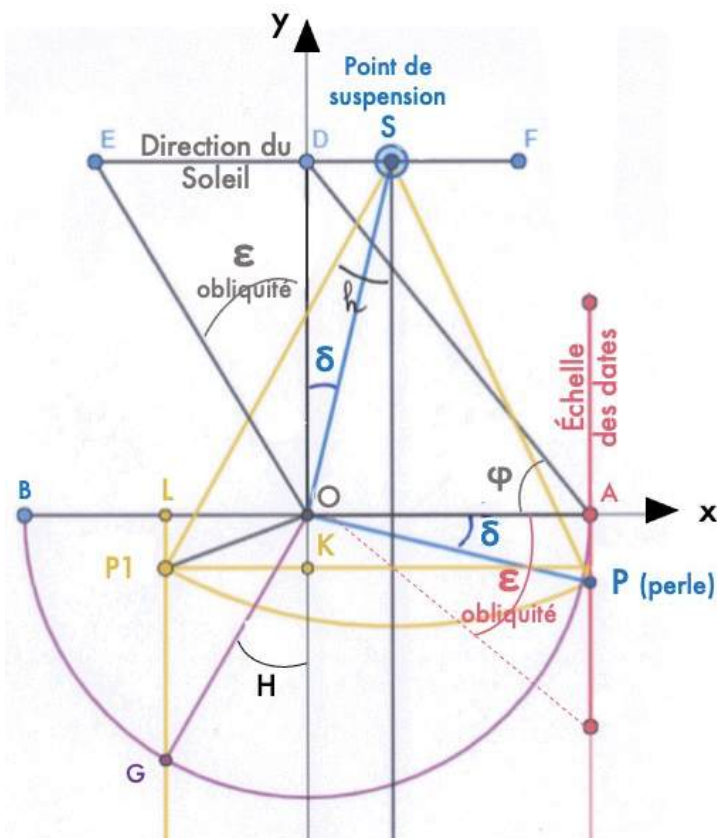
¹ https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/09/ann_PLC_14.pdf

pour un angle horaire H donné et ne dépende donc pas de la date (ni de la latitude du lieu si l'on souhaite que le cadran soit « universel », c'est-à-dire utilisable quelle que soit la latitude). Cela est possible en rendant variables à la fois la position du point de suspension et la longueur du pendule.

Voyons comment Regiomontanus propose de placer le point de suspension et la perle au moment de l'utilisation, c'est-à-dire à une date (donc une valeur de la déclinaison δ) et pour une latitude φ données.

- Soit D le point situé sur l'axe Oy tel que l'angle OAD soit égal à la latitude φ , la longueur OD étant donc égale à $R \cdot \tan \varphi$
- Soit P le point situé sur la droite parallèle à Oy passant par A, tel que l'angle AOP soit égal à la déclinaison δ du Soleil le jour de l'observation. La distance OP est donc égale à $R / \cos \delta$
- Soit S le point sur la droite parallèle à Ox passant par D tel que l'angle SOD soit égal à δ , le triangle POS étant donc rectangle. S a pour abscisse $OD \cdot \tan \delta$ soit $R \cdot \tan \varphi \cdot \tan \delta$ et la longueur OS égale à $OD / \cos \delta$ ou encore $R \cdot \tan \varphi / \cos \delta$

On en déduit alors que la longueur SP du pendule (propriété du triangle rectangle POS) est égale à $R / (\cos \varphi \cdot \cos \delta)$



Considérons maintenant le cadran en fonctionnement, sa longueur SP ayant été déterminée ci-avant. La perle, après visée, se trouvant en P1 (le point de suspension a gardé le même position).

Son abscisse est de $X_{P1} = X_S - SP1 \cdot \sin h$, soit en remplaçant X_S , SP1 et $\sin h$ par leurs valeurs et en simplifiant $X_{P1} = -R \cdot \cos H$

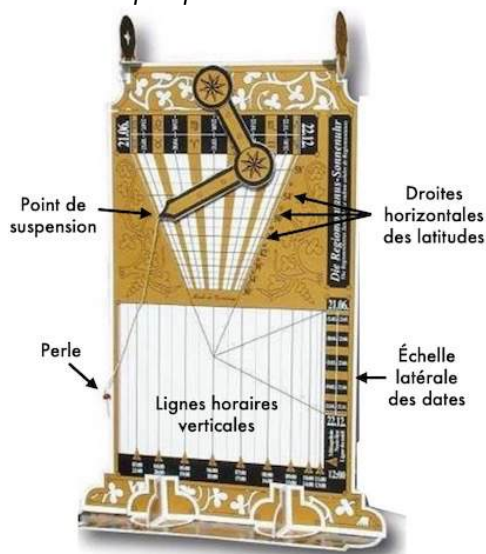
L'abscisse X_{P1} ne dépend donc que de l'angle horaire du Soleil et pas de la déclinaison du Soleil ni de la latitude du lieu et nous avons notre cadran de hauteur universel à courbes horaires rectilignes (parallèles à l'axe Oy) !

Les lignes horaires sont des verticales passant par les points $R \cdot \cos H$; la ligne midi étant confondue avec l'échelle des dates et la ligne 6h - 18h étant l'axe Oy.

Ce cadran sera équipé d'une échelle latérale des dates (droite parallèle à Oy passant par A) et de droites parallèles à Ox correspondant à différentes latitudes, droites sur lesquelles figurera également une échelle de dates.

Astucieux, non ?

Le « Cadran solaire Regiomontanus » ci-dessous, en vente sur le site <https://www.astrosop.de/fr> est équipé d'un bras articulé permettant de placer le point de suspension (pointe du bras) sur la bonne droite horizontale des latitudes et sur la bonne date sur cette droite, puis de régler la position de la perle en la faisant coulisser vers l'échelle verticale latérale des dates. La longueur du pendule ayant été ainsi fixée, l'instrument est prêt pour l'observation !

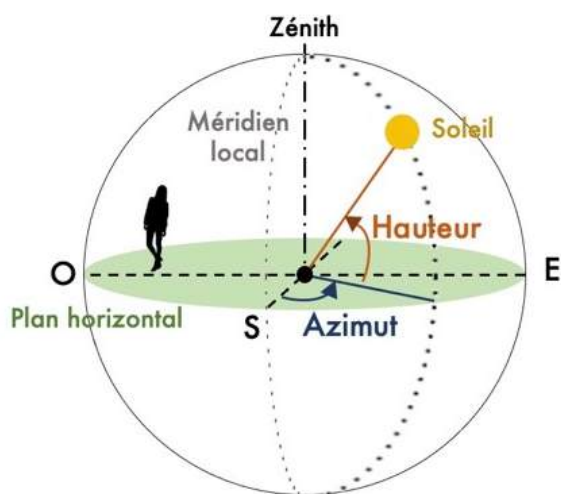


Pierre-Louis Cambefort est ingénieur, artiste et gnomoniste. Un portrait détaillé lui a été consacré dans le numéro 1 du magazine. pierre-louis.cambefort@orange.fr

RELIER L'AZIMUT DU SOLEIL À L'HEURE DE LA MONTRE...

Francis Reymann

L'auteur propose ici un outil facile d'utilisation permettant de déterminer « l'heure de la montre » à partir de la valeur de l'azimut du Soleil (pour une date et un lieu donnés) et inversement de connaître l'heure de passage du Soleil à un azimut et à une date donnés. Des exemples d'utilisation sont suggérés.



À tout instant la position du Soleil est déterminée, pour un observateur se tenant sur un plan horizontal, par son azimut (direction du Soleil sur la rose des vents) et sa hauteur (angle entre l'horizontale et la direction du Soleil).

L'ombre de tout objet dépend directement de l'azimut et de la hauteur du Soleil mais la direction de l'ombre d'une verticale (coin de maison, bâton dit gnomon, barreau de garde-corps, élément d'huissier) ne dépend que de l'azimut du Soleil.

L'objet de l'outil présenté, « AzimutHeure », un fichier Excel que l'on peut télécharger ici¹, est de relier une valeur donnée de l'azimut du Soleil à l'heure de son passage à cet azimut, l'heure en question n'étant pas l'heure solaire mais « l'heure de la montre » (ou « heure légale »), c'est-à-dire celle que nous lisons à notre poignet, sur le téléphone portable où sur la cuisinière...

Cette relation se calcule par des formules connues qui ont été intégrées dans l'outil et que nous ne rappellerons pas ici.

Plus précisément l'outil nécessite d'abord que l'on ait, dans la « feuille » (ou page) « Lieu » de l'outil, saisi les valeurs des coordonnées géographiques du lieu (latitude et longitude), voire précisé l'heure UTC hiver et été si une modification dans le changement d'heure devait un jour intervenir.

Dans la page « Soleil » de l'outil, on peut alors soit saisir :

- une date et une heure données et l'outil indiquera la valeur de l'azimut du Soleil correspondant à cette heure,
- une date et un azimut donnés et l'outil indiquera l'heure de passage du Soleil à cet azimut.

Une autre page de l'outil, « Passage Azimut », donne quant à elle, par un tableau, l'heure de passage du Soleil à un azimut donné pour tous les jours d'une année, ce qui permet, le cas échéant, de se dispenser de l'outil une fois le tableau imprimé.

EXEMPLES D'APPLICATION

Repère journalier d'heure

On relève (et trace) la direction de l'ombre d'une arête verticale pérenne (huissier verticale par exemple) à un moment donné (jour, heure). L'outil permet de connaître l'azimut du Soleil associé à cette direction d'ombre. Chaque fois que l'ombre de ce même obstacle passera sur le repère, le Soleil aura le même azimut et l'outil pourra vous indiquer l'heure de passage du Soleil à ce même repère un autre jour. Vous aurez ainsi conçu une sorte de méridienne, qui n'indiquera pas le midi solaire mais qui vous indiquera, tout au long de l'année, l'heure (de la montre) avec une très bonne précision.

Prévoir l'ombre d'une arête de bâtiment existant ou à venir

Vous envisagez d'emménager dans un nouveau logement et vous demandez si des bâtiments voisins ne vont pas vous faire trop d'ombre ou vous vous interrogez sur l'impact que peut avoir un bâtiment en projet sur votre logement ? Sur un plan de masse relevez l'azimut à partir duquel l'ombre de l'arête la plus problématique du bâtiment voisin atteindra votre logement. L'outil vous permettra alors de déterminer, pour chaque jour de l'année, à quelle heure l'ombre apparaîtra dans votre logement.

Et vous pourrez probablement imaginer d'autres applications que ce simple outil vous permettra !

¹ <https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/09/AzimutHeure.xlsx>

EXTRAIT DE LA PAGE LIEU DE L'OUTIL AZIMUTHEURE

Toutes les cases en bleu doivent être renseignées				
Coordonnées	Deg	Min	Sec	Vers
Latitude Nord	46,237	0	0	N
Longitude	7	8	24	E
	UTC	Pour info: midi solaire moyen		
Heure d'hiver	1	12h 31min 26s		
Heure d'été	2	13h 31min 26s		

La latitude doit être Nord, zone tropicale exclue. Pour la longitude indiquer E pour une longitude Est, et O pour une longitude Ouest. Les cellules "Deg" peuvent comporter des nombres décimaux (44,237 par exemple).

En 2024 en France UTC heure d'hiver = 1 et UTC heure d'été = 2. Si l'heure d'été devait, à l'avenir, se généraliser, on devra indiquer 2 pour l'heure d'hiver. Si l'heure d'hiver se généralisait, on devra indiquer 1 pour l'heure d'été.

EXTRAIT DE LA PAGE SOLEIL DE L'OUTIL AZIMUTHEURE

Une date et une heure (cases bleues) donnent l'azimut du Soleil à cette heure (case orange)											
Date	Informations générales						Heure légale			Coordonnées du Soleil	
jj/mm/aaaa	Déclinaison du Soleil	Équation du Temps	UTC en vigueur	Heure de lever du Soleil	Midi solaire (culmination du Soleil)	Heure de coucher du Soleil	Heure	Minutes	Secondes	Hauteur du Soleil	Azimut du Soleil
21/03/2024	+ 0° 32' 35"	+ 7min 1s	1	6h 33min	12h 38min 28s	18h 44min	11	8	0	40,19	-30,223

Une date et un azimut (cases bleues) donnent une heure de passage du Soleil à cet azimut (cases orange)											
Date	Informations générales						Heure légale			Coordonnées locales	
jj/mm/aaaa	Déclinaison du Soleil	Équation du Temps	UTC en vigueur	Heure de lever du Soleil	Midi solaire (culmination du Soleil)	Heure de coucher du Soleil	Heure	Minutes	Secondes	Le soleil est à la hauteur	Pour l'azimut (°)
01/11/2024	- 14° 40' 29"	- 16min 26s	1	7h 15min	12h 15min 0s	17h 15min	9	40	16	19,84	-40,000

EXTRAIT DE LA PAGE PASSAGE AZIMUT DE L'OUTIL AZIMUTHEURE

Année en cours	Azimut		
2024	-40,00	<- Saisir ces valeurs	
Date	Jour	Hauteur (")	Passage azimut
02/12/2024	Lundi	11,47	9h 29min 44s
03/12/2024	Mardi	11,31	9h 29min 48s
04/12/2024	Mercredi	11,16	9h 29min 53s
05/12/2024	Jeudi	11,02	9h 30min 0s
06/12/2024	Vendredi	10,88	9h 30min 9s
07/12/2024	Samedi	10,76	9h 30min 19s
08/12/2024	Dimanche	10,64	9h 30min 31s
09/12/2024	Lundi	10,53	9h 30min 44s
10/12/2024	Mardi	10,43	9h 30min 58s
11/12/2024	Mercredi	10,34	9h 31min 15s
12/12/2024	Jeudi	10,25	9h 31min 32s
13/12/2024	Vendredi	10,18	9h 31min 51s
14/12/2024	Samedi	10,11	9h 32min 11s
15/12/2024	Dimanche	10,06	9h 32min 33s
16/12/2024	Lundi	10,01	9h 32min 56s
17/12/2024	Mardi	9,97	9h 33min 20s
18/12/2024	Mercredi	9,94	9h 33min 46s
19/12/2024	Jeudi	9,92	9h 34min 13s
20/12/2024	Vendredi	9,91	9h 34min 41s

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

UN LABORATOIRE EN LIGNE POUR CRÉER DES CADRANS EN PAPIER...

Fabio Savian

Lancé en avril 2010 comme « registre international des cadrans solaires » et présenté dans le numéro précédent de ce magazine, l'outil en ligne gratuit Sundial Atlas www.sundialatlas.eu comporte une section bien intéressante que Fabio Savian nous propose de découvrir en détail...

Sur le site Sundial Atlas existe une section appelée Gnomolab dont le nom reflète sa fonction : un « laboratoire de gnomonique » en ligne.

Cette section a été créée pour permettre à l'origine l'évaluation des caractéristiques gnomoniques des cadrans répertoriés sur le site. Mais de nombreux développements ont étendu son champ d'application, permettant par exemple aujourd'hui à des gnomonistes - cadraniers de faire une analyse préalable de leur projet ou... à quiconque de choisir et imprimer des cadrans solaires en papier.

Gnomolab propose ainsi, dans son sous-menu « Paramètres gnomoniques », une vue satellite du lieu dont on aura saisi les coordonnées géographiques, comportant une couronne graduée et une ligne médiane (en rouge sur la fig. 1 ci-dessous) dont la rotation permet, le cas échéant, de rechercher l'alignement avec un mur et d'évaluer sa déclinaison (on peut également définir l'inclinaison éventuelle du mur). Gnomolab calcule alors et affiche les paramètres gnomoniques du cadran solaire. Ces données sont croisées avec l'horloge et le fuseau horaire de l'ordinateur, permettant d'afficher un petit cadran avec ses lignes horaires, et la simulation de la course de l'ombre du style, mise à jour toutes les secondes.

Fig. 1



Des données complémentaires sont également affichées, par exemple la hauteur du Soleil au-dessus du cadran de démonstration. En fait, celui-ci devient sombre et cesse de fonctionner, aussi bien lorsque le Soleil est au-dessous de l'horizon que lorsque sa hauteur sur le cadran devient négative, c'est-à-dire que le Soleil est derrière le cadran.

À partir de ces données, des logiciels, appelés app, produisent des documents au format PDF qui peuvent être imprimés par l'utilisateur. Les applications sont divisées en deux groupes : celles qui permettent de générer des modèles de cadrans solaires en papier (sous-menu « Cadrans de papier ») et celles qui traitent des documents d'intérêt gnomonique (sous-menu « Cloud software »).

Les caractéristiques principales de ces services sont :

- Ils donnent des résultats qui dépendent des réglages effectués par l'utilisateur. Par exemple les cadrans solaires en papier sont tracés en fonction de la latitude : c'est le seul outil en ligne où les modèles de ces cadrans ne sont pas figés pour une ou quelques latitudes mais sont créés à partir des données choisies par l'utilisateur.
- Ils utilisent des logiciels se trouvant sur le serveur, où a lieu le traitement, et ne nécessitent donc pas d'installer de logiciel sur l'ordinateur de l'utilisateur.
- Le résultat est un document au format PDF, format universel lisible quel que soit l'équipement de l'utilisateur.
- Le dictionnaire interne de Sundial Atlas permet à l'utilisateur de travailler et d'obtenir des résultats dans l'une quelconque des 11 langues disponibles.

Les cadrans solaires en papier existent aujourd'hui en de très nombreux modèles, chacun offrant des options variées, comme la sélection de la fréquence des lignes horaires, leur couleur, l'insertion d'images, d'un texte et d'autres détails. Certains sont simples et le document PDF ne fait qu'une page, d'autres plus complexes peuvent prendre jusqu'à quatre pages.

Certains modèles ont été créés en collaboration avec des associations gnomoniques, d'autres à l'initiative de gnomonistes à qui Sundial Atlas offre la possibilité de télécharger le logiciel (les applications sont en langage PHP) pour développer leur propre projet de cadran solaire en papier.

Parmi les modèles les plus simples et les plus téléchargés : l'app 4, horizontal (fig. 2), et l'app 1 (fig. 3) avec un double cadran vertical et horizontal.

Le cadran de fenêtre, app 3, est très populaire aussi (fig. 4). Il nécessite bien entendu de déterminer la déclinaison de la fenêtre.

Certains modèles nécessitent plus d'adresse et d'expérience car ils sont plus complexes et se développent sur plusieurs feuilles. Parmi les modèles les plus téléchargés : app 5 (fig. 5) et app 6, ainsi que app 27 qui sont des cadrans à multiples faces ou des cadrans coniques.

Un cas particulier est l'app 41 dans laquelle l'image de la Terre est reproduite à l'intérieur d'une coque (fig. 6).

Une variante est l'app 42 qui présente un développement vertical et prévoit le réglage de la déclinaison.

l'app 45 reproduit, elle, l'app 41 en remplaçant la carte physique de la Terre par une image (élaborée par Stefano Maggioli) se rapportant aux fuseaux horaires.

Le dernier arrivé, l'app 58 (fig. 7), est le développement d'un gnomon conique, créé avec sa propre section, dont les projections montrent les heures du lever au coucher du Soleil, sur le même système de lignes temporelles, avec un centre commun.

À vous de choisir votre cadran et de le réaliser ! Et n'hésitez pas à me contacter pour toute information complémentaire, y compris sur la façon d'ajouter des apps à ce catalogue !

Fig. 2

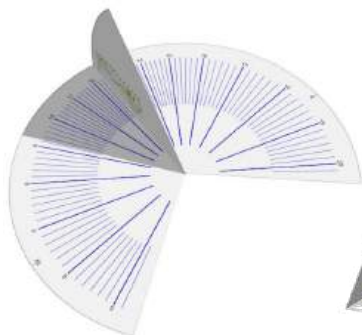


Fig. 3

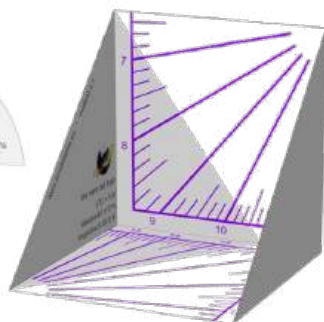


Fig. 6

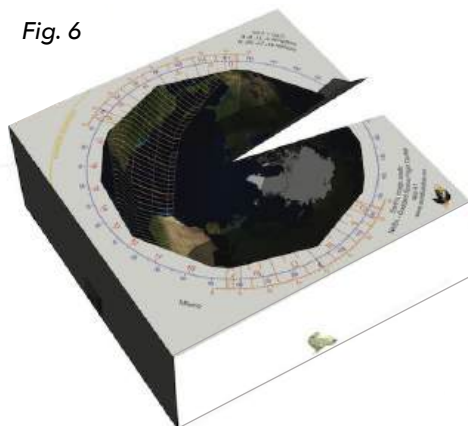


Fig. 4



Fig. 5

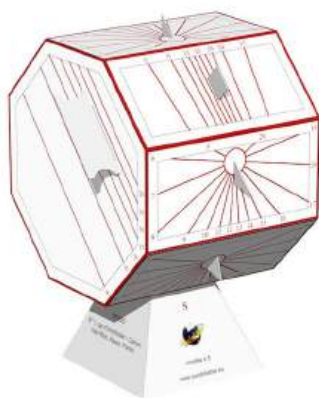
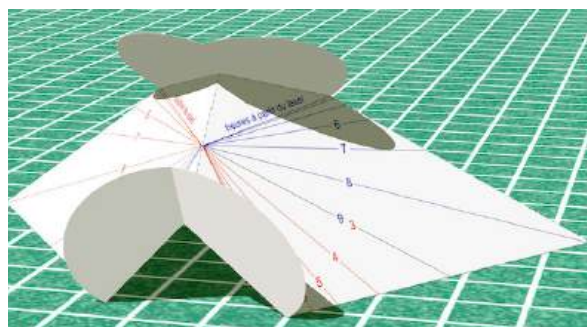


Fig. 7



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 gnomoniste), 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.

UN CADRAN SOLAIRE À CHAPEAU À CONSTRUIRE SOI-MÊME

David Alberto

Saviez-vous qu'un cadran solaire pouvait « porter un chapeau » ? Dans le cas contraire, l'auteur vous invite à découvrir les secrets du « cadran solaire à chapeau »... Et dans tous les cas, il vous propose d'en réaliser un très facilement !

PRÉSENTATION

Le cadran solaire à chapeau consiste en un cylindre vertical muni de lignes horaires et coiffé d'un disque horizontal de plus grand diamètre.

Pour repérer l'heure, il faut prendre un point particulier de l'ombre du disque. Le point le plus haut de l'ombre étant assez difficile à repérer, on peut opter pour l'intersection entre l'ombre portée du disque et la ligne verticale de séparation lumière-ombre (ombre propre du cylindre).

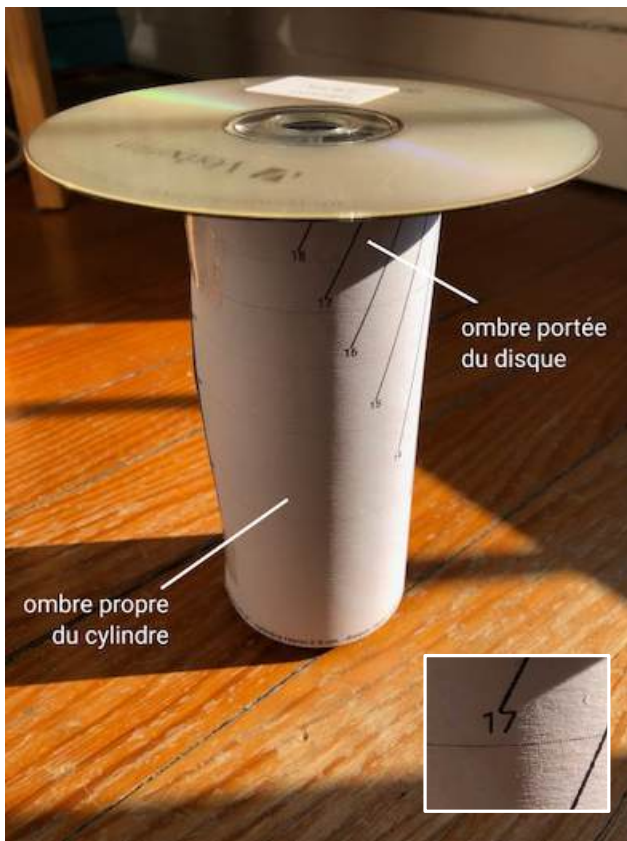


Fig.1 - Sur ce cadran à chapeau, l'intersection des deux lignes d'ombres indique un peu moins de 17h.

La position de la ligne d'ombre verticale autour du cylindre dépend de l'azimut du Soleil ; la position verticale du point indiquant l'heure dépend de la hauteur du Soleil ; on peut donc dire que ce cadran est à la fois un cadran d'azimut et un cadran de hauteur.

Il nécessite d'être orienté par rapport aux points cardinaux.

PARAMÈTRES CARACTÉRISTIQUES

Les courbes horaires sont tracées en prenant en compte :

- la latitude du lieu d'utilisation,
- le rayon du cylindre,
- le rayon du chapeau.

Pour diffuser largement le tracé et réduire le nombre de paramètres, je propose de prendre comme cylindre une canette de soda de forme haute (« slim »), de diamètre 5,8 cm et de hauteur 14,5 cm.

Une fois imposées ces dimensions, le choix du diamètre du disque est assez contraint : plus le disque est large, plus les lignes horaires s'allongent vers le bas, au risque de déborder. Plus il est étroit, plus les lignes sont resserrées. Il se trouve que pour les latitudes supérieures ou égales à environ 45° , le diamètre d'un CD convient tout à fait à un cylindre de cette hauteur.

ARCS DIURNES

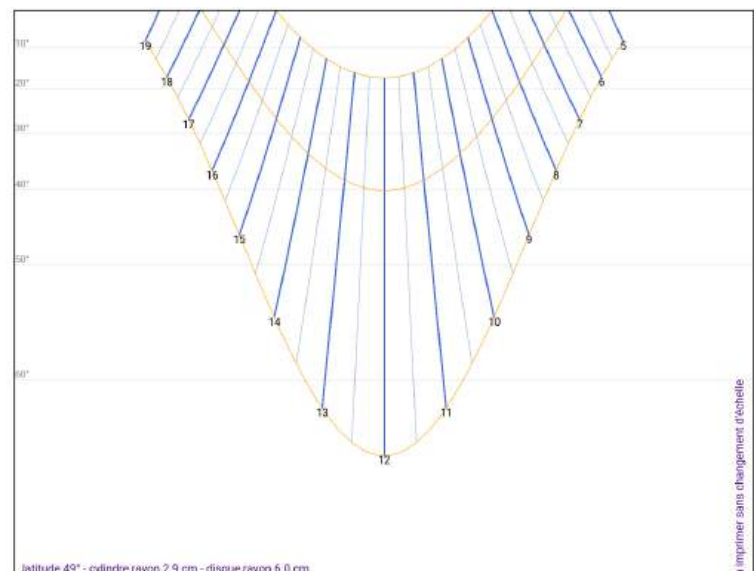


Fig.2 - Le tracé des lignes horaires (latitude 49°) à coller autour du cylindre.

Les courbes orange sont les arcs diurnes (trajectoires journalières du point d'ombre) pour les dates de changement de saison :

- solstice d'été (courbe la plus basse), quand le Soleil est au plus haut.

- équinoxes de mars et de septembre (courbe intermédiaire).
- solstice d'hiver (courbe la plus haute).

À l'endroit où ces courbes atteignent le bord supérieur du tracé, on retrouve les heures solaires de lever et de coucher du Soleil.

Par exemple, aux équinoxes le Soleil se lève à 6 h et se couche à 18 h, pour toute latitude. Au solstice d'hiver pour la latitude 49° , il se lève vers 8 h et se couche vers 16 h.

Les courbes horaires « 4 h » et « 20 h » n'apparaissent que pour les latitudes supérieures à $49,1^\circ$.

À titre indicatif, j'ai ajouté des lignes horizontales indiquant la hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon. On voit ainsi comment la hauteur du Soleil varie symétriquement par rapport à midi au cours d'une journée, et par rapport aux solstices au cours de l'année.

INSTRUCTIONS DE MONTAGE

Dans les documents fournis en téléchargement, j'ai pris le diamètre d'un CD pour le calcul des lignes horaires, pour les latitudes entières entre 45° et 52° , soit approximativement entre Lyon et la Belgique.

Pour des latitudes de 42 à 44° , il suffit de remplacer le CD par un disque de carton découpé aux dimensions indiquées au bas du tracé.

Pour monter le cadran solaire :

- imprimer le document correspondant à votre latitude, sans changement d'échelle, donc sans adaptation aux marges de l'imprimante. Les tracés sont au format A4 paysage, avec une marge gauche de 2 cm.
- découper le rectangle et le coller autour de la canette de soda. Vérifier soigneusement la jonction des bords de la feuille.
- coller sur la canette un disque aux dimensions indiquées sur la feuille (diamètre du CD : 12 cm). Attention de bien centrer le disque sur la canette.
- le bord haut de la feuille doit toucher le disque.

UTILISATION

- Poser le cadran solaire au Soleil, sur une surface horizontale (si possible en hauteur, pour voir les lignes les plus hautes, en début et fin de journée). Si le cadran est utilisé en

extérieur, la canette vide peut être lestée de sable ou de gravier, en cas de vent.

- Orienter la ligne horaire « 12 » vers l'ouest, au moyen d'une boussole, par exemple.
- Lire l'heure à l'intersection des deux ombres en choisissant celle qui a la partie ensoleillée du cylindre à droite de son ombre propre.

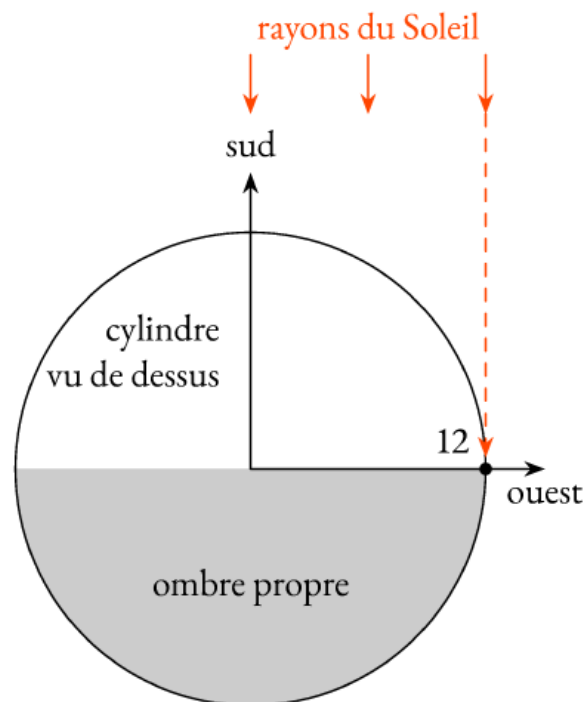


Fig.3 - Pourquoi orienter la ligne « midi » vers l'ouest ? Quand le Soleil est plein sud, la limite de l'ombre portée est vers l'ouest, où doit être la ligne « 12 ».

Lien pour le téléchargement des documents nécessaires à la réalisation du cadran à chapeau : <https://www.astrolabe-science.fr/cadran-solaire-chapeau/>

Référence : Vial, Alexandre. *Théorie du cadran à chapeau*, Cadran Info n°20 (oct. 2009) - Article, téléchargeable directement depuis le lien¹, et magazine disponible sur le site de la Commission des cadrans solaires de la Société astronomique de France : <https://ccs.saf-astronomie.fr/cadran-info/>

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

¹ https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/09/Cadran-Info_20_article_A-Vial.pdf

OÙ BÉNÉFICIER D'UN ÉCLAIREMENT SOLAIRE MAXIMUM SUR L'ANNÉE ?

Yvon Massé

A priori, compte tenu de la symétrie annuelle, par rapport à l'équateur terrestre, du mouvement apparent du Soleil, on pourrait croire que les durées annuelles des jours et des nuits sont identiques en tout point du globe. Oui mais, si l'on y regarde de plus près...

Proposons-nous de rechercher à quelle latitude les habitants bénéficient d'un éclairage solaire maximum sur une année complète, en considérant que, chaque jour, l'éclairage commence avec le lever du Soleil et se termine avec son coucher, ou encore que sa durée corresponde à celle du « jour clair » par opposition à la nuit. Pour définir entièrement le cadre de notre évaluation, considérons que les lever et coucher du Soleil se produisent quand sa hauteur est nulle.

On comprendra que cet exercice est purement spéculatif, car il ne présume en rien des multiples conditions réelles qui peuvent être rencontrées : hauteurs à l'horizon, altitude des observateurs, nuages, etc.

On peut en donner un début de réponse pour l'équateur en remarquant qu'à cette latitude la durée quotidienne de l'éclairage est constante : 12 h exactement, ou encore 0,5 jour. En effet, la relation donnant la valeur de l'angle horaire H au lever et au coucher est :

$$\cos H = -\tan \varphi \cdot \tan \delta$$

Elle nous indique que pour $\varphi = 0$, quelle que soit la déclinaison δ du Soleil, H est systématiquement égal à -90° et 90° . Sur une année complète, correspondant au retour des saisons et dont la durée est de 365,24 jours, l'éclairage sera donc de moitié, soit 182,62 jours. L'autre moitié correspond à la durée totale des nuits.

Plaçons-nous maintenant à une latitude de l'hémisphère nord correspondant à la zone tempérée et remarquons qu'aux journées longues, quand la déclinaison du Soleil est positive, correspondent des nuits de même durée quand la déclinaison est négative et de valeur opposée. Au cours d'une année, comme la déclinaison passe alternativement par des valeurs identiques mais de signe contraire, on est donc tenté de penser que, comme à l'équateur, la durée totale de l'éclairage est de la moitié d'une année.

Poussons le raisonnement à l'extrême et plaçons-nous aux pôles. Dans ces lieux particuliers, la hauteur du Soleil correspond à sa déclinaison (en changeant de signe dans le cas

du pôle Sud) car l'horizon des pôles est parallèle au plan de l'équateur. La durée de l'éclairage correspond alors au temps écoulé entre deux équinoxes, soit 6 mois. Là encore cette durée correspond à la moitié d'une année.

Mais soyons plus précis, d'autant que notre organisme officiel, l'IMCCE, nous délivre en temps universel l'instant des équinoxes à la seconde près¹ et que notre tableur préféré, après deux copier-coller, nous donne la durée entre ces deux instants par une simple soustraction. Il n'y a même pas besoin de faire de conversion pour obtenir le résultat en jours, car c'est l'unité native des cellules : un simple formatage du résultat en nombre avec 2 chiffres après la virgule nous donnera la valeur attendue avec une précision suffisante.

	A	B	C
1			
2	20/03/24 03:06	186.40	
3	22/09/24 12:43		
4			

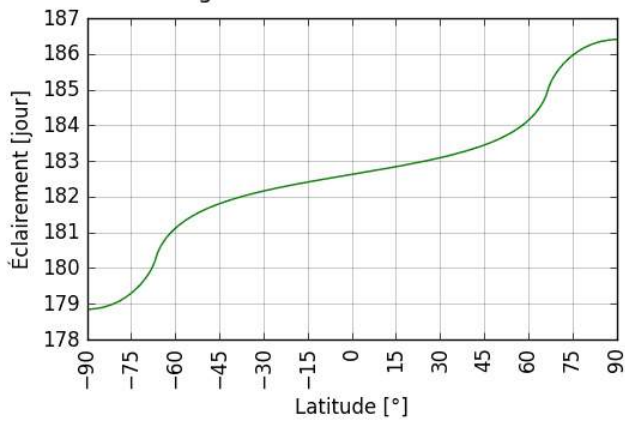
Voyons les résultats pour la période actuelle :

- Pôle Nord (de l'équinoxe de printemps à celui d'automne) : 186,4 jours.
- Pôle Sud (de l'équinoxe d'automne à celui de printemps) : 178,84 jours.

Tiens, tiens ? Les habitants du pôle Nord seraient donc privilégiés ? En effet, ils ont la chance que la Terre, dans son périple autour du Soleil, soit au plus loin de celui-ci (à l'aphélie) environ deux semaines après le solstice d'été. C'est là que la vitesse de révolution de la Terre est la plus lente, ce qui augmente la durée du printemps et de l'été. Tous les habitants de l'hémisphère Nord profitent de cet avantage, d'autant plus que leur latitude est importante car les jours d'été étant plus longs, ils bénéficient dans la même proportion de l'allongement des belles saisons. Un calcul informatisé permet de faire les nombreuses additions nécessaires pour obtenir l'éclairage relatif à l'ensemble des latitudes et fournir la courbe de la figure 1 qui illustre ce que nous venons de voir.

¹ <https://ssp.imcce.fr/forms/seasons>

Fig. 1 - Éclairement terrestre



On peut aussi intégrer dans cette évaluation un phénomène propre à notre environnement naturel : la réfraction atmosphérique ou la courbure des rayons lumineux qui traversent l'atmosphère. Cette courbure nous permet de voir le Soleil avant même qu'il ne soit levé, au sens géométrique que nous avons utilisé précédemment. Il en est de même pour le coucher : nous le voyons encore quand il est passé géométriquement sous l'horizon. Ces deux phénomènes augmentent légèrement la durée d'éclairement et, pour les prendre en compte, il nous faut considérer l'angle de déviation des rayons qui nous arrivent parallèles à l'horizon. En moyenne, il est de l'ordre de $0,6^\circ$. L'IMCCE utilise deux valeurs : $34' = 0,567^\circ$ dans le cas particulier des éphémérides nautiques, et $36,6' = 0,61^\circ$ (celle que nous retiendrons) pour les autres cas.

Ces valeurs, assez différentes, font suspecter une forte instabilité de cet angle, ce qui est bien le cas. En effet la réfraction varie suivant les caractéristiques des différentes couches atmosphériques traversées : pression, température et hygrométrie. Plus la distance zénithale des rayons lumineux augmente, plus ils traversent l'atmosphère sur une distance ramenée au sol importante (au moins 1000 km dans notre cas) et susceptible de rencontrer des conditions météorologiques variées et non connues. Ce qui explique la grande prudence souvent conseillée pour la mesure des hauteurs faibles quand elles doivent être précises, comme par exemple pour la navigation astronomique.

Ces considérations ne sont heureusement pas pertinentes dans le cadre spéculatif de notre exercice. Aussi nous prendrons pour début et fin de notre nouvelle durée quotidienne d'éclairement les instants où le Soleil passe à la hauteur $h_0 = -0,61^\circ$. L'angle horaire H correspondant se détermine par la relation :

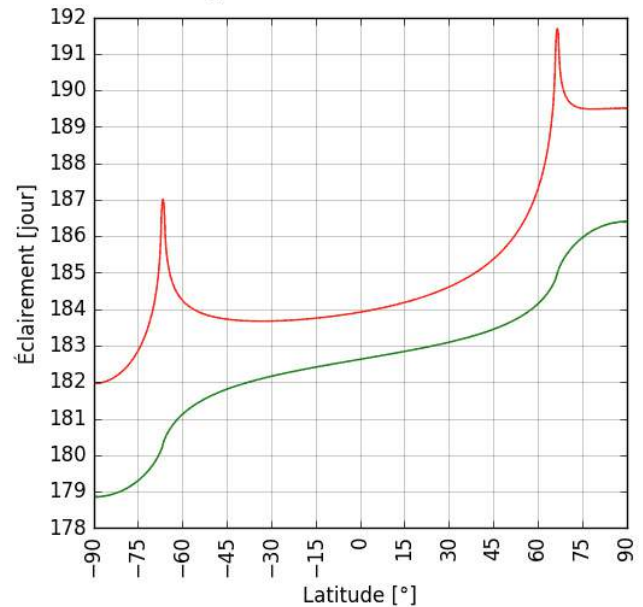
$$\cos H = \frac{\sin h_0 - \sin \varphi \cdot \sin \delta}{\cos \varphi \cdot \cos \delta}$$

La courbe obtenue est ajoutée en rouge sur la figure 2, en complément de la première courbe.

Eh bien ! la chance a changé de camp...

Ce sont maintenant les habitants situés à la latitude d'environ $66,5^\circ$, soit à proximité du cercle polaire de l'hémisphère nord - ou cercle arctique -, qui ont le privilège de recevoir le maximum d'éclairement.

Fig. 2 - Éclairement terrestre



La raison provient de la particularité qu'a le Soleil, aux latitudes des cercles polaires, de se trouver près de l'horizon sur des durées plus importantes que dans d'autres régions grâce à la conjonction de deux paramètres dont l'évolution est pratiquement stationnaire :

- la déclinaison du Soleil lors des solstices,
- la hauteur du Soleil lors des passages au méridien.

Ainsi, pour le cercle arctique, pendant la période du solstice d'été, le Soleil vient tangenter l'horizon nord à minuit solaire lors du fameux « soleil de minuit ». De plus, aux environs du solstice d'hiver, c'est l'horizon sud que le Soleil tangente, à midi solaire, mais dans une situation moins romantique : le Soleil reste sous l'horizon toute la journée.

On retrouve des situations identiques, mais inversées, pour le cercle antarctique. Ces particularités expliquent que l'augmentation de la durée d'éclairement, due à la hauteur (géométrique) du Soleil entre $-0,6$ et 0° , présente un pic pour les latitudes correspondantes.

Le gnomoniste Yvon Massé yvasse2@wanadoo.fr a été présenté dans le n° 2 de ce magazine. Il développe notamment le site <https://gnomonique.fr/> et anime le dynamique forum gnomonique qui lui est associé.

« ASTRO À L'ÉCOLE » Étienne Martel

Dans le cadre du dispositif ministériel « Sciences à l'École », visant à promouvoir les sciences et les techniques dans le secondaire, des programmes ciblés se sont développés, comme « ASTRO à l'École ». Et les cadrans solaires ne sont pas oubliés ! L'auteur nous en dit plus sur le cadre et les activités.



« Sciences à l'École » est un dispositif ministériel, placé sous la tutelle des ministères chargés de l'enseignement supérieur et de la recherche et de l'éducation nationale, fondé en 2004 dans le but de promouvoir l'enseignement et la culture scientifiques et techniques dans les collèges et lycées.

Entouré de partenaires du monde de la recherche et de l'entreprise, « Sciences à l'École » pilote deux types d'actions. D'une part, quatre concours, à portée nationale et internationale, sont organisés par le dispositif, le concours CGénial ainsi que la préparation française aux Olympiades internationales de Chimie, de Géosciences et de Physique. D'autre part, six plans d'équipements consistent en l'envoi de matériel scientifique dans les établissements avec un soutien pédagogique pour que les professeurs explorent les démarches scientifiques avec leurs élèves. Il s'agit de « COSMOS à l'École » (lots de cosmodétecteurs permettant de détecter des muons cosmiques), « EXPERTS à l'École » (prêts de kit de criminalistique pour explorer les sciences forensiques), « GÉNOME à l'École » (étude d'ADN), « MÉTÉO à l'École » (envoi de stations météorologiques fonctionnant en réseau), « SISMOS à l'École » (mise à disposition de sismomètres), et « ASTRO à l'École » (envoi de matériel astronomique, décrit plus en détail ci-après).

Dans le cadre de l'opération « ASTRO à l'École », « Sciences à l'École » fournit du matériel astronomique (montures, télescopes, lunettes, caméras et accessoires) à des établissements sélectionnés lors d'appels à candidatures par le comité scientifique du plan,

composé de chercheurs et enseignants-chercheurs, d'astronomes, de professeurs et d'inspecteurs.

Presque quatre-vingts collèges et lycées bénéficient de prêts de matériel et mènent de nombreuses activités avec leurs élèves sur tout le territoire national et à l'étranger (avec l'AEFE, Agence pour l'enseignement français à l'étranger).

Au-delà de ce soutien logistique, « ASTRO à l'École » propose un accompagnement pédagogique et s'inscrit dans la formation des professeurs. Ainsi, lors de la précédente année scolaire, « ASTRO à l'École » a participé à l'université de printemps de l'École Académique de la Formation Continue de Nice, sur le thème sciences et éducation, en proposant deux ateliers de formation autour de la formation stellaire et planétaire.

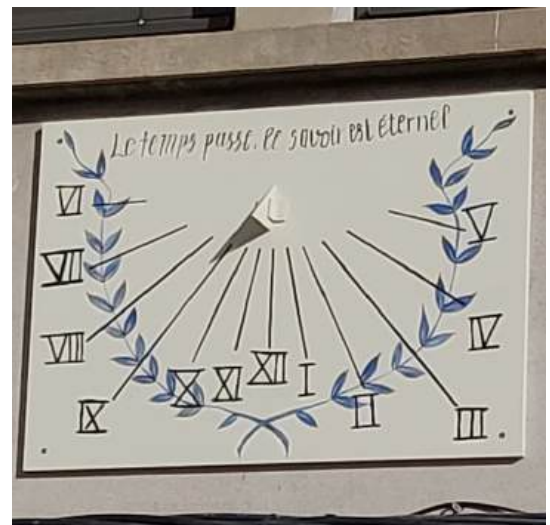
Parmi les activités du plan d'équipement, un concours d'images astronomiques intitulé « Ciel imagé, ciel imaginé, ciel représenté » est organisé annuellement. L'édition 2024 du concours était labellisée « Année de la physique » et avait pour thème les femmes en sciences. Les productions des équipes ayant pris part au concours sont disponibles en ligne¹.

Pour sa prochaine édition, le concours d'images astronomiques aura pour thème les planètes dans l'Univers. Toutes les classes du secondaire peuvent prendre part à ce concours ! Nul besoin d'avoir du matériel de pointe pour espérer remporter un prix.

Les professeurs du réseau « ASTRO à l'École » peuvent solliciter un accompagnement visant à faciliter leur projet. Une exposition de posters



Poster de l'édition 2024 du concours d'images « Ciel imagé, ciel imaginé, ciel représenté ».



Cadran solaire des élèves du collège et lycée Saint-Joseph de Gaillac

sur le thème de la formation des étoiles et des planètes a ainsi vu le jour l'an passé au lycée Arago de Perpignan et est désormais disponible pour toutes et tous sur le site de « Sciences à l'École ».

Les projets menés par les professeurs sont très divers et « Sciences à l'École » a régulièrement le plaisir de voir des travaux menés par des élèves sur les cadrans solaires.

Ce fut le cas l'année scolaire précédente, où les élèves du collège et lycée Saint-Joseph de Gaillac ont confectionné un cadran solaire accompagné d'une jolie devise « Le temps passe, le savoir est éternel ». Retrouvez tous les détails en lien avec ce cadran sur le site de l'établissement².

Hébergé à l'Observatoire de Paris, « Sciences à l'École » bénéficie d'un environnement privilégié

pour encourager les projets astronomiques. Cette année scolaire, le groupe d'astronomie du lycée Victor Hugo de Carpentras mène un projet autour de la méridienne de Paris.

D'autres projets suivront pour les années à venir au gré des sollicitations des collèges et lycées, toujours dans le but de partager la passion de l'astronomie et de l'astrophysique dans le secondaire !

Étienne Martel est ancien normalien de l'ENS Paris-Saclay, professeur agrégé de physique et docteur en astrophysique. Au sein de la cellule de ressources de « Sciences à l'École », il est en charge des plans d'équipement « ASTRO à l'École » et « COSMOS à l'École » ainsi que de la gestion de la préparation française aux Olympiades internationales de Physique (contact : astro.ecole@obspm.fr).

¹ <https://www.sciencesalecole.org/retour-sur-le-concours-dimages-astronomiques-2024-les-productions-des-equipes/>

² <https://www.saint-joseph-gaillac.com/actualites/ici-les-mathematiciens-voyagent-immobiles/>

ACHEVER LA RESTAURATION DE LA MÉRIDIENNE DE LA CATHÉDRALE DE NEVERS

Alix Loiseleur des Longchamps

L'autrice nous conte l'histoire d'une belle méridienne en cours de restauration dans la cathédrale de Nevers, notamment grâce aux études gnomoniques réalisées par le regretté Paul de Divonne, et qui n'attend plus que des fonds pour, à nouveau, surprendre et émerveiller les visiteurs...

Les travaux de restauration en cours dans la cathédrale Saint-Cyr-et-Sainte-Julitte de Nevers (Nièvre) pourraient permettre de voir - enfin - renaître la méridienne de l'édifice. Une manière de mettre un terme à la réflexion entamée, dès 1987, par Paul de Divonne (1930-2008), capitaine au long cours, riche d'une dizaine de tours du monde... Une fois revenu à terre, Parisien et pionnier de l'informatique, il a travaillé aux Messageries maritimes (MM) puis à la Compagnie générale maritime (CGM). Passionné par les sciences et les arts, il se tourne vers la gnomonique qui sait si bien allier les deux... Membre de la Société astronomique de France (SAF), il se met alors à inventorier, restaurer et concevoir plusieurs cadrans solaires, entre Paris et sa Bourgogne natale.

C'est ainsi qu'il s'intéresse à la méridienne de la cathédrale de Nevers... De quoi s'agit-il ? D'un « simple » trou circulaire de 40 mm de diamètre, disposé à 9,86 m de hauteur au-dessus du dallage du transept roman, inséré dans le vitrail n°6 de l'édifice, dans la foulée des études qu'il conduit pour faire revivre le dispositif originel disparu au fil du temps. Un vitrail signé, comme ses voisins, du plasticien Jean-Michel Alberola (né en 1953). Un trou ? Plus exactement un œilleton - le gnomon définitif - de la nouvelle méridienne.



Œilleton de la méridienne de la cathédrale de Nevers (inséré dans un vitrail) tel qu'il peut être observé aujourd'hui

Inspirée, dit-on, par César-François Cassini (1714-1784), la méridienne initiale fut conçue en 1781 par un mathématicien neversois, Théodore Bouys (1757-1786) pour indiquer l'heure légale de l'époque, à midi solaire. « Dans¹ une verrière sud du transept roman, l'ancienne méridienne disparue, dont nous visiterons les quelques restes, comportait un œilleton à la hauteur d'environ 13,70 m. La ligne méridienne s'étendait jusqu'au bas-côté nord, à plus de 38 m (au solstice d'hiver) du pied de ce « gnomon », non sans avoir frôlé les deux premiers piliers de la nef et faisant avec l'axe de celle-ci un angle d'environ 60°. En dépit des avertissements de l'architecte diocésain, Ruprich-Robert, et malgré l'attachement manifesté par les neversois pour leur méridienne, celle-ci fut victime en 1881 du renouvellement du dallage qui s'accompagna d'un changement de niveau d'une amplitude inconnue. Depuis, les bombardements alliés de 1944 n'ont épargné que les inscriptions du mur, au sud et la pierre, d'ailleurs déplacée de l'extrémité nord de cette méridienne. On peut y observer un exemple rarissime d'adaptation au calendrier républicain, avec le nom du mois Nivôse : le 21 décembre, ou solstice d'hiver, était précisément le 1^{er} Nivôse. Quant à l'œilleton, il a disparu avec les anciens vitrages.

Cette réflexion invitait à la création d'une méridienne contemporaine, une méridienne de temps universel (TU) dans l'espace libre du transept roman. Ce projet entendait profiter de l'opportunité exceptionnelle, pour la pose d'un nouvel œilleton, de l'installation, en 1991, des nouveaux vitraux d'Alberola. Le projet répond à plusieurs principes :

- Rétablir la fonction traditionnelle de la méridienne : fournir le midi solaire vrai local ;
- Compléter cette méridienne par une "courbe en 8" donnant le midi légal à travers le midi TU ;
- Éviter toute confusion avec l'ancienne méridienne et assurer la meilleure lisibilité possible sur le dallage, en toute saison ;

¹ Le texte entre guillemets est extrait de *La méridienne de la cathédrale de Nevers*, communication faite le 22 juin 2000 par Paul de Divonne, Bulletin de la Société nivernaise, n°49

- Garder constamment le souci d'une intégration harmonieuse dans le bâtiment tout autant que d'une exactitude mathématique ».

De juin à septembre 1990, Paul de Divonne organise une exposition intitulée « Autour de la méridienne de la cathédrale de Nevers » afin de sensibiliser le public à cette mesure du temps mise en œuvre dans la cathédrale. Beau travail historique et de recherche sur cette méridienne, son emplacement et les rares marques qui subsistent au sol.



Vestiges de l'ancienne méridienne tracée sur le sol de la cathédrale

Après de nombreux atermoiements, le 20 février 1991 voit donc enfin posé le fameux œilleton... « De diamètre 40 mm, percé dans une plaque en acier Inox de diamètre 220 mm, l'œilleton a finalement été placé environ 4 m plus bas et 1 m plus à l'ouest que la position présumée de l'ancien gnomon. Il est situé à peu près au centre de la verrière de droite, en regardant de l'intérieur. Comme autrefois, on verra sur le dallage la trace du plan du méridien passant par le gnomon : ce sera une ligne nord-sud de plus de 20 m de longueur. L'image lumineuse du Soleil passant à travers l'œilleton se projettera sur cette ligne à l'heure du midi solaire vrai à Nevers. La hauteur apparente du Soleil varie pendant l'année. Il en résulte une variation quotidienne de la position et de la dimension de cette image. Comme sur bien des méridiennes classiques, on représentera le contour de cette image aux extrémités de cette ligne (aux solstices) et aux équinoxes. Décalée (12 min et 38 s plus tard), une deuxième droite

représentera l'heure de midi solaire vrai à Greenwich : c'est l'axe de construction de la grande courbe en 8 de midi TU. A midi TU, l'image lumineuse traversera la courbe en 8 à la date portée sur la courbe, tandis que le carillon de la cathédrale marquera, comme nos montres, l'heure légale, à savoir : 13 heures en période d'hiver ou 14 heures en période d'été »².

Aujourd'hui, après toutes ces années, la méridienne reste inachevée : manque le tracé au sol de la cathédrale de l'analemme et des signes du zodiaque. Un travail de gravure pour lequel les principaux acteurs de la rénovation de l'édifice (ministère de la Culture, DRAC, ABF, ACMH, etc.) ont donné leur accord de principe. Reste à financer ce travail (par le biais d'une cagnotte en ligne, pourquoi pas ?). Les travaux menés en ce moment dans la cathédrale jusqu'en 2026 (restauration des chapelles) sous l'égide d'Étienne Barthélemy, architecte en chef des Monuments historiques pourraient être l'occasion de parachever le considérable travail d'études accompli par Paul de Divonne... Et d'honorer ainsi la mémoire d'un fervent défenseur du patrimoine, fin connaisseur et vulgarisateur de la gnomonique.

NB. Nous adressons ici de chaleureux remerciements à Pauline de Divonne, fille de Paul de Divonne, pour son accueil, sa disponibilité, le temps qu'elle a accepté de nous consacrer et la mise à disposition des informations et illustrations qu'elle détient sur les nombreux travaux de son père.

Pour en savoir plus...

- Introduction inaugurale par Marc Louail, architecte des bâtiments de France, de la première conférence-cathédrale en France, qui s'est tenue le 1er juillet 2022, en la cathédrale Saint-Cyr-et-Sainte-Julitte de Nevers, consacrée à la reconstruction de Notre-Dame de Paris. Le vitrail et l'œilleton sont bien visibles entre les 10^e et 20^e premières secondes.
<https://www.youtube.com/watch?v=MU3AQVqQkY>
- Dans les coulisses de la restauration de la cathédrale de Nevers, l'œilleton est visible entre les 6^e et 10^e premières secondes.
<https://www.youtube.com/watch?v=OODihvyoVQo>
- La méridienne de la cathédrale de Nevers, Bulletin de la Société nivernaise des lettres, sciences et arts, 49^e volume, 2000, p. 177-185.
- La méridienne de l'hôpital de Tonnerre, avec A. Gotteland, B. Tailliez, G. Camus, À l'image de l'Abeille, Dannemoine, 1994.
- Autour de la méridienne de Nevers, plaquette d'exposition de l'association Regards sur la cathédrale, 1990.
- Pour un inventaire des cadrans solaires du Tournugeois, Bulletin de la Société des Amis des Arts et des Sciences de Tournus, tome 86, 1987, p. 89-92.

Alix Loiseleur des Longchamps est « assez occupée par le merveilleux métier de libraire depuis plus de 30 ans ». Elle est notamment amatrice de "curiosités" tels que les cadrans solaires, des objets qui la captivent.
alixloiseleurdl@yahoo.com

² Le texte entre guillemets est extrait de la communication citée page précédente

DE L'ASTRONOMIE À LA GÉOGRAPHIE : CONNAÎTRE LA TERRE DANS L'ANTIQUITÉ GRECQUE

Michèle Tillard

Les progrès de l'astronomie grecque, comme ceux des mathématiques, eurent une conséquence surprenante : la naissance de la géographie physique, et de la cartographie de la Terre. Il est vrai qu'astronomes et géographes avaient en commun d'être aussi mathématiciens, et d'user des mêmes instruments (le gnomon en particulier) et la lecture des étoiles...

Dès la plus haute Antiquité, les hommes tentèrent de connaître l'univers qui les entourait : en levant les yeux et en observant les étoiles et les planètes, ils acquièrent du moins une compréhension partielle et empirique de son fonctionnement. Et pourtant, ce qui peut sembler paradoxal, la Terre sur laquelle ils vivaient leur échappait à peu près complètement. Parce qu'ils n'avaient aucun moyen de s'en éloigner, et donc d'en avoir une vue globale, ils ignoraient sa dimension, sa forme, et la plus grande partie de sa surface. Ce n'était pas faute, pourtant, de s'interroger, ni de prendre tous les risques pour l'explorer... Nous nous bornerons ici aux pionniers de la connaissance physique de la Terre, laissant de côté ceux qui, tel Hérodote, ont focalisé leurs recherches sur la découverte des peuples et leur histoire : eux sont les pères de l'ethnologie, ce qui pourrait faire l'objet d'autres recherches...

AVANT LA NAISSANCE DE LA GÉOGRAPHIE : HOMÈRE

Les Grecs - et, avant eux, bien des peuples, notamment les Crétois, les Phéniciens, les Égyptiens... - n'avaient pas attendu l'avènement d'une géographie ni d'une cartographie scientifique pour parcourir la Terre ; le témoignage le plus important pour la littérature occidentale est celui de l'*Odyssée*. L'on sait qu'Ulysse, après la guerre de Troie, voulut revenir à Ithaque, mais que des vents contraires l'empêchèrent de remonter vers le Nord après le cap Malée, à l'extrême-sud du Péloponnèse ; il dériva alors vers l'Ouest, jusqu'à pénétrer des contrées qui n'étaient plus celles des vivants...

Si l'on ne peut nier une large part mythique dans ce voyage, il constitue néanmoins un périple dont il est possible de retracer différentes étapes. Il fait partie d'un genre, celui des « récits de navigateurs » qui devaient former une large part du savoir géographique de l'âge archaïque. Faute d'instruments de navigation et de cartes, les pilotes avaient en effet développé une exceptionnelle mémoire visuelle, et des connaissances empiriques fondées sur des « amers » (ces repères terrestres, arbre remarquable, éperon rocheux, anses...

visibles du large), l'observation des courants, des vents, de la couleur de la mer, du vol des oiseaux, et, dès que le temps le permettait, des astres, et enfin de la vitesse de leurs navires. Ils se transmettaient ces informations dans des récits mi-réalistes, mi-fantastiques, souvent cryptés (les routes maritimes étaient l'objet d'une concurrence féroce)...

De nombreux navigateurs modernes ont tenté de reconstituer le périple d'Ulysse : Victor Bérard, Alain Bombard, et plus récemment Jean Cuisenier... Mais leurs conclusions divergent, en particulier pour la partie la plus occidentale du voyage ; la connaissance de la Terre restait donc floue, et imprégnée de légendes. Une vraie géographie restait à construire.¹

PREMIERS ESSAIS : ANAXIMANDRE ET HÉCATÉE DE MILET

Pour les Grecs du VI^e s. av. J.-C., la Terre était une grande inconnue : ce qu'on en savait se limitait à l'écoumène, c'est-à-dire la terre habitée : en gros, le pourtour de la Méditerranée, une partie de l'Afrique du Nord, l'Égypte, l'Empire perse, et la mer Noire... Quant à la cartographie, c'était une autre affaire : pour établir les distances, on ne disposait guère que des données des voyageurs (jours de marche ou de navigation), et de quelques repères astronomiques, calculés notamment grâce à un gnomon, utilisé par les Égyptiens et les Babyloniens. Il n'y avait aucune loi mathématique permettant de situer précisément les lieux décrits : nos parallèles et méridiens n'existaient pas encore, et les notions de longitude et de latitude étaient inconnues. En outre, un autre problème venait compliquer la représentation de la Terre : les mesures n'étaient pas universelles, mais différaient d'un lieu à un autre. Ainsi, le stade olympique valait 190 m, le stade égyptien (utilisé après la fondation d'Alexandrie en 332) 158 m. Or ce point était rarement précisé... Ajoutons qu'il n'était pas si simple de représenter en deux dimensions, sur ce qu'on n'appelait pas encore un planisphère, un monde que l'on vivait en trois dimensions... La projection et l'échelle posaient des problèmes difficiles à résoudre.

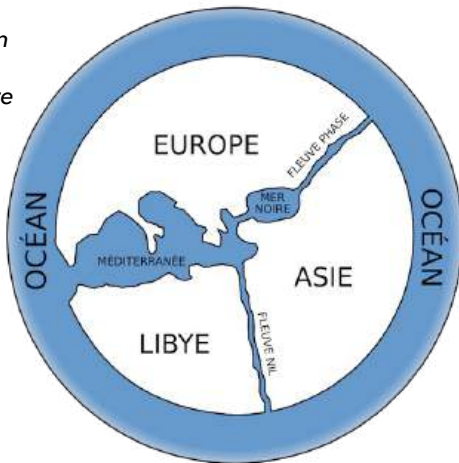
¹ Sur les voyages d'Ulysse et leur interprétation, voir le site Philo-lettres :

<https://philo-lettres.fr/grec-ancien/%20litterature-grecque-chronologie/homere/homere-odyssee/#voyages>

PREMIÈRE TENTATIVE DE CARTOGRAPHIE :
ANAXIMANDRE DE MILET (610-546)

C'est à Anaximandre de Milet² que l'on devrait, si l'on en croit Aristote, la première carte représentant la terre. Il n'en reste rien, mais on peut se la figurer ainsi :

Reconstitution de la carte d'Anaximandre



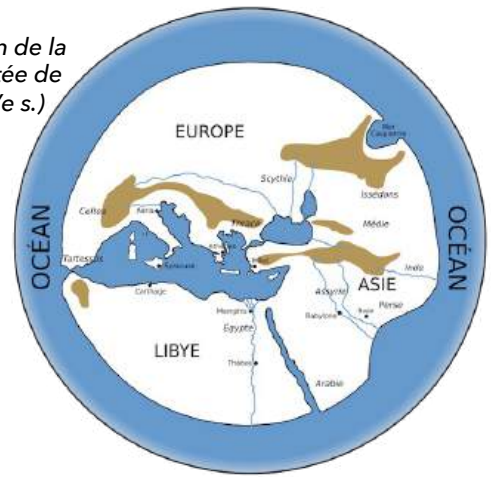
Aux yeux du philosophe, la Terre n'est pas nécessairement sphérique : il se la représente plutôt comme un cylindre, entouré, comme le dit la légende, par le fleuve Océan. La plus grande partie du monde est encore totalement inconnue, notamment l'Europe du Nord, et l'Afrique dont on ignorait jusqu'à la dimension - on se la figurait toute petite. Quant à la taille de notre planète, il l'évalue à 1/28e de celle du Soleil (dans la réalité, le Soleil a environ 110 fois le diamètre de la Terre).

SECONDE TENTATIVE : HÉCATÉE DE MILET (550-475)

Homme politique et géographe, né à Milet en 550, Hécatée écrivit une *Périégèse* ou « Tour de la Terre » décrivant l'ensemble de l'écoumène, en se fondant sur la carte d'Anaximandre, mais en la complétant grâce aux récits des voyageurs. On voit qu'elle est plus détaillée et qu'y figurent les villes les plus importantes, même si l'on relève de grossières erreurs : le pourtour de la Méditerranée est à peu près connu, ainsi que l'Égypte jusqu'à Syène (Assouan) et la première cataracte, la Mésopotamie et une partie de l'Empire perse ; en revanche, l'Europe est à peu près inexplorée, tout comme l'Afrique, et la plus grande partie de l'Asie.

La connaissance de la Terre relève encore de l'empirisme, voire de la légende : ainsi du fleuve Océan entourant la terre de toute part. On a pu calculer que le monde connu couvre l'équivalent actuel de 6 fuseaux horaires par 17° de latitude, soit 1/16 de l'hémisphère nord, de Gibraltar à l'Indus, du cours inférieur du Dniepr à la première cataracte du Nil. Quant à la taille totale de la Terre, elle restait très approximative.

Reconstitution de la carte d'Hécatée de Milet (VIe-Ve s.)



IV^E S. AV. J.-C. :

LE CHOC DES CONQUÊTES D'ALEXANDRE

La connaissance de la Terre dans sa globalité demeura à peu de choses près inchangée jusqu'au début du IV^e s. À cette date, les conquêtes d'Alexandre³ en direction de l'Empire perse jusqu'à l'Indus causèrent un choc que l'on peut comparer à celui des « grandes découvertes » au XVI^e s. de notre ère. En 327 av. J.-C., en effet, il parvint jusqu'à l'Indus et entreprit la conquête de l'Inde, qui tourna court suite à la rébellion de ses troupes. La découverte de cet immense pays, et ses ressemblances troublantes avec l'Égypte - mêmes crues dévastatrices, mais en même temps fertiles, d'un grand fleuve, ici le Nil, là-bas le Gange, même population dont une partie était noire...- fascinèrent les contemporains.

Mais Alexandre n'eut que le temps d'étendre son empire vers l'Est : l'occident resta à peu près inconnu. Avec la dislocation de l'empire d'Alexandre, et l'émergence de nouveaux royaumes, le centre de gravité scientifique se déplace : Athènes, qui reste cependant un centre intellectuel important, n'est plus au cœur du monde ; d'autres cités prennent le relais, se dotant de bibliothèques et attirant les savants de tout le monde grec : Pergame, et surtout Alexandrie.

Dans le même temps, les progrès conjoints des mathématiques et de l'astronomie vont permettre d'introduire une véritable observation scientifique de notre planète.

DE L'ASTRONOMIE À LA GÉOGRAPHIE :
LES PRÉCURSEURS

Si l'astronomie a pu être décrite comme « la science des repères », notamment grâce aux travaux d'Eudoxe de Cnide et de ses successeurs, il n'en était pas encore de même de la géographie au IV^e s. Notre planète restait, pour une grande part, une inconnue.

² Voir l'article du n° 5 de ce magazine : <https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2022/09/mag-CSpour-tous-n5-tillard.pdf>

³ Sur les conquêtes d'Alexandre, voir : <https://philo-lettres.fr/grec-ancien/histoire-de-la-grece-antique/%20alexandre/>

L'astronomie connaît un bel essor au IV^e s. av. J.-C., en particulier grâce à des chercheurs comme Eudoxe de Cnide : à cette époque, l'on connaissait l'inclinaison de l'axe du monde, le tracé des cercles fondamentaux - l'équateur, les deux tropiques, le zodiaque - ainsi que la position, sur la sphère céleste, des principaux astres. Ces connaissances allaient permettre des avancées décisives en matière de géographie, et là encore l'œuvre d'Eudoxe fut décisive.

EUDOXE DE CNIDE (408 ? - 355 ? AV. J.-C.)

L'œuvre considérable d'Eudoxe⁴ en matière de calcul astronomique lui a aussi permis de poser les principes d'une cartographie mathématique, qu'il expose notamment dans trois ouvrages, dont aucun ne nous est parvenu : *Les Phénomènes* (Τὰ Φαινόμενα), le *Miroir* (Τὸ Ἔντονον) et le *Circuit de la Terre* (Ἡ περιόδος τῆς γῆς). Il part de deux principes :

- L'axe de la Terre se confond avec l'axe du monde, et la Terre est le centre immobile de la sphère céleste. On sait que cette théorie ne sera abandonnée qu'après Galilée...
- Tous les rayons du Soleil tombent parallèlement sur la surface terrestre.

Grâce à l'observation de l'étoile Canope (aujourd'hui « α Carinae » de la Constellation Argo) au moment du solstice d'été, il établit qu'à Cnide, sa ville natale, sur la côte de Carie, non loin de Rhodes, celle-ci rasait l'horizon, tandis qu'à Héliopolis, sur le delta du Nil, elle se trouvait au-dessus de l'horizon. Grâce à cette différence, il put calculer l'écart en latitude entre les deux villes. Ces calculs ont permis une première approximation de la circonférence terrestre, soit 240 000 stades.

Si l'on en croit Hipparque, Eudoxe serait également parvenu à calculer la latitude de la Grèce continentale, en utilisant un gnomon, ainsi que celle de Cyzique, située sur le même méridien que Cnide et où il a dirigé une école philosophique. À partir de ses recherches, on considéra la cité de Cnide comme le « climat » de référence (κλίμα : bande horizontale entre deux parallèles).

PYTHÉAS (IV^e S. AV. J.-C.)

Si Eudoxe voyagea surtout en Égypte et en Asie Mineure avant de retourner à Cnide, Pythéas⁵, lui, fut probablement le plus grand géographe-explorateur du IV^e s. - et l'on ne sera pas surpris d'apprendre qu'il était avant tout un astronome ; non un théoricien comme Eudoxe, mais un

observateur, occupé à planter un gnomon partout où il le pouvait, et à consigner de précieuses données dont Ératosthène, puis Hipparque tirèrent le meilleur profit.

Né à Marseille, où il exerçait la fonction d'astronome officiel, Pythéas est l'auteur d'un, ou peut-être deux ouvrages : *De l'Océan*, et *Voyage (ou Périple) autour de la Terre*, dont il ne reste que des fragments. Désireux de connaître l'origine de l'ambre et de l'étain, deux produits essentiels au commerce massaliote, et qui provenaient de régions nordiques encore très mal connues, Il aurait passé les Colonnes d'Hercule, contourné l'Espagne, remonté jusqu'en Grande-Bretagne, dont il aurait estimé le périmètre avec une relative justesse, avant de s'aventurer peut-être jusqu'en Islande (l'île de Thulé). Il serait l'un des premiers à identifier le phénomène des marées, quasi inconnu en Méditerranée, mais très puissant après les colonnes d'Hercule, et à le mettre en relation avec les phases de la Lune.



Itinéraire hypothétique de Pythéas

DICÉARQUE DE MESSINE
(MILIEU DU IV^e S. - 285 OU 280 AV. J.-C.)

Disciple d'Aristote et adversaire de Théophraste, Dicéarque, qui privilégiait la vie active et engagée à la vie contemplative, fut aussi historien et géographe. Il fait partie des « géographes grecs mineurs », dont il ne reste guère que des fragments, d'ailleurs difficiles à attribuer avec certitude, et que Didier Marcotte a entrepris de publier intégralement aux éditions Belles-Lettres⁶. Il identifia le parallèle du 36°N, qui joint les Colonnes d'Hercule au golfe d'Issos (Alexandrette, aujourd'hui Iskenderun) en passant par Rhodes : Ératosthène reprendra sa découverte, et Rhodes sera le centre de sa carte.

⁴ Sur l'œuvre d'Eudoxe de Cnide en astronomie, voir :

https://philo-lettres.fr/grec-ancien/la-science-%20grecque/lastronomie-en-grece-ancienne/#astronomie_eudoxe

⁵ Pour un article plus détaillé sur Pythéas de Marseille, voir :

<https://philo-lettres.fr/grec-ancien/la-science-grecque/la-geographie-grecque-antique/pytheas/>

⁶ Le tome I (Introduction générale et Pseudo-Scymnos) est paru en 2000.

DE L'ASTRONOMIE À LA GÉOGRAPHIE : VERS UNE GÉOGRAPHIE SCIENTIFIQUE

Les chercheurs du IV^e s. avaient ouvert la voie à une connaissance scientifique de notre planète : on savait à présent y tracer des repères tels que les latitudes ; si l'Afrique demeurerait une terre inconnue - et le resterait jusqu'à l'époque d'Auguste, lorsque l'on redécouvrit le Périple d'Hannon, et que Juba II, roi de Maurétanie et explorateur, tenta de le reproduire - l'Europe du Nord commençait à prendre forme. Encore fallait-il que l'on crût les récits de Pythéas, et que l'on sût en tirer des conclusions... Ce sera l'œuvre d'Ératosthène de Cyrène⁷, que l'on peut considérer comme le premier véritable géographe.

ÉRATOSTHÈNE, (276-194 AV. J.-C.),
« INVENTEUR » DE LA GÉOGRAPHIE

Ératosthène - encore un astronome ! - reprend donc le calcul de Dicéarque, situant Rhodes sur le 36^e parallèle ; il cherche également à établir le méridien d'origine, passant par cette même île, en traçant une ligne partant au Nord vers le Bosphore et le Borysthène (aujourd'hui le Dniepr), au Sud vers Assouan et Méroé : c'est aujourd'hui le méridien 38° Est de Greenwich.

Comme le souligne Didier Marcotte⁸ (art. cit. p. 17) : « C'est la première esquisse, à l'échelle de l'œkoumène (ensemble des espaces terrestres habités par l'être humain), d'un système de représentation géométrique de l'espace, l'ancêtre de nos réseaux de coordonnées terrestres. »

Si le gnomon permettait de calculer la latitude, et donc de tracer des parallèles, il était beaucoup plus compliqué de déterminer la longitude, et donc de définir les méridiens. On pouvait le faire, ponctuellement, grâce aux éclipses de Lune : si deux observateurs notaient le même phénomène, en deux lieux différents, il y avait autant de fois 1/24^e de cercle qu'il y avait d'heures de différence entre les deux.

Par exemple, si un observateur X notait l'éclipse à 22 h, et un observateur Y la voyait, lui, à 0 h, il y avait donc deux heures d'écart, soit 2/24^e de cercle = 360/12 = 30°, soit à peu près 2 900 km. Dans la pratique, on se bornait le plus souvent aux récits des voyageurs et des marins.

HIPPARQUE DE NICÉE (190-120. AV. J.-C.)

Parmi les astronomes de renom qui furent à l'origine d'une géographie scientifique, citons enfin Hipparque de Nicée, bien connu de nos lecteurs⁹. Né à Nicée, en Bithynie (actuelle Turquie), et ayant passé l'essentiel de sa vie à Rhodes, Hipparque ne fut probablement pas un grand voyageur, mais il eut le génie de collecter les données transmises par les navigateurs et les observateurs, et de comprendre quelles conclusions il pouvait en tirer ; il disposait des connaissances mathématiques qui lui permettaient ces déductions. Ainsi, il fut l'un de ceux, avec Ératosthène, qui prirent au sérieux le récit de Pythéas. En se fondant sur celui-ci, il établit le système de mesure des latitudes encore utilisé de nos jours. Si l'on considère que la sphère céleste mesure 360°, on peut la diviser en parallèles séparés chacun d'un degré, de l'équateur aux pôles. Le tropique du Cancer est donc à environ 24° N, le cercle de l'Ourse (ou cercle polaire) à 66° N - c'est la latitude de Thulé. Toujours en se fondant sur le récit de Pythéas, il parvint à calculer la latitude des îles Shetland (61° N), de Lewis (58°), de l'île de Man (54°), du Trégor (48°) et bien sûr de Marseille (43°).

CONCLUSION

On peut donc dire que la géographie grecque est née de l'astronomie, ou plus précisément elle est fille de l'astronomie et des mathématiques ; la première a fourni les instruments, notamment le gnomon, mais aussi les moyens les plus précis de repérage dans le temps et l'espace ; les secondes ont donné les outils conceptuels - arithmétique et géométrie. Mais n'oublions pas le rôle déterminant des voyageurs et des explorateurs, conquérants ou marchands, ou simplement curieux avides de savoir ce qu'il y avait au-delà de l'horizon, qui, au mépris du danger, nous rapportèrent de fascinants récits, et parfois ne rencontrèrent qu'un scepticisme bien ingrat...

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*, chez Ellipses.

⁷ Sur Ératosthène, voir : https://philo-lettres.fr/grec-ancien/la-science-grecque/lastronomie-%20en-grece-ancienne/#astronomie_eratosthene et l'article du n° 13 du magazine : https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/08/mag-CSpour-tous-n13_M-Tillard.pdf

⁸ Marcotte Didier. "Entre Athènes et Alexandrie, la genèse de la notion de climat". In: Vie et climat d'Hésiode à Montesquieu, Paris : Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, 2018. pp. 89-118. (Cahiers de la Villa Kérylos, 29).

⁹ Voir l'article dans le n°7 du magazine : https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2023/02/mag-CSpour-tous-n7_M-Tillard.pdf

JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

QUELLE EST L’AFFIRMATION INCORRECTE ?

1. Le Soleil est l’une des cartes du tarot illustrée quelquefois par deux jeunes garçons sous le disque solaire, symbolisant le passage de notre étoile dans la constellation des Gémeaux.
2. Depuis plus de 20 ans se tient à Redding, en Californie, le festival annuel de films *Sundial Film Festival* (*sundial* étant la traduction de cadran solaire en anglais).
3. On peut faire l’expérience du « jour sans ombre » (le Soleil est au zénith à midi solaire) au niveau du tropique du Capricorne (dans l’hémisphère sud), uniquement le jour du solstice d’hiver.
4. Le jour sidéral terrestre est d’environ 23 h 56 min mais il est égal à plus de 243 jours sur Vénus.
5. Le mot canicule vient du latin *cānicŭla* (diminutif de *cānis* : chien, chienne), ancien nom de la constellation du Grand Chien (comprenant Sirius), qui se levait dans l’Antiquité avec le Soleil pendant la période de forte chaleur allant de mi-juillet à mi-août.
6. L’an 1 avant J.-C. est désigné par les astronomes « année 0 » (et 2 avant J.-C., année -1, etc.) afin notamment de conserver la règle de divisibilité par 4 des années bissextiles (5 avant J.-C., soit l’année - 4, est une année bissextile)

UNE ÉNIGME

MESURER L’OBLIQUITÉ À QUITO...

En 1736, les savants Bouguer, Godin et La Condamine se trouvent à Quito (actuel Équateur), pour une expédition scientifique. Extrait du *Journal de voyage* de La Condamine : « Le solstice approchait, et il ne nous restait pas trop de temps pour nous disposer à observer l’obliquité de l’écliptique. La situation de Quito presque sous l’équateur, nous mettait en état d’y faire cette importante observation avec plus d’avantage que partout ailleurs. Nous avons apporté de France un secteur de 12 pieds de rayon, destiné particulièrement à cet usage : nous commençâmes nos observations le 20 de décembre, et nous les répétâmes plusieurs fois les jours suivants ».

On rappelle que l’obliquité de l’écliptique est l’angle que fait l’axe de la Terre avec la normale (perpendiculaire) au plan de l’écliptique (plan de l’orbite terrestre). C’est aussi l’angle maximal que fait le Soleil avec l’équateur céleste.

Qu’est-ce que les 3 savants ont mesuré, en décembre 1736, pour déterminer la valeur de l’obliquité ?



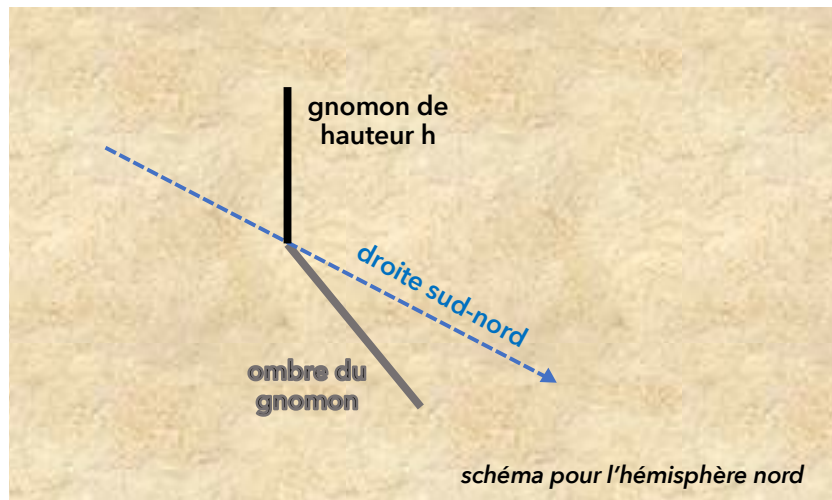
Illustration extraite de l’ouvrage de Charles-Marie de La Condamine paru en 1751, *Journal du voyage fait par ordre du Roi à l’Équateur, servant d’introduction historique à la mesure des trois premiers degrés du méridien*, Paris, Imprimerie royale. L’ouvrage est téléchargeable depuis <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k1051290z>

UN PROBLÈME GNOMONIQUE

COMMENT TRACER LES LIGNES HORAIRES...

Un problème qui paraîtra facile aux gnomonistes avancés mais qui pourra intéresser tous ceux qui savent bien qu'un gnomon (un bâton ou poteau planté verticalement dans un sol horizontal) ne donne pas la même heure lorsque l'ombre est sur une droite donnée partant du pied du cadran, à part pour midi solaire, la droite en question étant alors dans la direction sud-nord.

Oui mais... certains savent aussi que l'on peut tracer les lignes horaires d'un cadran solaire précis utilisant un tel gnomon. Comment tracer ces lignes ?



UN TEST RAPIDE

UN CADRAN SOLAIRE ?

Comme annoncé dans la présentation, page 2, de la photo de couverture de ce numéro, intéressons-nous à ces tables d'orientation, si nombreuses en Islande. Elles sont circulaires, comportent les marques de 24 secteurs réguliers, l'indication des points cardinaux, ainsi bien entendu que la direction de villes, montagnes, vallées... Mais un gnomon vertical a été ajouté au centre de la table. Celui-ci transforme-t-il la table en un cadran solaire et si oui, comment lire l'heure ?



SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

L'affirmation incorrecte est la n°2 : un festival de films baptisé *Sundial film festival* se tient bien à Redding chaque année mais depuis 17 ans seulement... En outre, il n'est pas consacré à des films sur la gnomonique et les cadrans solaires mais doit son nom au célèbre « pont - cadran solaire » de Redding (photo ci-dessous) : un cadran horizontal monumental, dont le style sert également à accrocher les câbles reliés au tablier du pont.

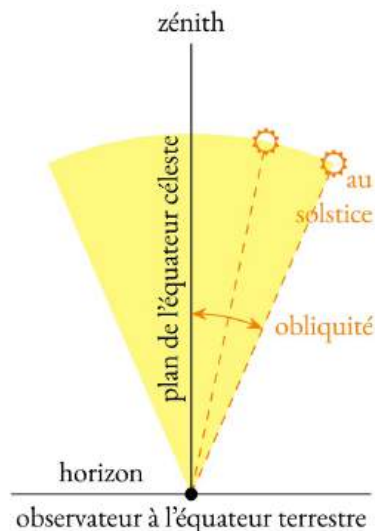


UNE ÉNIGME

Lorsqu'on se trouve à l'équateur, le plan de l'équateur se situe exactement à la verticale de l'observateur (à son zénith). Durant l'année, le Soleil est tantôt d'un côté de ce plan, tantôt de l'autre. De l'équinoxe d'automne au solstice d'hiver, le Soleil s'éloigne de l'équateur ; il suffit de mesurer l'angle entre le Soleil et le zénith (distance zénithale) pendant plusieurs jours autour du solstice : la valeur maximale est l'obliquité de l'écliptique.

On peut également mesurer la hauteur du Soleil, car elle est l'angle complémentaire de la distance zénithale : hauteur = 90° - distance zénithale.

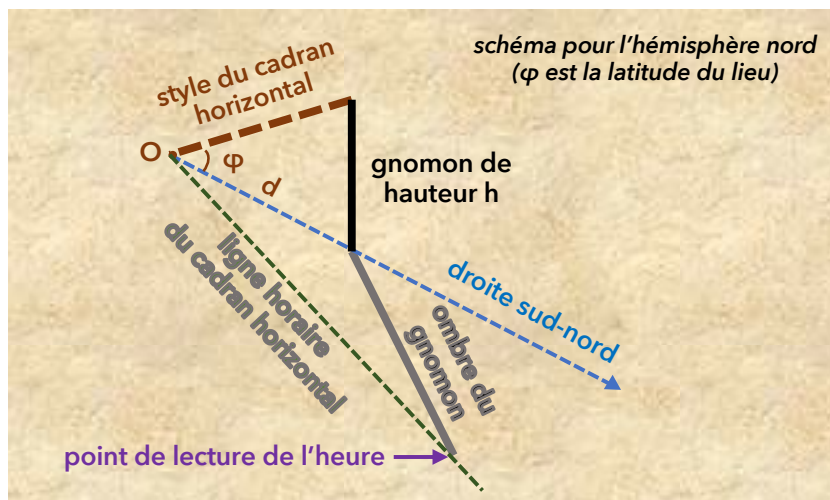
Attention : les mesures doivent être effectuées à midi solaire (à l'instant où le Soleil est au plus haut).



UN PROBLÈME GNOMONIQUE

La solution est simple... Imaginez un cadran horizontal dont le style, incliné d'un angle φ égal à la latitude du lieu, est planté dans le sol en un point O situé à une distance d du pied du gnomon telle que le sommet du style coïncide avec le sommet du gnomon (d vous sera donnée par la formule $d = h / \tan \varphi$). Dans ce cas, l'ombre du sommet du gnomon (et non l'ombre entière du gnomon !) donnera l'heure solaire sur les lignes horaires tracées pour ce cadran horizontal à style polaire virtuel.

Il ne vous reste plus qu'à tracer les lignes horaires, passant par O, d'un simple cadran horizontal...



UN TEST RAPIDE

Le gnomon indique assez précisément par son ombre sur la table l'azimut du Soleil. Mais l'azimut ne varie pas de façon régulière selon les secteurs de 15 degrés de la table... La table d'orientation ne peut donc être utilisée comme cadran solaire, à moins d'avoir sur soi, pour le lieu et la date d'observation, un tableau de correspondance entre les valeurs de l'azimut du Soleil et de l'heure solaire (ou légale).

Cela étant, comme la direction sud-nord est clairement indiquée, lorsque l'ombre du gnomon la recouvre, il est midi solaire et on peut donc utiliser une fois par jour l'ensemble comme une méridienne, et ce tout au long de l'année - lorsque le Soleil est au rendez-vous - puisque le cercle polaire arctique passe juste au nord de l'Islande, et donc que l'on n'y connaît pas de « nuits de 24 h ».

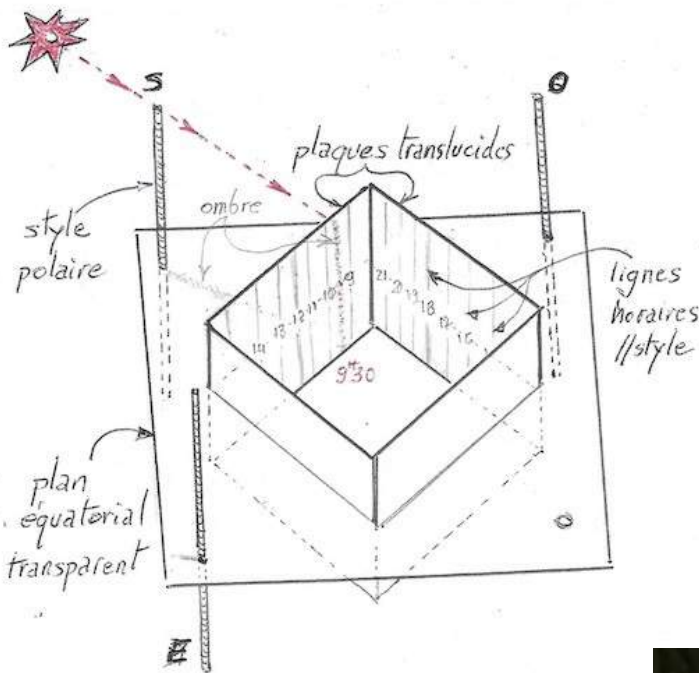


La table d'orientation située près du geyser « Geysir » (qui a donné son nom au phénomène) au mois de janvier

SATELLITE

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.

Même si ses créations sont marquées par une « aventure équatoriale » (voir l'article qu'il consacre à cette aventure en pp. 14 et 15 de ce numéro) il nous présente ici un cadran polaire translucide, comportant quand même... un plan équatorial !



CADRAN DE TYPE « POLAIRE »

Les plaques translucides étant parallèles aux styles polaires, les lignes horaires gravées sur les plaques sont parallèles.

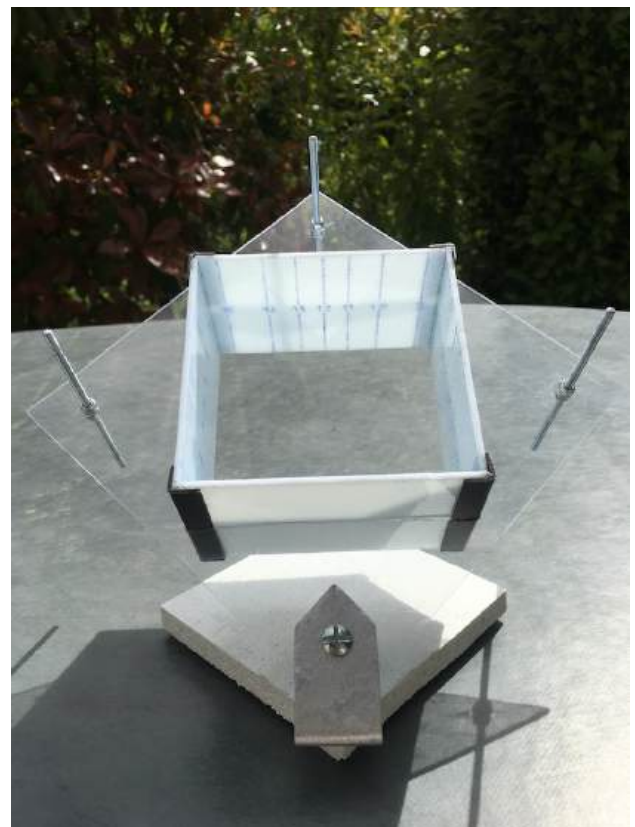
L'ombre du style est vue par transparence et indique l'heure solaire en fonction de sa position dans les lignes horaires :

- Les heures de 3 à 9 sont lues sur la plaque Est (style E)
- Les heures de 9 à 15 sont lues sur la plaque Sud (style S)
- Les heures de 15 à 21 sont lues sur la plaque Ouest (style O)

La plaque transparente est dans le plan équatorial et permet de voir les ombres même en période « automne-hiver » quand le Soleil est sous ce plan.

Sur le croquis ci-dessus on peut lire environ 9 h 30.

c.gahon



CRÉDITS PHOTOS ET ILLUSTRATIONS



- Couverture : Photo Roger Torrenti
- Page 3 : Photo Roger Torrenti
- Page 6 : Photos extraites des sites mentionnés - Illustration <https://fr.freepik.com/>
- Page 7 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Sascha Kohlmann - Fichier : Man Reading Newspaper (92181097).jpeg - Licence CC BY-SA 3.0) - Photo mise à disposition par Masato Oki - Document Fabio Savian - Illustration David Alberto - Photo extraite du site mentionné
- Pages 8 à 11 : Textes, photos et illustrations mis à disposition par les auteurs
- Page 12 et 13 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Stefano Aldegheri - Fichier : Stainless steel bifilar sundial (dial).jpg - Licence CC BY-SA 4.0) - Illustration Yves Opizzo - Document Wikimedia Commons (Auteur : Lead Holder - Fichier : Antikythera mechanism.svg - Domaine public)
- Pages 14 et 15 : Illustrations et photos Claude Gahon
- Pages 16 et 17 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Daniele Raffo - Fichier : StSulpice gnomon.jpg - Licence CC BY-SA 3.0) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Chatsam - Fichier : Collections of Musée de la Monnaie de Paris Méridienne (gnomonique).jpg - Licence CC BY-SA 3.0) - Image <https://openai.com/index/dall-e-2/> - Illustrations Roger Torrenti - Photo Claude Gahon
- Pages 18 et 19 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Encyclopædia Britannica - Fichier : Britannica Dial 7.jpg - Domaine public) - Illustrations Pierre-Louis Cambefort - Photo extraite du site mentionné
- Page 20 : Illustration Roger Torrenti
- Pages 22 et 23 : Illustrations extraites du site mentionné
- Pages 24 et 25 : Photo et illustrations David Alberto
- Pages 26 et 27 : Illustrations Yvon Massé
- Pages 28 et 29 : Illustrations mise à disposition par l'auteur - Photos extraites du site mentionné
- Pages 30 et 31 : Photos et illustrations mise à disposition par l'autrice
- Pages 33 et 34 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Bibi Saint-Pol - Fichier : Anaximander world map-fr.svg - Domaine public) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Bibi Saint-Pol - Fichier : Hecataeus world map-fr.svg - Domaine public) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Fschwarzentruber - Fichier : Pytheas itineraire.png - Licence CC BY-SA 4.0)
- Page 36 : Image extraite de l'ouvrage cité
- Page 37 : Illustration Roger Torrenti - Document Wikimedia Commons (Auteur : Xfigpower - Fichier : Viewpoint indicator on the Perlan deck.jpg - Licence CC BY-SA 3.0)
- Page 38 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Prayitno - Fichier : Sundial Bridge (8843646383).jpg - Licence CC BY-SA 2.0) - Illustration David Alberto
- Page 39 : Illustration Roger Torrenti - Photo Roger Torrenti
- Page 40 : Photos et illustration Claude Gahon
- Page 41 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Moussa Kalapo - Fichier : Femmes Photographes.jpg - Licence CC BY 4.0)
- Page 43 : Document Wikimedia Commons (Fichier : Pushkin Alexander by Sokolov P.jpg - Domaine public)
- Page 44 : Document Wikimedia Commons (Fichier : MANNapoli 124545 plato's academy mosaic.jpg - Domaine public)

Pour conclure ce numéro où la littérature est à l'honneur, quelques vers du célèbre roman-poème *Eugène Onéguine* d'Alexandre Pouchkine (traduction Nata Minor), des vers qui auraient toute leur place en conclusion de chaque numéro de notre magazine...

Qui que tu sois, ô mon lecteur,
Ami, ennemi, de toi je veux
Me séparer en cette juste heure,
Amicalement. Allons adieu !
Quoi qu'en ces strophes négligentes
Tu aies cherché : émoi, tourmente,
Souvenirs orageux ou repos,
Mots d'esprit ou vivants tableaux,
De l'amusement, de la rêverie.
Une citation pour ton journal,
Ou des fautes grammaticales.
Quoi que tu trouves, je serai ravi !
Une miette, un mot, un vers ou mieux,
Sur ce, séparons-nous. Adieu !



*Portrait de Pouchkine
(aquarelle de Piotr Sokolov)*



« 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 : décembre 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: December 2024

ISSN 2824-057X

Contact: contact@cadrans-solaires.info

Page suivante : l'Académie de Platon (située près du tombeau d'Academos) puis le Lycée d'Aristote (situé près du mont Lycabette) sont les ancêtres de nos établissements d'enseignement et ont formé de nombreux philosophes de la Grèce antique. Cette mosaïque mise au jour à Pompéi, donc datée du début de notre ère, représente Platon, entouré de ses disciples, au pied d'une colonne surmontée par un cadran solaire...



124545

ISSN 2824-057X