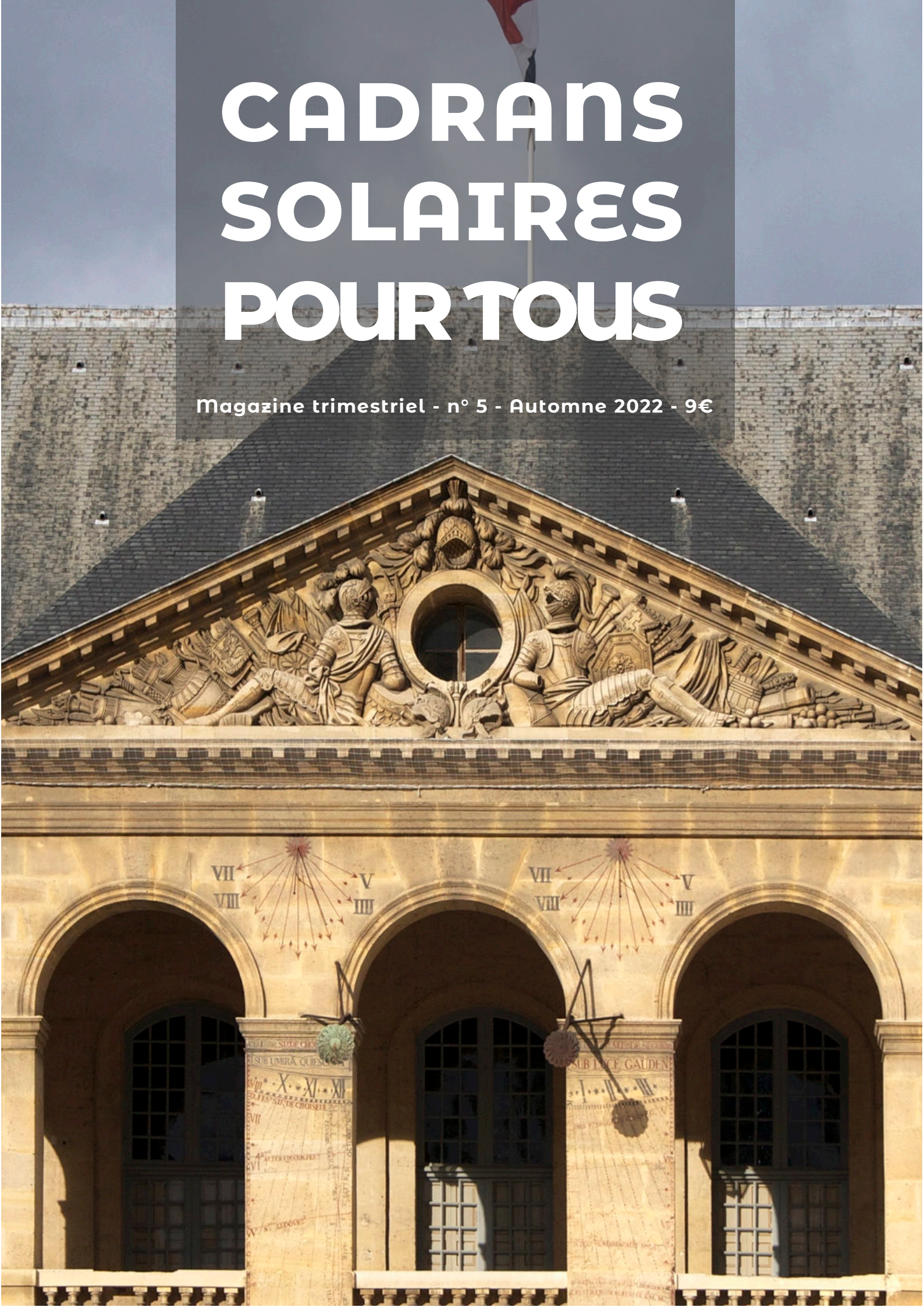
CADRANS SOLAIRES POUR TOUS

Magazine trimestriel - n° 5 - Automne 2022 - 9€



SOMMAIRE

Éditorial	3
Actualités	4
Une brève histoire des cadrans solaires au Japon - Haruyuki Okuda	6
De petites montres antiques passionnantes à étudier – Christine Hoët-van Cauwenberghe	8
Cadran polaire et cylindrique - Henri Gagnaire	10
Anaximandre, aux origines de la science – Michèle Tillard	12
Cadsol disponible en ligne ! – Jean-Luc Astre	14
Témoignage d'une amateure passionnée - Monique Turpin	16
Genèse d'un record - Jeremy T. Robinson et Woody Sullivan	18
L'ultime cadran… - Geneviève Massé	20
Un bâton magique - Yves Opizzo et Roger Torrenti	22
Les heures au fil du temps - Pierre-Louis Cambefort	24
Équation du temps et solstices – David Alberto	26
Rencontre avec un antiquaire spécialisé – Éric Delalande	28
La parole à un gnomoniste - Riccardo Anselmi	30
La parole à un cadranier – Jean-Roch Moreau	31
Zoom sur…	32
Jeux et énigmes	34
Solution des jeux et énigmes	36
Colline aux Moaïs	38
Crédits photos et illustrations	39

Photo de couverture : 4 cadrans solaires ornent la façade sud de l'hôtel des Invalides à Paris : 2 (identiques) surplombent un cadran séparé en 2. Mais si vous visitez ce monument, ne manquez pas également les cadrans solaires des façades est et ouest !

Ci-dessus : un bel et assez peu courant « cadran solaire d'angle » à Saint-Crépin dans les Hautes-Alpes (France) : le style (unique) projette son ombre au cours de la journée sur le mur orienté sud-ouest puis sur le mur orienté sud-est (réalisation Bernard Masson-Sam).

ÉDITORIAL

Nous sommes heureux de vous compter parmi les lecteurs de ce magazine et espérons que vous aimerez ce numéro qui, pour la première fois depuis le lancement du magazine, compte 4 autrices, ce dont nous nous réjouissons. Vous noterez qu'il compte également 4 pages de plus (2 articles supplémentaires)…

N'hésitez pas à nous faire part (email au bas de la page) de toute remarque ou suggestion susceptible de rendre ce magazine encore plus proche de vos attentes, et n'hésitez pas à nous proposer des thèmes à traiter, voire des articles que vous seriez prêts à publier.

Bonne lecture à tous !

Roger Torrenti

Responsable de publication
Auteur du MOOC cadrans solaires https://www.cadrans-solaires.info/

> *Le MOOC Cadrans solaires*
>
> *Depuis son lancement en 2018, ce cours (ou formation) en ligne libre et gratuit, accessible à tous, a rencontré un large public, notamment dans le milieu enseignant et parmi le grand public, et ce dans l'ensemble du monde francophone. Plus d'un million de sessions sur le site du MOOC et 50 000 vues sur la chaîne YouTube associée au MOOC… Des chiffres qui ont encouragé l'auteur du MOOC à accompagner le MOOC du présent magazine. Pour accéder au MOOC, rendez vous à www.cadrans-solaires.info.*
>
> *Ne manquez pas le prochain numéro !*
>
> *Pour être informé de la parution du prochain numéro de ce magazine, suivez le fil Twitter @MOOC_CS et inscrivez-vous sur le forum du MOOC où vous pourrez échanger avec d'autres curieux ou passionnés, découvrir leurs questions et leurs réalisations. Pour vous inscrire à ce forum, rendez vous à https://bit.ly/3itRxUf.*

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

Dépôt légal : septembre 2022 - ISSN 2824-057X

Il est édité par Roger Torrenti, La Colle-sur-Loup, France

Comité éditorial : Doh Koffi Addor, David Alberto, Jean-Luc Astre, Pierre-Louis Cambefort, Claude Gahon, Jasmin Gauthier, Anne-Marie Louis, Yvon Massé, Yves Opizzo, Joël Petit et Roger Torrenti

Contact : contact@cadrans-solaires.info

ACTUALITÉS

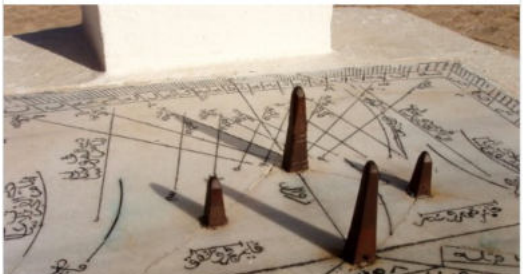
C'est le fil Twitter du MOOC cadrans solaires (@MOOC_CS) qui permet à toutes celles et ceux intéressés par l'histoire, la conception et la réalisation de cadrans solaires de suivre les actualités nationales et internationales dans le domaine. C'est en moyenne 7 à 10 tweets ou retweets par semaine qui permettent de compléter ses connaissances, d'être inspiré par certaines réalisations, de s'interroger sur certains concepts ou encore de découvrir des ressources pédagogiques nouvelles. Sur cette double page ont été rassemblés quelques tweets de ces trois derniers mois.

MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 11 juin
Merci pour ce partage À noter sa devise (d'origine) 'sic vita fugit' (ainsi fuit la vie)

> **Richard Monvoisin** @RichMonvoisin · 8 juin
> Cadran solaire de 1727, à Arêches (73). Restauré par Evelyne Rey Peyrot

MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 14 juin
Un des plus beaux exemples de cadran islamique, construit en 1842 qui marque les heures solaires, italiques et babyloniques, donne l'heure des prières quotidiennes et indique la direction de la mecque

> **DMKClub Kairouan** @DMK_Kairouan · 13 juin
> Cadran solaire horizontal situé dans la cour de la Grande Mosquée de Kairouan



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 16 juin
Si vous pouvez disposer d'une imprimante 3D, un beau cadran solaire équatorial à réaliser !

> **Easy3D** @Easy3D2 · 11 juin
> Aujourd'hui, faites-vous imprimer un cadran solaire !
>
> easy3d.io/search.php?q=s...
>
> #3dprinting #Impression3D #Easy3D #picoftheday #Home #Tool #Outil #CadranSolaire #Sundial

MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 21 juin
Période de transition... Au début du XIXe siècle, cette montre suisse comportait à l'arrière un cadran solaire...

> **Whipple Museum** @WhippleMuseum · 19 juin
> Happy #NationalWatchDay!
>
> This is basically a double watch—a pocket watch on one side and a sundial on the other!
>
> It was made by J. J. Badollet in Switzerland in the early 19th Century.

MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 22 juin
Une belle vue aérienne du fameux Sundial bridge (pont cadran solaire) de Redding en Californie où le monumental gnomon du cadran solaire est intégré à la structure du pont

> **Erik Craft** @wecrafte · 21 juin
> En réponse à @JOEL9ONE
> Maybe not the craziest one on the list but if you end up traveling through Redding,CA on I-5 stop at the Sundial bridge. Yes it's constructed to be an actual sundia.

MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 15 août
Une publicité astucieuse...

> **The Wolf of Franchises** @franchisewolf · 14 août
> MCDONALD'S SUNDIAL BILLBOARD
>
> To promote their breakfast menu, this billboard in Chicago casts a shadow on what food item to eat at what hour of the morning.
>
> (h/t @TrungTPhan for surfacing this)
> Afficher cette discussion

MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 6 juil.
Sans cautionner l'idée de larcin 😇

> **Le Cartographe** 🗺️ 🍷 @lecartographe · 5 juil.
> Si j'étais un voleur voici ce que serait mon premier larcin ! 🥰
> #CadranSolaire

MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 11 juil.
Belle photo du cadran solaire situé au sommet d'une montagne de plus de 4300m dans le Colorado Bravo!

> **Pix** @Top_Pix_ · 11 juil.
> [OC] I took a picture of a sundial at the top of Mt Evans 14,265ft

MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 25 juin
Un beau cadran de berger en bois et laiton de la fin du XVIIe siècle

> **History of Astronomy** @HistAstro · 6 juin
> European wood and bronze column sundial designed for a latitude of 48°, unsigned, 1651-1725 @sciencemuseum collection.sciencemuseumgroup.org.uk/objects/co575/...

Vous avez retweeté

Cale/Gallagher @CaleGallagher · 15 juil.
Cadran solaire situé sur la tour de gauche de la Collégiale Notre-Dame-et-Saint-Nicolas à Briançon (Hautes Alpes)🌞

Vous avez retweeté

David Alberto @David_Alb_astro · 13 août
Cadran solaire à Mennetou-sur-Cher (41). Sur le mur de la Grange aux dîmes. Le mur est déclinant ouest. Il semble que les lignes horaires et les chiffres soient plus récents que le style en fer. #cadransolaire #sundial

Steph @Stephan95105295 · 9 juil.
Boussole et cadran solaire du XVIIe siècle (Nürnberg), Musée du Louvre

MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 18 juil.
Un bien original cadran solaire composé en fait de 7 cadrans solaires chacun étant orienté vers une rue convergeant vers la colonne À ne pas manquer si vous êtes à Londres

> **Ripper** @The_East_End · 15 juil.
> Another street origin. Seven Dials near Covent Garden was so called as seven streets converge at a roughly circular junction - the original layout dates from the 1690s. The original sundial column was removed in 1773, a replacement being installed in 1988/9 to the original design

MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 26 juin
L'artiste taïwanais Chen Forng-Shean et son cadran solaire miniature gravé dans un grain de riz, lauréat du "Concours cadrans solaires pour tous 2022" cadrans-solaires.info/wp-content/upl..

UNE BRÈVE HISTOIRE DES CADRANS SOLAIRES AU JAPON

Haruyuki Okuda

Il n'existe que peu de documents sur l'histoire des cadrans solaires au Japon. Haruyuki Okuda a bien voulu, pour ce magazine, préparer la brève histoire suivante.

Dans les temps reculés, la mesure du temps relevait de l'empereur. On rapporte que l'empereur Tenji avait construit une horloge à eau en 660 mais aucune description de cadrans solaires n'est mentionnée dans la littérature qui nous est parvenue jusqu'à l'époque d'Edo (ou période Tokugawa) qui commence vers 1600.

Un cadran solaire semi-sphérique a été retrouvé dans la tombe du shogun Yoshimune Tokugawa qui mourut en 1751, mais il paraît devoir être mis au crédit de spécialistes étrangers.

Le plus ancien cadran solaire retrouvé à ce jour est en fait un cadran horizontal gravé sur pierre, installé dans le temple de Shiogama près de la ville de Sendai dans la région de Tohoku, au nord-est du Japon (photo 1 page ci-contre). Il aurait été offert en 1792 par l'érudit de l'époque d'Edo Shihei Hayashi mais semble une simple réplique d'un cadran européen introduit par les missionnaires jésuites. Un cadran similaire (cadran horizontal sur pierre gravée) est exposé au musée consacré au daimyo Shimazu Hisamitsu (1817–1887) sur l'île de Kyushu (photo 2).

Il est intéressant de souligner qu'en fait, les cadrans solaires les plus courants de l'époque d'Edo étaient des cadrans portables de différents types. Ils étaient quelquefois intégrés à un ensemble comprenant une boussole magnétique, une règle, du matériel d'écriture, et même des abaques (photo 3) et étaient probablement utilisés par des marchands et commerçants qui parcouraient le Japon pour leurs affaires.

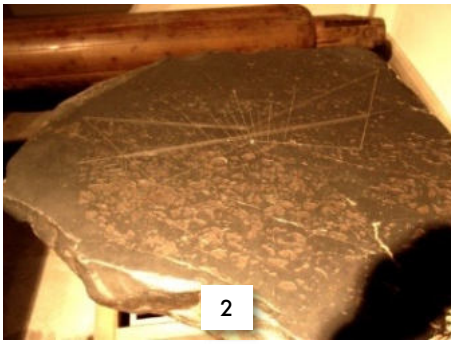
Cependant il semble que la plupart des cadrans portables n'étaient pas à usage pratique mais plutôt d'ornement, comparable au niveau fonctionnel au netsuke, cette petite boîte que les Japonais attachaient traditionnellement à la ceinture de leur kimono (photo 4). En outre, à l'époque d'Edo, les pèlerinages vers des temples et sanctuaires sacrés, ou vers la capitale Kyoto étaient à la mode et de simples cadrans solaires en papier faisaient souvent partie de ce qu'emportait le pèlerin.

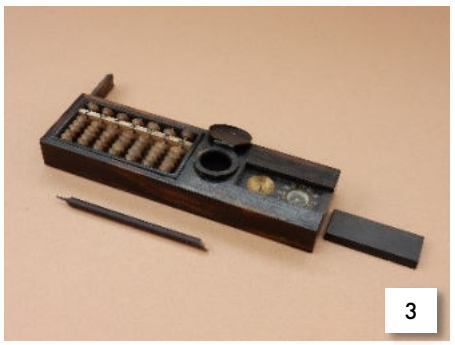
Pendant l'ère Meiji, qui s'étend de 1868 à 1912, l'influence européenne a été forte dans la culture japonaise. Le calendrier lunaire utilisé au Japon jusqu'alors a été remplacé par le calendrier solaire, et l'on construisit de nombreux cadrans solaires, à but pédagogique, dans les écoles, ainsi que d'autres, à but mémoriel, ornant des monuments célébrant la fin d'un parcours scolaire.

Après la seconde guerre mondiale, le ministère des postes a lancé une campagne afin d'encourager et de soutenir financièrement la construction de cadrans solaires dans les écoles, ce qui a conduit à de nombreuses réalisations, pour la plupart des cadrans classiques de type horizontal, mais également quelques cadrans uniques, tels ceux conçus et offerts par M. Ohara (cadran horizontal avec globe terrestre – photo 5) et M. Yabashi (cadran vertical avec analemme – photo 6).

Peu à peu, un développement rapide de cadrans solaires de différents types s'est produit au niveau des jardins publics, des musées et des instituts dans tout le pays. On estime que 400 cadrans ont ainsi été installés entre 1964 et 2002, et on en dénombrait environ 1 500 en 2018. Tous ces cadrans ont été soigneusement répertoriés par le professeur Masato Oki, ce qui l'a conduit notamment à publier son ouvrage « Cadrans solaires au Japon », dont certains cadrans intéressants sont reproduits ici (photos 7 à 10). L'auteur a, quant à lui, inventé un petit cadran solaire original, à symétrie sphérique, reposant sur une lentille sphérique hybride (photo 11).

1


2


3

5

6

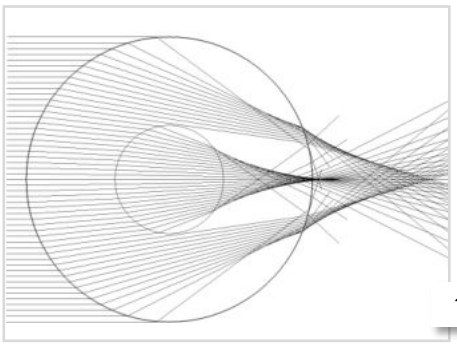
8

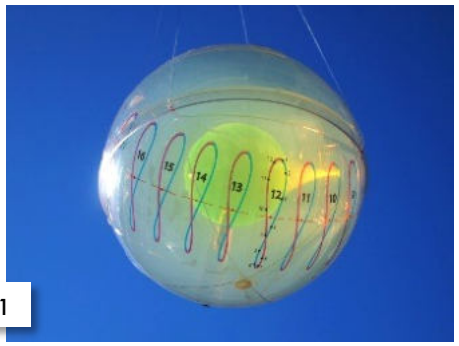
4

7

9

10


11



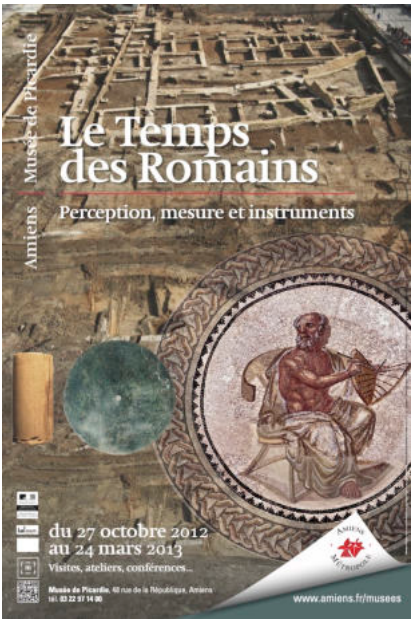
Bibliographie (J si en japonais, E si en anglais)

J - « Fascinant cadran solaire » - Yukio Ono
J - « Cadrans solaires du monde » - Akio Goto
J - « Cadrans solaires au Japon » - Makoto Oki
J - « Le cadran solaire : le plus ancien instrument astronomique » - Hiroshi Arakawa
E - « Un cadran symétrique à lentille hybride sphérique » - Haruyuki Okuda (Orologi Solari n° 3 - 2013 - https://bit.ly/3CCFb7K)

Haruyuki Okuda (hr-okuda@ra3.so-net.ne.jp) a passé sa carrière à l'Institut des sciences aéronautiques et spatiales (ISAS) de l'Agence spatiale japonaise (JAXA) et s'intéresse de très près, depuis sa retraite il y a 20 ans, à la gnomonique : il est le président actuel de la JSS, société japonaise des cadrans solaires (https://sundial.stars.ne.jp/).

DE PETITES MONTRES ANTIQUES PASSIONNANTES À ÉTUDIER

Christine Hoët-van Cauwenberghe



Les cadrans solaires portatifs antiques sont de petites montres antiques passionnantes à étudier… Il s'agit d'un savoir-faire gréco-romain et les données chiffrées sur ces cadrans portatifs (de 5,3 à 13,5 cm) montrent qu'il existait des notices copiées et accessibles aux curieux intéressés à reproduire ces petits objets. Ils furent fabriqués et circulèrent sous l'Empire romain dès le début de notre ère. On dispose à l'heure actuelle de 25 exemplaires connus.

En 2004, j'ai eu l'occasion d'admirer le premier objet de ce type que l'archéologue inventeur, Éric Binet, avait identifié comme une pyxide (forme de vase grec servant de boîte ou de coffret) d'un type hors du commun. L'épigraphie (l'étude des inscriptions anciennes) m'a permis de confirmer son intuition en lisant les mois et les repères, solstices et équinoxes, découvrant les courbes, mettant effectivement cet objet dans la catégorie des cadrans de hauteur.

Affiche de l'exposition qui s'est tenue au musée de Picardie à Amiens (France) en 2013, dont les collections accueillent deux objets de ce type (à gauche de l'affiche).

DES MONTRES POUR TOUTES LES CLASSES SOCIALES

Les cadrans de hauteur, que l'on a longtemps appelés « cadrans de bergers », tiennent dans la main, sont faciles à réaliser et se glissent facilement dans un sac puisque les aiguilles peuvent se rétracter et se trouvent alors logées dans le cylindre, protégées de toute torsion qui affecterait la précision de l'ombre portée. Dans l'Antiquité, on les façonne à l'aide d'os de bœufs ou d'équidés.

Celui qui a été trouvé à Amiens (Samarobriva antique, en Gaule belgique) a été maladroitement conçu, la grille a un dessin parfois rectifié, montrant que celui qui l'a réalisé, s'il était intéressé, n'était pas forcément un artisan spécialisé.

Valable pour une personne sédentaire (les cadrans de hauteur sont tracés pour une latitude donnée), cette montre devait surtout constituer une curiosité car si elle fonctionnait bien, elle n'était pas d'une grande précision. En tout cas, sa conception, une fois que l'on avait la notice, n'avait pas un coût élevé.

Étant donné qu'au cœur des villes, il y avait souvent un cadran solaire fixe, le modèle portable pouvait être utilisé par les commerçants fixant des rendez-vous à des clients ou à la campagne, dans les villas ou les fermes. On songe aussi au médecin indiquant une posologie dans laquelle l'heure de prise du médicament pouvait jouer sur le traitement. De même, la fabrication des potions incluait aussi des temps de cuisson, de repos ou autre qui nécessitaient un contrôle au moins approximatif du temps. Le cadran d'Este (Italie), présenté dans le N°4 du magazine, a ainsi été découvert dans la tombe d'un médecin oculiste.

Cadran solaire de hauteur trouvé à Samarobriva et exposé au musée de Picardie à Amiens (à gauche: photo, à droite: restitution des tracés et textes gravés).

DES MONTRES ANTIQUES POUR BRILLER

Les cadrans portatifs universels eux aussi pouvaient être fabriqués à l'aide de notices qui circulaient dans l'Empire. Les petites erreurs repérées sur certains exemplaires ont permis de mettre en évidence ces copies, qui à force d'être recopiées se chargeaient d'erreurs…

Cette fois, le public qui faisait l'acquisition de ces objets était un peu différent. La possibilité de régler l'objet selon un nombre donné de latitudes, patiemment gravées à l'aide d'un stylet sur l'une des faces, servant d'aide-mémoire, était le fait de voyageurs comme l'indique Vitruve (9, 8, 1, horologia uiatoria et pensilia : *montres pour voyageurs, à suspendre*).

Là encore, les commerçants étaient bien placés pour en posséder. La gamme assez vaste des types, de la boîte au disque, en passant par l'anneau, permet d'imaginer, cette fois, un outil de mesure du temps dont le propriétaire est très fier.

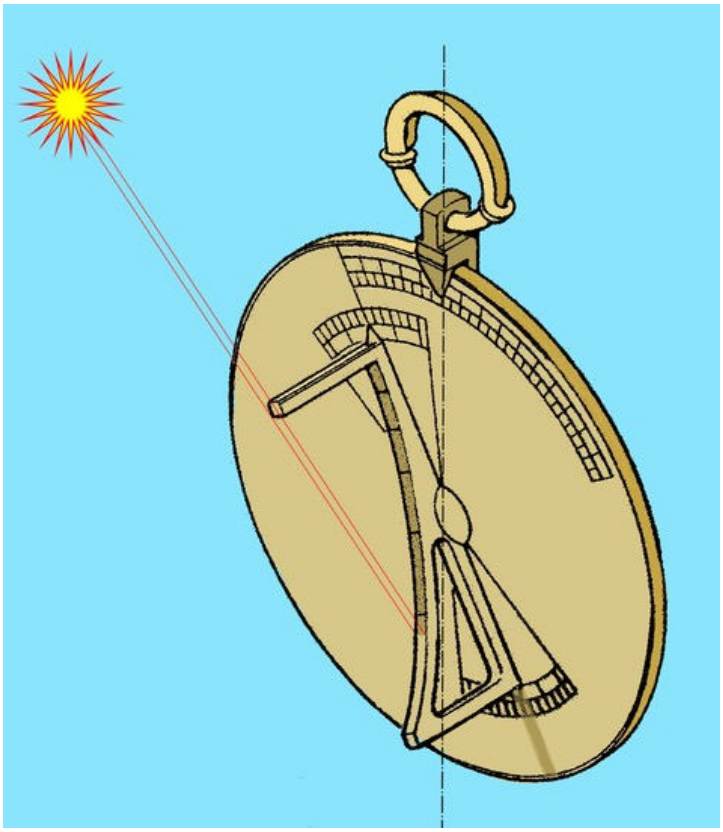
Souvent fabriqués en alliage cuivreux, ils ont l'allure de l'or, et brillent au soleil quand leurs utilisateurs les règlent pour lire l'heure. Cela explique que certains notables fortunés aient voulu acquérir ce type d'objets, présentant le double avantage d'un instrument techniquement intéressant dont on pouvait sans doute expliquer l'origine et le fonctionnement, mais également s'enorgueillir d'avoir été en mesure de l'acheter ou de le faire confectionner.

Une autre catégorie de personnes pouvait aussi être en possession de ces montres : les fonctionnaires romains. Comme on le sait, les agents de l'État étaient tenus de noter dans leurs registres l'heure à laquelle leur parvenait un ordre. L'Égypte fournit des papyrus où cette indication apparaît clairement.

Or, la présence dans les camps ou dans les centres urbains d'un cadran fixe pourrait impliquer que le cadran portatif n'était pas forcément très utile.

Toutefois, qu'un chef militaire ou civil ait ce type d'objet, beau, brillant, où les noms des provinces de l'Empire apparaissent, en latin ou en grec, il s'agit là d'un instrument lié au commandement ou à l'autorité : la maîtrise du temps et de l'espace était une donnée importante du gouvernement romain.

De ce fait, il est tout à fait envisageable de penser que les empereurs romains aient pu en donner en présent à leurs fonctionnaires comme ils leur offraient des objets de prestige tels des médaillons, des bagues ou des intailles, selon leur niveau de pouvoir.

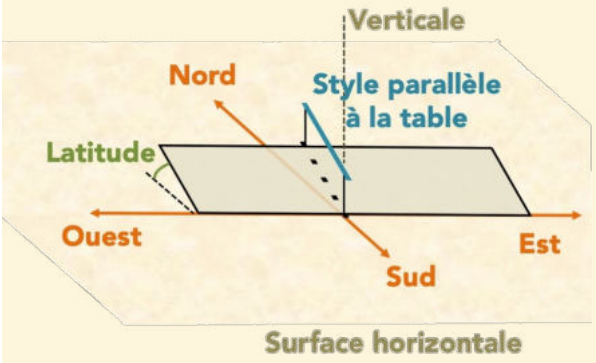


Principe de lecture d'un cadran portable universel datant de l'époque romaine (un tel cadran est exposé au musée d'Oxford (Angleterre).

Christine Hoët-van Cauwenberghe christine.vancauwenberghe-hoet@univ-lillefr est maîtresse de conférence HDR, Histoire romaine à l'université de Lille (France) et est autrice ou co-autrice de plusieurs ouvrages consacrés à l'Antiquité.

CADRAN POLAIRE ET CYLINDRIQUE

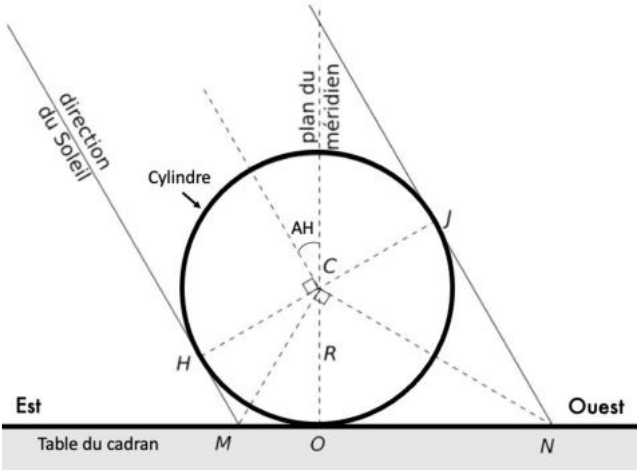
Henri Gagnaire



Le cadran polaire est, avec le cadran équatorial, l'un des cadrans solaires dont le concept est le plus facile à comprendre et dont la réalisation est la plus simple (il suffit d'un rapporteur pour tracer les lignes horaires).

La table du cadran est plane et inclinée d'un angle égal à la latitude du lieu par rapport au plan horizontal, le style est (lui aussi) parallèle à l'axe des pôles et les lignes horaires sont parallèles et symétriques par rapport à la ligne de midi solaire. Le style de tels cadrans est constitué le plus couramment d'une fine tige parallèle à la table ou d'une tige perpendiculaire à la table dont l'ombre de l'extrémité permet de lire l'heure sur la table. Outre le schéma ci-contre (dessiné pour l'hémisphère nord) le MOOC cadrans solaires donne plus de détails (voir https://www.cadrans-solaires.info/acces-au-mooc/) sur la conception et la réalisation de cadrans polaires (introduction ajoutée par Roger Torrenti à l'article ci-après)

Et si l'on imaginait un cadran polaire dont le porte-ombre serait constitué d'un cylindre tangent à la table ? Un cadran innovant ou un cadran déjà conçu et réalisé ? Je ne sais pas à vrai dire mais espère vous convaincre que l'étude d'un tel cadran est intéressante !



Le cadran imaginé est donc constitué d'une table plane et d'un cylindre de rayon R, tous deux, comme rappelé ci-dessus, parallèles à l'axe de rotation terrestre. Le cylindre est fixé sur la table afin que l'une de ses génératrices soit tangente à la table. Comment tracer les lignes horaires de ce cadran ? C'est en fait assez simple et leur calcul ne fait appel qu'à des notions mathématiques ou astronomiques assez simples.

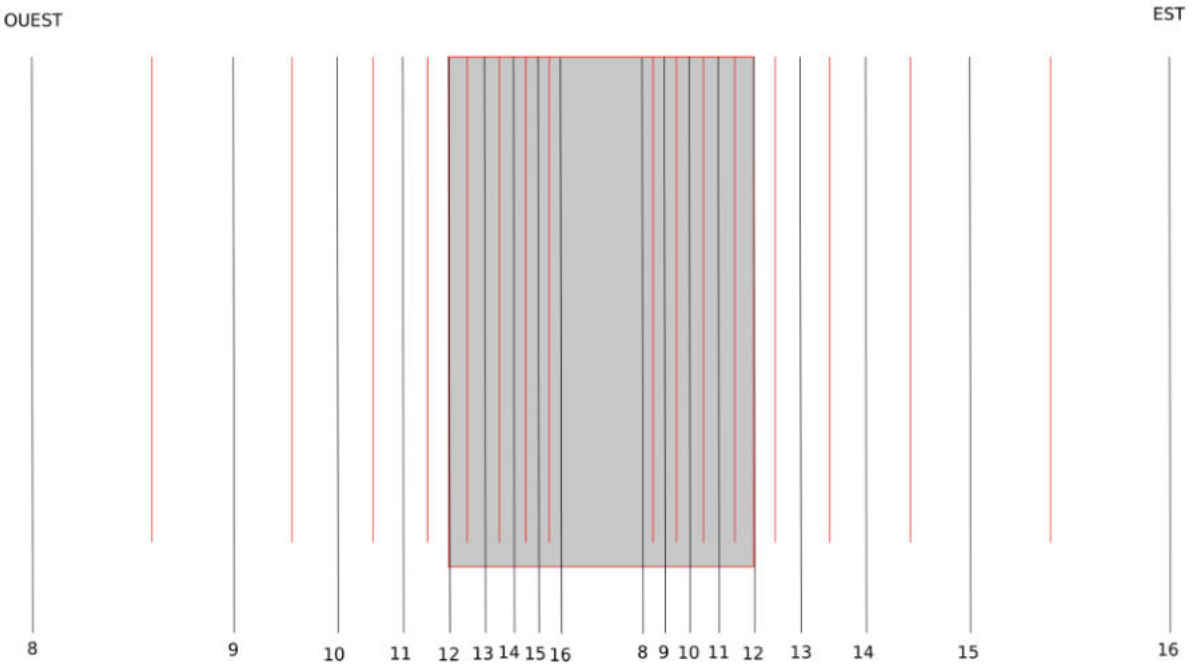
Considérons en effet le schéma ci-contre. Les ombres des deux bords du cylindre se projettent sur la table et permettent d'indiquer l'heure solaire. Il s'agit donc de calculer les longueurs OM et ON qui donnent la position des lignes horaires, qui sont logiquement des droites parallèles à la génératrice du cylindre.

Or, quelle que soit sa déclinaison, à une heure t, le Soleil est dans un plan qui fait un angle AH avec le plan du méridien, égal (en °) à 15 (t-12). L'angle OCM étant la moitié de l'angle OCH qui est égal à 90° - AH, OM est donc égal à R tan(45-AH/2).

Les triangles OCM et OCN étant semblables, on en déduit par ailleurs que OM/R = R/ON (les deux valeurs sont inverses l'un de l'autre). On peut dès lors tracer les lignes horaires, le tableau ci-contre donnant leurs valeurs pour les heures du matin. Quant aux heures de l'après-midi, elles se déduisent logiquement de celles du matin par une symétrie par rapport à la droite où le cylindre tangente la table.

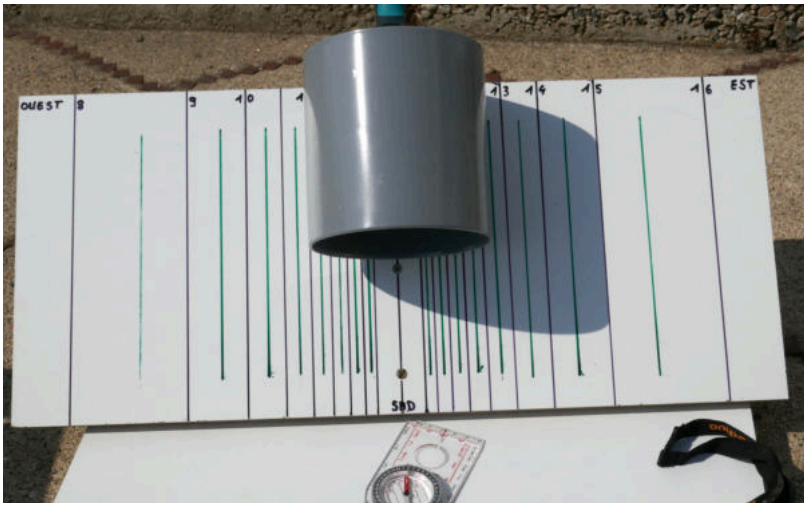
Heure solaire	OM/R	ON/R
12	1	1
11.5	0.8770	1.1403
11	0.7673	1.3032
10.5	0.6682	1.4966
10	0.5774	1.7321
9.5	0.4931	2.0278
9	0.4142	2.4142
8.5	0.3395	2.9459
8	0.2679	3.7321
7.5	0.1989	5.0273
7	0.1317	7.5958
6.5	0.0655	15.2571
6	0	infini

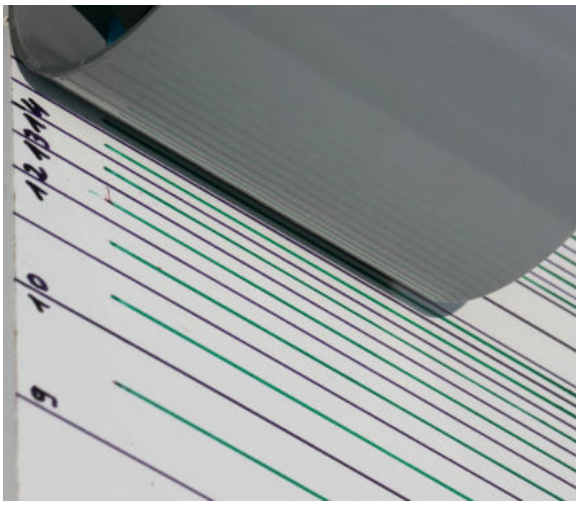
La figure ci-dessous montre le tracé des lignes horaires et l'ombre du cylindre à midi solaire lors d'un équinoxe.



Les photos ci-dessous du cadran expérimental réalisé selon ce principe ont été prises le 18 mai 2022 à 15 h solaire. Celle de gauche montre l'ombre extérieure. Celle de droite, prise quelques minutes plus tard montre l'ombre sous le cylindre et quelques lignes horaires supplémentaires dont celle de 12 h. Il faut reconnaître qu'il est assez difficile de lire l'heure sous le cylindre, surtout si le cadran est posé au sol...

L'utilisation d'un cylindre comme objet porte-ombre a deux avantages par rapport à l'utilisation d'une simple tige parallèle à la table. Tout d'abord, la lecture de l'heure s'effectue de chaque côté du cylindre. De plus, théoriquement, on peut lire l'heure même lorsque le Soleil est rasant à 6 h et 18 h...





Professeur de physique à l'université de Saint-Etienne, Henri Gagnaire henrigagnaire@gmail.com n'a découvert et ne s'est passionné pour la gnomonique qu'après sa retraite. Il contribue aujourd'hui activement aux activités de l'association Cherche Midi 42 https://sites.google.com/view/cherche-midi-42, dédiée notamment à la sauvegarde des cadrans solaires du département de la Loire (France) et à la diffusion des connaissances dans le domaine.

ANAXIMANDRE, AUX ORIGINES DE LA SCIENCE

Michèle Tillard

Anaximandre, représenté dans « L'École d'Athènes » de Raphaël.

On ne sait pas grand-chose d'Anaximandre, fils de Praxiadès, sinon qu'il naquit en 610 avant J.-C. à Milet, l'une des cités les plus florissantes d'Ionie, sur l'actuelle côte turque, et qu'il mourut vers 546, quelques années après avoir assisté à la chute de sa ville face aux envahisseurs perses. Au cœur du VIe siècle, qui vit l'une des plus remarquables floraisons de la civilisation dans le monde méditerranéen, alors qu'Athènes n'était pas encore une grande puissance et que Rome, fondée un siècle et demi auparavant, se trouvait sous la domination des Étrusques, Milet était une plaque tournante commerciale, mais aussi intellectuelle et culturelle : grâce à sa colonie Naucratis, elle était en contact avec l'Égypte ; elle ne pouvait manquer de multiplier les échanges avec Babylone, peut-être même avec l'Extrême-Orient…

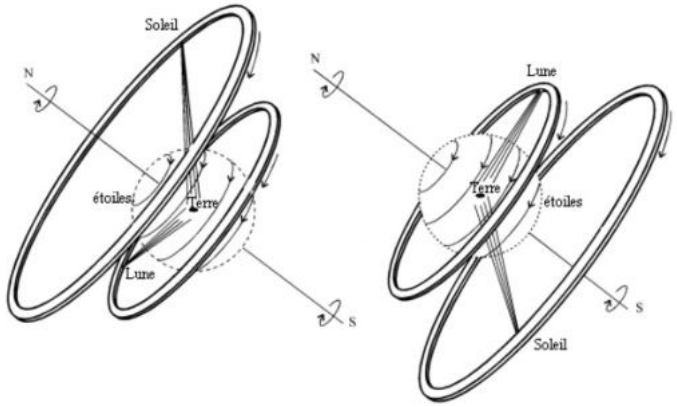
Quel était l'état des connaissances à cette époque ? Égyptiens et Babyloniens avaient commencé à élaborer une mathématique ; parce que la connaissance du temps et des saisons était de première importance pour l'agriculture et la navigation, l'astronomie s'était développée ; le mouvement des planètes était déjà connu, comme en témoigne Hésiode, cent ans avant Anaximandre, dans *Les Travaux et les Jours*. Mais l'interprétation des phénomènes, tout comme la cosmogonie, étaient encore prisonnières d'une explication mystico-religieuse : les dieux avaient créé le monde, et les événements naturels étaient en relation étroite avec le destin humain – la foudre, une éclipse signifiaient la mort d'un roi ou une défaite.

Mais avec Anaximandre, tout change. Son maître Thalès avait ouvert la voie, en mettant en forme nombre de théorèmes, et surtout en les démontrant ; mais pour la première fois dans l'histoire de l'Humanité, un homme tentait d'expliquer les phénomènes naturels de manière scientifique, c'est à dire en se fondant sur des raisons naturelles, et non pas religieuses : la foudre provient non d'une colère de Zeus, mais d'un phénomène lié au vent.

L'explication est sommaire, mais elle rompt avec la pensée mystico-religieuse. Pour la première fois aussi, la Terre était décrite comme entourée de toutes parts d'espace, dans un univers ouvert. Contrairement aux objets qui, attirés vers le bas, c'est-à-dire vers la Terre, tombent, celle-ci n'a aucune direction vers où se diriger : elle flotte et ne repose sur rien. Exit Atlas et son fardeau ! Cette simple idée a révolutionné l'image que l'on se faisait de l'univers, et ouvert la voie à la science moderne.

On doit à Anaximandre plusieurs ouvrages, tous disparus, et dont il ne reste qu'un fragment, et quelques mentions, notamment chez Aristote, qui peut-être possédait son Περὶ φὐσεως (*Sur la Nature*) dans sa riche bibliothèque ; si le titre de ce livre n'est guère original – tous les philosophes pré-socratiques en ont écrit un, et il a même été repris en latin dans le célèbre *De Natura rerum* de Lucrèce – sa forme, en revanche, est résolument nouvelle : il est en prose, rompant ainsi avec la tradition qui confondait poètes et philosophes, faisant de ces derniers des sortes de mages s'exprimant dans des vers quasi prophétiques ; le savant est un être de raison, il n'est pas inspiré par les dieux. Il ne prétend pas révéler une vérité absolue, mais un état des connaissances, à un instant T, qui ne manquera pas d'être remis en question par des recherches plus approfondies. Là encore, c'est une révolution.

On doit à Anaximandre, si l'on en croit des sources dont les plus anciennes datent de deux-cents ans après sa mort, de nombreuses découvertes : la toute première carte de la Terre, sur laquelle Hécatée, le premier géographe, s'appuiera pour élaborer la sienne qui fera si longtemps autorité ; la profondeur du ciel, et les distances différentes des étoiles par rapport à la Terre : il fut le premier à construire une sphère céleste et à établir l'obliquité du zodiaque (voir figure ci-dessous). Il eut même l'intuition que l'ensemble des animaux vivants provenaient de la mer, et s'étaient différenciés au fil d'une longue évolution.



Schémas du modèle de l'univers d'Anaximandre. À gauche, le jour en été; à droite, la nuit en hiver. (source Dirk L. Couprie)

Fut-il, également, l'inventeur du gnomon ? Même si Suidas l'affirme, c'est à vrai dire très peu probable : les Égyptiens utilisaient déjà cette tige verticale plantée en terre sur un plan horizontal pour mesurer les heures, et, par la variation de la longueur de l'ombre à midi, déterminer les saisons. Le solstice ne demandait pas de grands calculs, et probablement, Égyptiens et Babyloniens le connaissaient également ; mais c'est peut-être lui qui parvint à définir le calcul des équinoxes, plus complexe. On dit aussi qu'il alla à Sparte, qui au VIe siècle avant J.-C. n'était pas encore cette cité uniquement vouée à l'art militaire, pour participer à la construction, ou à la mise au point de cadrans solaires.

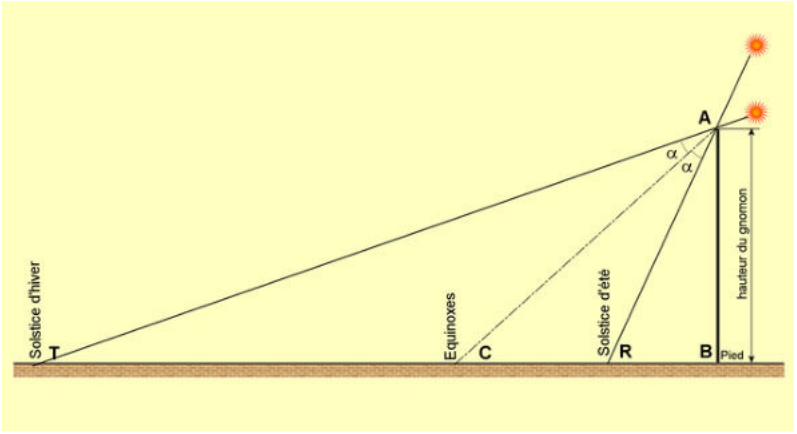


Schéma de l'utilisation du gnomon au temps d'Anaximandre. (source Gérard Aubry)

Anaximandre était reconnu comme un savant de toute première grandeur ; peu apprécié de Platon, il fascina en revanche Aristote, inspira Hécatée de Milet et Anaximène, et de nos jours Bertrand Russel, Nietzsche ou Heidegger. Son apport est aujourd'hui considéré comme une des plus grandes avancées de l'esprit humain.

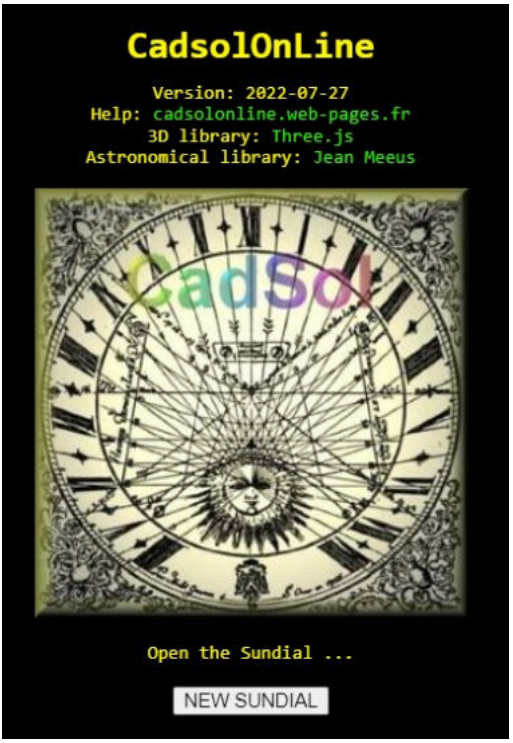
Michèle Tillard michele.tillard@gmail.com, ancienne professeure de lettres classiques en classe préparatoire littéraire, autrice de nombreux ouvrages et de MOOC (cours en ligne) libres et gratuits de grammaire française, latin et grec ancien (voir https://philo-lettres.fr/)

CADSOL DISPONIBLE EN LIGNE !

Jean-Luc Astre

La version Windows du logiciel de cadrans solaires Cadsol est disponible sur SourceForge (https://sourceforge.net/), il y a actuellement 30 à 40 téléchargements par mois. Ce n'est pas négligeable, mais c'est quand même peu satisfaisant. Pourquoi ce nombre relativement faible ? Probablement pour les raisons suivantes :

- il faut télécharger le setup, le lancer, puis passer outre aux avertissements signalant que le programme n'est pas validé par une autorité de certification, ce qui peut être inquiétant pour l'utilisateur. Sans compter que Windows et MacOs deviennent de plus en plus restrictifs pour l'installation de logiciels libres.
- le programme ne s'exécute nativement que sous Windows. PlayOnLinux et PlayOnMac ne donnent pas entièrement satisfaction. Et leur utilisation est assez complexe.
- le compilateur (Delphi) utilisé n'est pas libre de droits, c'est une version gratuite qui peut ne plus exister du jour au lendemain. De plus il est bien moins répandu qu'il y a 25 ans.
- la bibliothèque graphique utilisée (GLScene) est open source, mais elle commence aussi à dater.



Pour ces raisons, il a été jugé pertinent de reprendre le logiciel avec les techniques et les outils actuels :

- mise en ligne du logiciel sur un serveur web (Cadsol devient CadsolOnLine) : rien à télécharger, rien à installer, pas de connexion ni de mot de passe, il suffit d'avoir l'adresse du serveur.
- le programme est écrit en JavasScript. Ce langage de programmation est open-source. C'est un langage objet, évènementiel, non typé, bien normalisé depuis 2019 (par l'ECMA) . C'est un peu verbeux, moins strict que le Pascal ou le C, mais on s'y habitue. L'interpréteur est disponible nativement sur tous les navigateurs modernes (Chrome, Firefox, Safari, Opera ..), sur tous les systèmes d'exploitation actuels (Windows, Linux, Mac, Android, iOS …) et tous les types de terminaux (ordinateurs de bureau, portables, tablettes, téléphones…). Des outils de développement sont téléchargeables facilement et gratuitement.
- le code source est immédiatement disponible dans le navigateur. Il suffit de faire un clic droit avec la souris, puis sur « télécharger le code source ».
- les navigateurs réalisent des traductions automatiques dans toutes les langues.
- génération de fichiers json pour les sauvegardes, de fichiers obj ou stl pour imprimante 3D, de fichiers svg compatibles avec Inscape, Illustrator, PaintShop, Gimp … ainsi qu'avec les logiciels de commande des fraiseuses numériques, des machines de gravure laser, des imprimantes professionnelles grand format (A1, A0, offset, etc.)

Les bibliothèques logicielles JavaScript utilisées par CadsolOnLine sont elles aussi open-source et libres de droits :

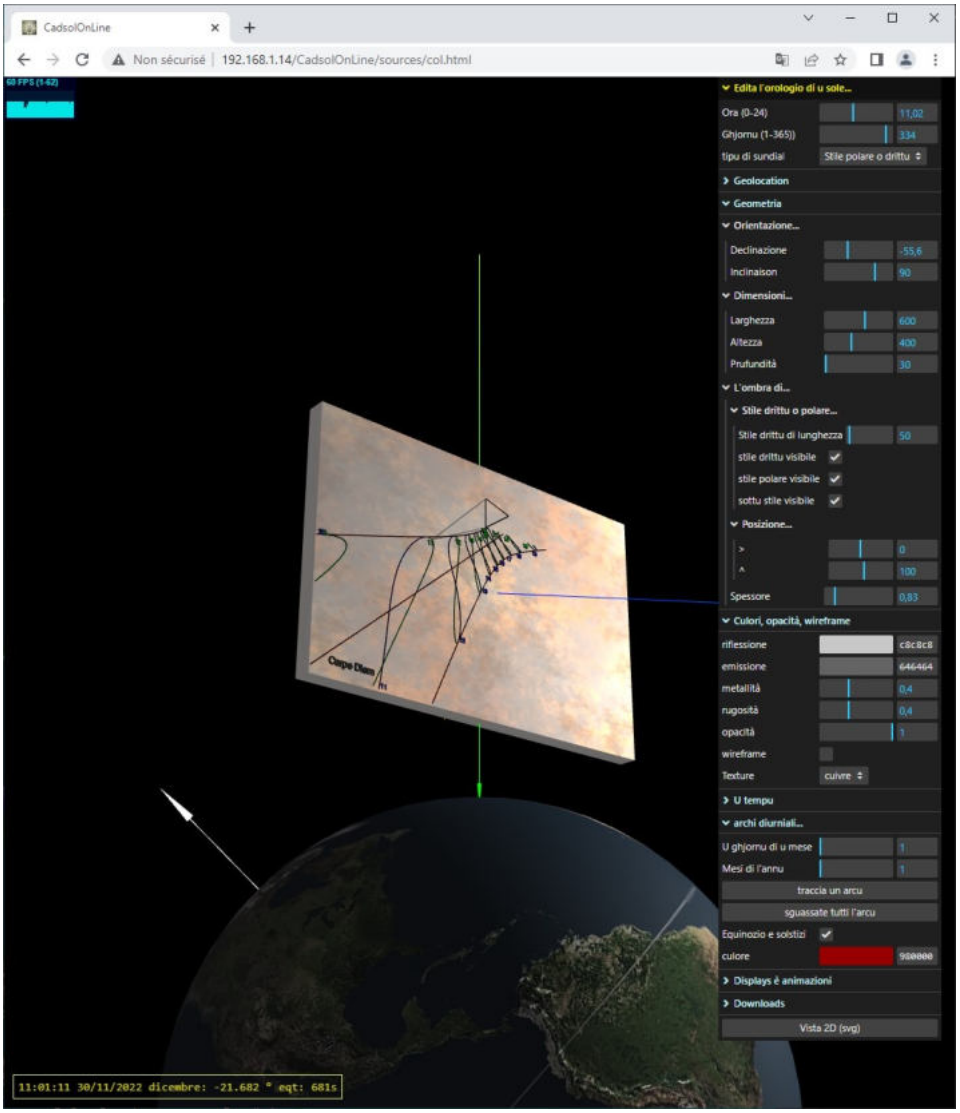
- THREE3D : pour l'affichage en 3D, les animations, la gestion des ombres et des lumières, l'import et l'export des fichiers numériques, 3D et 2D…

- Astronomia : pour tout ce qui est calcul astronomique (déclinaison du Soleil, équation du temps, etc.) Cette bibliothèque est une traduction en JavaScript de l'ouvrage bien connu de Jean Meeus : Astronomical Algorithms (Jean Meeus était membre de la Société astronomique de France),
- L'API lil-dat.GUI : pour l'interface graphique utilisateur.

Tout ce code source est disponible sur gitHub https://github.com/ dans des répertoires en libre accès, avec toutes les fonctionnalités habituelles (chargement et sauvegardes des versions, création de branches, de forks, etc.)

L'objectif, à plus ou moins long terme, est de constituer une communauté de développeurs, testeurs, validateurs et utilisateurs, volontaires pour participer à la création et à l'amélioration d'un logiciel open-source, libre de droits, gratuit, facile d'accès et ouvert à tous : amateurs de cadrans solaires, cadraniers, enseignants, animateurs de club d'astronomie, etc. Il n'y a rien à gagner, sinon l'honneur de participer à un projet culturel et pédagogique, en adhérant aux principes du logiciel libre.

Le logiciel en ligne, la documentation et l'aide sont disponibles sur le site https://cadsol.fr



Capture d'écran montrant une étape du tracé d'un cadran solaire avec CadsolOnLine (le menu est ici en corse, un clin d'œil aux vacances d'été…)

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

TÉMOIGNAGE D'UNE AMATEURE PASSIONNÉE

Monique Turpin

N'allez jamais vous promener au marché de Noël de Strasbourg. Vous risqueriez de trouver sur un des étals un cadran solaire portatif. Il vous fera entrer dans un nouveau monde. C'est ainsi, il y a une quinzaine d'années, que j'ai commencé ma passion pour les cadrans solaires.

J'ai remarqué, enfin, au bout de 12 années, que sur le parcours effectué une fois par semaine, se trouvaient deux cadrans, un solaire et un lunaire, sur la façade d'un hôtel particulier lorrain. Et les questions sont arrivées. De plus en plus de questions. Et les réponses.

S'intéresser aux cadrans solaires vous conduit à tout. A vous poser des questions sur les techniques utilisées, très anciennes, si anciennes que vous voyagez dans le passé, dans l'antiquité, la préhistoire (peut-être), dans le monde entier.

Vous trouverez de beaux objets, minuscules ou grandioses. Ils sont aussi utiles qu'esthétiques. Je vous donne rendez-vous dans la cour de l'hôtel Amelot de Bisseuil, dit des ambassadeurs de Hollande, chez Chanel, où vous y trouverez 7 cadrans restaurés du père Truchet. Amazing ! qu'a dit un des touristes américains qui ne voulait faire qu'un selfie avec les lettres Chanel.

Vous trouverez également les cadrans peints dans des tableaux et des enquêtes historiques débuteront. Le nom du peintre ? Le lieu ? Une guerre ? Une destruction ? Une perte ? Et que s'est-il passé sur cette façade ? Un cadran solaire côté nord qui n'est que rarement fonctionnel ! Si proche du bâtiment des compagnons du devoir dans le 4e arrondissement de Paris. En fait, après enquêtes, vous serez transporté dans le Paris du début du XXe siècle, au milieu des calèches et du brouhaha des colporteurs. Et que dire de la Grosse Berta !

Voyager, non seulement dans le temps, mais dans le monde. Sans le vouloir, vous inventerez des itinéraires qui passeront à côté de cadrans solaires. Où ai-je mis mon smartphone pour consulter l'application de la CCS ? Ah oui, voilà, il est là. Ah ! C'est bien une méridienne, construit au XVIIIe siècle ? Oui c'est ça.

Mais des déceptions arriveront au tournant des visites. Des cadrans disparus, saccagés, prêts à être démolis comme celui de Lyon, que vous prenez en photo, les dernières photos. Il n'existera plus. Vous vous promenez sur la place de la Concorde, l'obélisque sert de gnomon, et vous voyez des ouvriers enlever des plots du cadran. Ils ne savaient pas à quoi servaient ces plots. « Un cadran, où un cadran ? Ah bon ! ». Trop tard, le mal est fait. Ils ont rénové la place de la Concorde. Et que dire de la secrétaire de la mairie du 8e arrondissement de Lyon qui n'a jamais su, pendant 10 ans, qu'elle garait sa voiture à côté d'un cadran solaire. Vous devenez un OVNI parmi vos semblables. Et lorsque vous évoquez la présence d'un cadran solaire sur Mars, alors là, patatras, « C'est qui cette dingue ? ».

Il y a bien entendu des objets connexes comme les instruments maritimes, les astrolabes, les nocturlabes, etc. Vous courrez au musée des Arts et Métiers les contempler et au Louvre, uniquement certains jours de la semaine. Attention, la salle des instruments mathématiques n'est pas accessible tous les jours.

Et que dire de l'étape de la fabrication du premier cadran. Allez on tente. Un bâton, facile à trouver. Ok, d'accord, le Soleil, parfois c'est moins évident. En deux mois de séjour à l'île de la Réunion, entre un cyclone et trois tempêtes tropicales, je n'ai pas réussi à faire un time lapse pour visualiser l'ombre portée du bâton sur le sol. Alors, question, quel est le parcours de l'ombre d'un bâton sur l'île de la Réunion ? *(NDLR: cette question fait l'objet du « problème gnomonique » page 31, dont la solution est donnée page 33 😊)*

Scaphé au Louvre (Paris)

Cadran solaire de l'église Saint-Candide de Bougue (Landes)

Cadran solaire à Bicqueley (Meurthe-et-Moselle)

Cadran solaire à Aubusson (Creuse)

Monique Turpin monique.turpin3@gmail.com alimente le blog http://lecadransolaire.canalblog.com/ dont sont issues les photos ci-dessus de cadrans solaires situés en France.

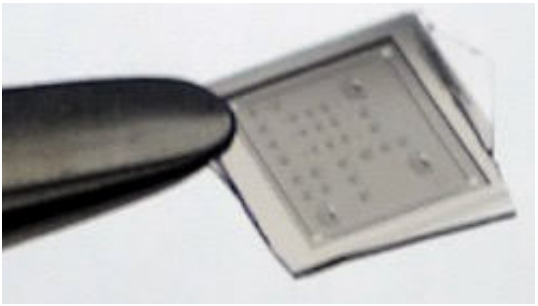
GENÈSE D'UN RECORD

Jeremy T. Robinson et Woody Sullivan

Jeremy T. Robinson (à droite sur le photo) et Woody Sullivan ont été lauréats du « Concours Cadrans solaires pour tous 2022 », dans la catégorie « Le cadran le plus petit » avec leur MicroDial *(voir numéro 4 de ce magazine). Ils nous expliquent ici la genèse de ce record (texte traduit en français depuis le texte original, en anglais, https://bit.ly/3QCAKOn communiqué par les auteurs).*

L'idée émergea au cours d'un voyage en voiture, en famille, l'été dernier (août 2021). Au milieu de discussions allant de la politique aux randonnées en montagne, Jeremy suggéra à Woody « Et si nous combinions nos expertises pour faire un cadran solaire vraiment petit ? ». Nous commençâmes à débattre de la faisabilité d'un tel projet et décidâmes bientôt d'essayer. Woody, un astronome à la retraite passionné de cadrans solaires serait garant des calculs gnomoniques et Jeremy, spécialiste des nanotechnologies, serait en charge de la réalisation du cadran. Ainsi se forma l'équipe beau-père / beau-fils en vue de créer le cadran solaire le plus petit du monde…

Pour réaliser un cadran très petit, nous avions besoin d'un gnomon le plus petit possible et d'une façon de lire l'heure sur une surface minuscule. Comment faire cela ? Les premières idées nous portèrent vers les nanofibres, les microbilles, voire l'utilisation d'un cheveu comme gnomon. Et peut-être intégrer un microscope au cadran afin d'apercevoir l'ombre ?



Des pincettes maintiennent la lamelle du MicroDial (sur laquelle ont été réalisés 30 tracés complets à des fins de test)

L'avancée capitale du projet est venue avec la prise de conscience qu'un cadran beaucoup plus facile à fabriquer n'utiliserait pas un gnomon, mais plutôt une ouverture, un œilleton. De plus, l'emplacement de l'œilleton pourrait être bien défini par l'épaisseur d'une vitre. Les lamelles de verre standard pour les échantillons de microscope peuvent être aussi fines qu'un cheveu humain (0,1 mm) et il existe des techniques pour imprimer par lithographie des lignes ou caractères très fins sur du verre. Un cadran à œilleton pourrait fonctionner dans cette configuration : œilleton sur la surface supérieure et tracé du cadran (lignes horaires et courbes des solstices et des équinoxes) sur la surface inférieure.

Masque du MicroDial posé sur le capteur d'un appareil photo

Mais restait la question de savoir comment lire le cadran, car nous voulions vraiment réaliser un cadran solaire fonctionnel, petit, précis et facilement lisible.

La deuxième avancée consista à réaliser que nous pouvions tout à fait voir le point lumineux transmis à travers l'œilleton du cadran à l'aide d'un appareil photo numérique standard ou, plus précisément, du capteur d'image d'un appareil photo sans ses objectifs. Les tailles typiques des pixels d'un appareil photo sont de 1 à 3 micromètres et le plan focal du capteur se trouve à sa surface.

Problème résolu ! Si l'on imprimait un côté de la lame de verre avec une ouverture soigneusement alignée sur le tracé du cadran de l'autre côté, puis si l'on posait le cadran solaire sur le capteur de l'appareil photo, le point lumineux projeté apparaîtrait au point avec le tracé du cadran et pourrait être facilement lu à l'aide de la sortie standard de la caméra. Les premiers prototypes se révélèrent très prometteurs au soleil. MicroDial était né !

Puis en janvier 2022, Woody découvre fortuitement le concours du plus petit cadran solaire du monde lancé par *Cadrans solaires pour tous*. Il était clair que nous devions participer au concours. Et c'était bien d'avoir une date limite : fin mai !

Nous avons beaucoup appris au cours de la construction d'une demi-douzaine de prototypes : comment manipuler et couper du verre très fin, comment aligner avec précision l'ouverture supérieure et le tracé du cadran inférieur, comment aligner correctement MicroDial sur le capteur de la caméra, comment recueillir des données solaires réelles et vérifier le tracé.

Un autre aspect de la conception de MicroDial est moins évident : le faisceau de lumière solaire traverse le verre, ce qui signifie qu'il est courbé (réfracté), et crée ainsi un tracé sensiblement modifié, surtout lorsque le Soleil est plus bas dans le ciel. Cet effet de réfraction est la raison pour laquelle le tracé du cadran solaire est différent des classiques cadrans horizontaux à œilleton. Le tracé final va de 8 h à 16 h et comprend les courbes des solstices et des équinoxes.

À l'approche de la date limite de soumission, deux tâches restaient à accomplir : finaliser la devise du cadran et choisir la meilleure façon de mettre en valeur la minuscule taille de MicroDial. D'autres membres de la famille, intrigués par le projet, ont proposé leur aide. Le père de Jeremy a fait don d'un de ses poils de moustache… pour montrer la petitesse de MicroDial, et la femme de Woody a suggéré de raccourcir une version antérieure de notre devise à sa forme finale de "Si peu de temps...". De fait, le temps pressait, et notre candidature fut finalement soumise au concours le… 26 mai !

Seul le temps nous dira combien de temps durera le règne de MicroDial en tant que cadran le plus petit…

SPÉCIFICATIONS FINALES
Tracé du cadran (pour une latitude de 38,8 °N) : 0,175 x 0,125 mm
Précision typique de lecture de ± 5 minutes

COMPARAISON DE TAILLES
Tracé du cadran : 1,6 x 1,1 cheveux humains
Environ 100 tracés peuvent tenir sur la tête d'une épingle
Taille de police des chiffres : 0,04 points

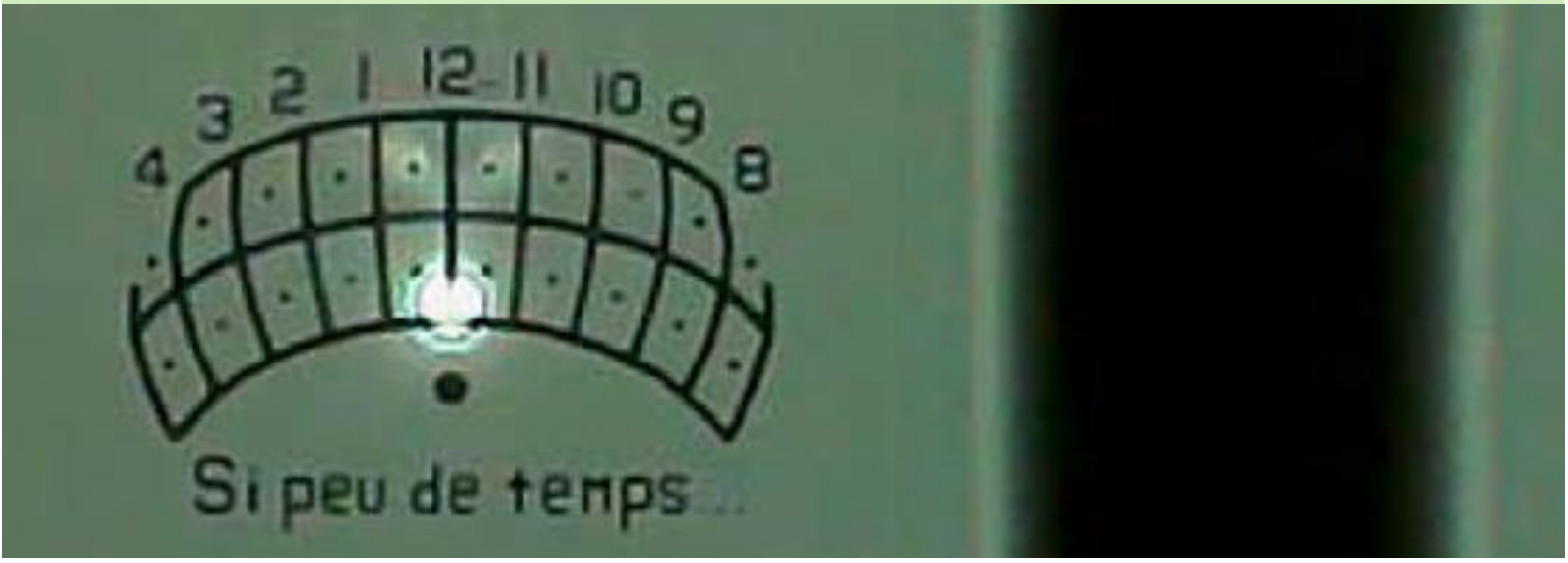
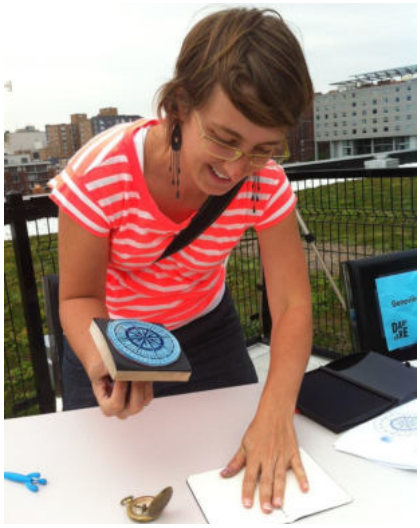


Image du cadran prise à midi solaire le 10 mai 2022, comprenant également (pour l'échelle) l'ombre d'un cheveu humain (d'une largeur de 110 micromètres soit 0,1 mm)

L'ULTIME CADRAN...

Geneviève Massé



C'est par passion, voire par obsession pour le temps qui passe que j'ai atterri dans le merveilleux monde des cadrans solaires en 2004. J'étais à ce moment aux études supérieures spécialisées en Design d'événements, où nous avions à élaborer une programmation pour notre projet de fin d'études.

J'avais choisi le Festival de la Terre qui se tenait aux alentours du 21 juin et l'idée de marquer la journée la plus longue de l'année par une programmation de danse à toutes les heures en était une base. Il s'agissait de faire le design d'une grosse horloge qui allait sonner à chaque heure, pour ensuite faire place à une danse traditionnelle d'un pays du fuseau horaire qui débutait la journée du 21 juin. Comme une danse du Soleil, pour chaque fuseau horaire.

C'est en discutant avec ma colocataire de ce projet qu'elle m'a lancé : « Mais, pourquoi tu fais pas un cadran solaire ?!? » Sans plus tarder, j'ai tapé « cadrans solaires Québec ». J'ai découvert La Commission des Cadrans Solaires du Québec. Quelques jours plus tard, j'avais rendez-vous avec André E. Bouchard, le président et fondateur de la Commission, pour lui partager mon concept de programmation et d'événement.

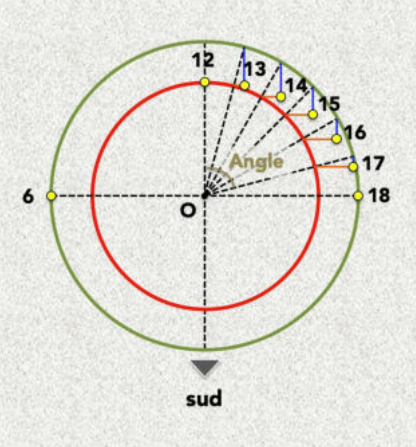
Il m'a ouvert sur un monde parallèle, il m'a enseigné patiemment et avec détermination la gnomonique, il m'a fait voir le monde par ses yeux de passionné. Le projet allait donc devenir la conception d'un cadran solaire analemmatique sur lequel une danse par heure allait prendre place.

Depuis 2004 donc, je n'ai pensé et réalisé que des cadrans solaires analemmatiques, dans plusieurs circonstances et villes, selon plusieurs paramètres et contraintes. Pour moi, c'est l'ultime cadran, car nous devons y participer pour en lire une heure, pour y voir le temps. Ce type de cadran est pour moi à la fois un marqueur de temps et un marqueur de l'esprit, car il nous ramène à notre état d'humain, celui qui a établi les heures telles qu'on les connaît aujourd'hui.

(Extraits du MOOC cadrans solaires https://www.cadrans-solaires.info)

Un cadran analemmatique se rencontre assez fréquemment dans les espaces publics. Sur un sol horizontal sont disposées des marques horaires sur une ellipse. L'ombre d'une personne - ou plus rarement d'un gnomon - placé sur une *ligne-calendrier* (à la bonne date !) au centre du cadran, indique l'heure solaire.

C'est un cadran dont le concept est assez difficile à comprendre mais qui est très facile à tracer ci-contre une étape de ce tracé), dans une cour d'école par exemple, même sans logiciel ! La vidéo suivante vous donne les explications nécessaires : https://www.youtube.com/watch?v=qVcatQEeYDI



Ci-dessus, un cadran permanent que j'ai conçu et qui a été réalisé dans le Parc J.-Émile-Cloutier à Lac Mégantic, une ville qui se situe dans la région sud du Québec près du Mont Mégantic où se trouve aussi l'AstroLab, un observatoire scientifique dans une zone protégée contre la pollution lumineuse (https://www.astrolab.qc.ca/).

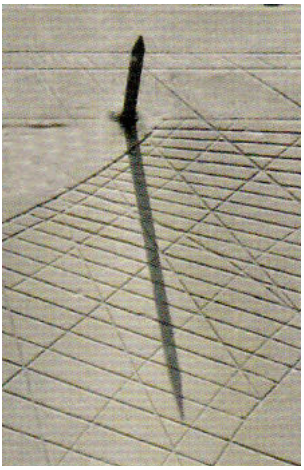
La commande était de remercier la communauté de bénévoles actifs au sein de la Ville en leur offrant un lieu pour eux, qui se nomme la Place des bénévoles.

Le cadran est construit sur une dalle de granit de 18 pieds (6 mètres) de diamètre fabriquée chez A. Lacroix Granit, entreprise de Saint-Sébastien. L'œuvre a été installée par Sylvain Gagnon de l'entreprise méganticoise Monuments Gagnon.

Native de Rivière-du-Loup, Geneviève Massé massegenevieve@gmail.com vit et travaille à Montréal. Artiste conceptuelle et multidisciplinaire, elle entame son parcours par des formations académiques dans le monde du design – intérieur, industriel et événementiel. Forte de ses expériences professionnelles dans le milieu des arts, elle termine une maîtrise en arts visuels et médiatiques à l'UQAM en 2017. Pour plus d'informations : http://cargocollective.com/genevievemasse

UN BÂTON MAGIQUE

Yves Opizzo - Roger Torrenti



Quel instrument de mesure du temps plus simple, plus économique et aussi riche d'informations, qu'un simple bâton planté verticalement dans le sol ?

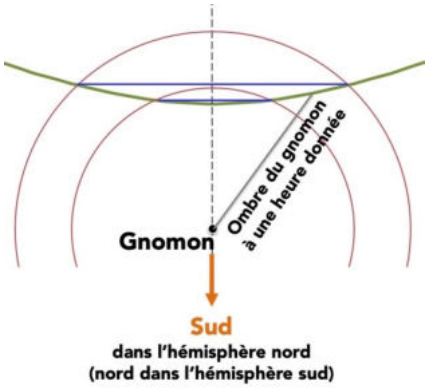
Ce « gnomon » que nos très éloignés ancêtres auraient utilisé pour mieux comprendre le mouvement apparent du Soleil au cours d'une journée ou d'une année, et déterminer ainsi l'occurrence de dates ou le début des saisons.

Ce même gnomon installé sur la Lune (missions Apollo 17) et sur Mars (mission InSight) car l'absence de champ magnétique n'y permet pas l'utilisation de boussoles afin d'orienter correctement certains instruments.

Le mot gnomon (qui a donné naissance au mot gnomonique, science des cadrans solaires) provient du grec ancien ὁ γνώμων, qui désigne ce qui sert de régulateur ou de règle. Dans l'Antiquité grecque le mot désignait l'aiguille du cadran solaire, ou le cadran lui-même (source Bailly).

Installez donc un gnomon (bâton, tige, ou poteau de diamètre réduit, afin que la lecture de son ombre sur le sol soit la plus précise possible) bien verticalement sur un sol horizontal, dans votre jardin, sur votre balcon, dans une cour d'école, ou dans un espace public et découvrons ensemble tout ce que l'on peut déduire de l'ombre portée de ce « bâton magique »…

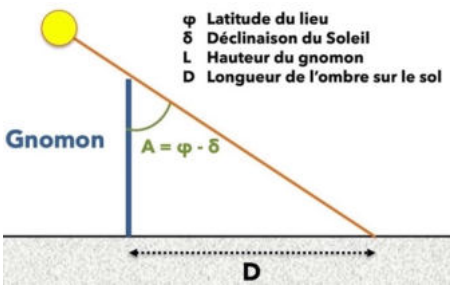
TROUVER LA DIRECTION SUD-NORD



On peut tout d'abord trouver la direction sud-nord par la « méthode des cercles indiens » qu'une vidéo du MOOC cadrans solaires détaille (https://bit.ly/3NCNB0Z). C'est rapide et plus précis qu'une boussole magnétique, surtout si vous tracez les cercles autour des solstices, quand la déclinaison du Soleil varie très peu au cours d'une journée. La direction étant tracée un jour donné, vous bénéficierez toute l'année d'une belle méridienne indiquant, tous les jours (ensoleillés), le midi solaire, l'ombre du gnomon étant dans la direction sud-nord.

Il suffit donc d'une ficelle et d'une craie pour trouver la direction sud-nord et construire une méridienne très précise !

DÉTERMINER LA LATITUDE DU LIEU



Puisque vous venez de trouver la direction sud-nord vous pouvez alors aisément, à midi solaire, déterminer la latitude du lieu où vous avez installé votre gnomon. En effet, à cette heure, l'angle A de la figure ci-contre est égal à φ - δ (ce que l'on peut facilement démontrer).

Or comme A = arctan D/L (propriété du triangle rectangle), on déduit que φ = δ + arctan (D/L).

Mesurez D et L, et lisez la déclinaison du Soleil du jour sur une table comme celle fournie par le MOOC https://bit.ly/3OMDiZ9, et faites alors le calcul (vous avez des outils en ligne comme celui-ci https://bit.ly/3A88WMC pour trouver simplement l'arc tangente d'un angle, noté selon les outils arctan, arctg ou atan).

DÉTERMINER LA LONGITUDE DU LIEU

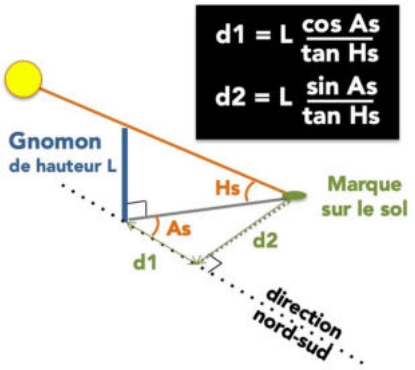
Considérez toujours votre gnomon à midi solaire et ayez en tête la formule de conversion heure solaire – heure légale (voir ce passage du MOOC https://bit.ly/3y3tEdY pour tout savoir sur cette formule). Notez sur votre montre ou votre téléphone l'heure légale TL. Vous déduisez de la formule que la correction de longitude CL est égale à TL - 12 - ET - 1h (si « heure d'été »). Des tables comme celle du MOOC https://bit.ly/3A7UOCR vous donnent l'équation du temps ET pour le jour d'observation. Vous obtenez alors une valeur de CL égale par exemple à 40 min soit 10° de longitude (1 h correspond à 15° d'écart de longitude). Si la mesure est effectuée en France métropolitaine, qui a pour fuseau de référence 15°E, la longitude sera de 15° - 10° = 5°E.

Les fans de Jules Verne auront sûrement noté que les 3 étapes ci-dessus sont celles que les naufragés de l'Ile mystérieuse suivent pour déterminer dans quelle partie du globe les a entraînés leur ballon pris dans une tempête de 4 jours…

COMMÉMORER UNE DATE OU UN INSTANT PARTICULIER

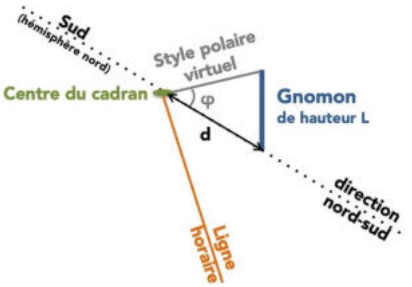
Vous pouvez indiquer une marque sur le sol au niveau de la ligne de midi pour célébrer une date qui vous tient à cœur : l'anniversaire de votre bien aimé·e, le jour de la fête nationale, le jour des « grandes vacances », etc. Utilisez les mêmes propriétés, à midi solaire, que celles déjà vues pour déterminer la latitude du lieu mais choisissez pour δ la valeur de la déclinaison du Soleil pour la date considérée (reportez-vous à la table relative à la déclinaison du Soleil pour la trouver). Vous pourrez alors calculer la distance D à laquelle installer votre marque sur le sol grâce à la formule D = L tan (φ - δ).

Vous pouvez également indiquer sur le sol un évènement (date et heure) qui vous tient à cœur. Il vous faudra alors déterminer (par exemple avec cet outil en ligne https://bit.ly/3QO6PDr) à quels azimut As et hauteur Hs du Soleil correspondent, à votre latitude, les date et heure choisies. Il s'agira alors de tracer une marque sur le sol, aux distances d1 et d2 du pied du gnomon, selon le schéma ci-contre (les formules se déduisant des propriétés du triangle rectangle). Attention cependant : le Soleil est, sauf aux solstices, à un azimut et à une hauteur donnés 2 fois dans l'année : il conviendra donc d'ignorer « l'autre date » et de ne vous émerveiller qu'à la bonne date, lorsque l'ombre de l'extrémité du gnomon se posera sur la marque…



LIRE L'HEURE SOLAIRE

On peut enfin transformer ce gnomon en cadran horizontal en considérant que l'extrémité du gnomon coïncide avec celle d'un style virtuel d'un cadran horizontal classique, dont le style polaire est donc incliné sur le sol d'un angle égal à la latitude φ du lieu. Pour tracer les lignes horaires de ce cadran horizontal (à partir du centre du cadran situé à une distance d = L / tan φ du pied du gnomon, voir schéma ci-contre) utilisez : un logiciel (voir https://bit.ly/3bvbdqL), un tracé à la main grâce aux formules donnant l'angle par rapport à la méridienne de chaque ligne horaire, ou plus simplement un tracé à la montre (ne nécessitant qu'une montre et la formule de conversion heure solaire – heure légale, voir https://bit.ly/3NFIZXX).



Et vous pouvez faire bien d'autres choses avec ce « bâton magique » mais le format des articles de ce magazine ne permet pas d'aller plus loin… N'hésitez pas à partager vos idées sur le forum du MOOC ! (https://bit.ly/3u6P60l)

Yves Opizzo et Roger Torrenti ont en commun (entre autres…) d'être nés à Nice et d'être passionnés depuis longtemps par la gnomonique…

LES HEURES AU FIL DU TEMPS

Pierre-Louis Cambefort

Nous nous intéresserons, dans cet article, à la notion d'heures en tant que durée, et laisserons de côté la notion même du temps, qui est une grande énigme pour nous tous…

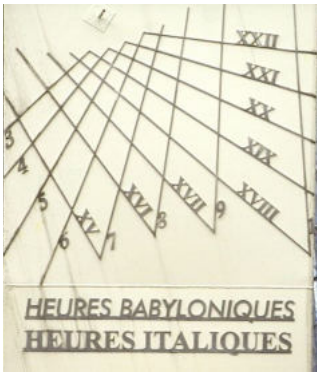
Depuis l'Antiquité jusqu'à la fin du Moyen-Âge, les heures étaient comptées à partir du lever du Soleil et la durée du jour était divisée en 12 heures (division attribuée par certains aux Babyloniens, par d'autres aux Égyptiens), quel que soit le jour de l'année. Il s'agissait donc d'heures inégales ou heures temporaires encore appelées antiques, bibliques, judaïques ou saisonnières. En outre, midi étant toujours la 6e heure, comme le lever du Soleil est donné par la formule cos H = - tan φ . tan δ (où H est l'heure solaire comptée à partir de midi, φ la latitude du lieu et δ la déclinaison du Soleil pour la date considérée), la durée du jour est donc fonction de la latitude du lieu considéré. Sous nos latitudes, les heures peuvent varier de 40 minutes au solstice d'hiver à 1 h 20 min au solstice d'été, et ne sont identiques à nos heures égales actuelles (de 60 min) qu'aux équinoxes, d'où bien sûr le nom d'heures inégales données à ces heures.

La notion de style polaire (parallèle à l'axe de rotation terrestre) n'étant pas conceptualisée pas à cette époque, il était très difficile de lire l'heure aux alentours du lever ou du coucher du Soleil, à l'aide de l'ombre de l'extrémité d'un gnomon sur un cadran plan, d'où l'utilisation de cadrans sphériques, ou tronconiques, appelés polos ou scaphés dans la Grèce antique.

Nous ne pouvons pas parler d'heures inégales sans évoquer les cadrans canoniaux, (*mass dials* ou *scratch dials* en anglais) qui ont été généralement installés entre le VIIe et le XIVe siècle sur les façades orientées sud d'édifices religieux. Ce sont en général des demi-cercles, avec des rayons, équipés au centre d'un gnomon horizontal. Suivant l'orientation du Soleil, l'ombre du gnomon recouvre l'un des rayons. Il est possible d'attribuer à chacun de ces rayons des heures canoniales, ou heures de prières ou heures d'offices religieux, qui sont bien sûr des heures inégales.

Puis sont apparues à partir du XIVe siècle, avec les cadrans solaires à style polaire (ci-contre l'astrologue au cadran solaire de la cathédrale de Strasbourg) puis les horloges mécaniques, les heures égales (de 60 min), connues cependant depuis l'Antiquité sous le nom d'heures équinoxiales.

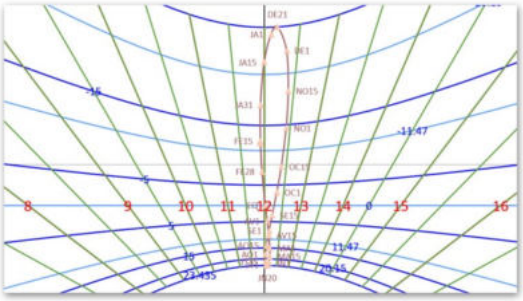
Nous pouvons également rappeler qu'en 1793, en France, la Convention adoptait les heures révolutionnaires comptées selon un systèmes décimal (10 heures de 100 min, chaque minute comprenant 100 s) de minuit à minuit (il était donc 5h à midi) mais que l'expérience sera suspendue au bout de deux ans, étant définitivement abolie par Napoléon. Nous ne pouvons citer enfin que brièvement ici les heures planétaires qui sont des heures inégales auxquelles on attribue la dénomination d'une planète et qui ont cependant fait l'objet de quelques réalisations gnomoniques intéressantes.



Revenons aux heures égales pour rappeler tout d'abord que les cadrans solaires à heures égales n'indiquent pas tous les heures solaires que l'on lit traditionnellement sur un cadran solaire mais peuvent indiquer des heures babyloniques, comptées à partir du lever du Soleil ou des heures italiques, comptées à partir du coucher du Soleil (les heures italiennes étant elles décalées de 30 min par rapport aux heures italiques : origine = coucher du Soleil + 30 min).

Donc les heures solaires qu'indique un cadran solaire seraient des heures égales de 60 min ? Non, bien entendu, car intervient une correction familière à la plupart d'entre vous : l'équation du temps.

Le jour solaire vrai, en un lieu déterminé, correspond en effet à la durée séparant deux passages consécutifs du Soleil au méridien du lieu choisi, et un cadran indique bien le temps solaire vrai ou heure solaire vraie longtemps appelée l'heure locale. Mais ce jour solaire vrai n'est pas constant et égal à 24 h tous les jours de l'année. L'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre sur le plan de l'écliptique (obliquité) et le côté elliptique de l'orbite de la Terre autour du Soleil (vitesse de révolution différente le long de l'orbite) conduisent à un écart, variable, entre le jour solaire vrai et le jour solaire moyen (de 24 h), écart appelé équation du temps. Pour l'année 2022, l'équation du temps dépasse 14 min vers la mi-février et est aux alentours de -16.5 min début novembre, mais ses variations sont très faibles au cours des années.



Cadran solaire horizontal avec un analemme (courbe en 8) au niveau de la ligne de midi afin de corriger l'heure avec l'équation du temps

En outre, il n'est pas midi solaire en même temps en tout point du globe (uniquement en tout lieu d'un méridien) et pour passer de l'heure solaire à l'heure légale (celle de nos montres) il faudra procéder également à une correction de longitude, voire à une autre correction si nous sommes en heure d'été.

TL = TS + ET + 1h (si « heure d'été ») + CL

avec :

TL : heure légale (celle de nos montres)

TS : heure solaire (lue sur le cadran)

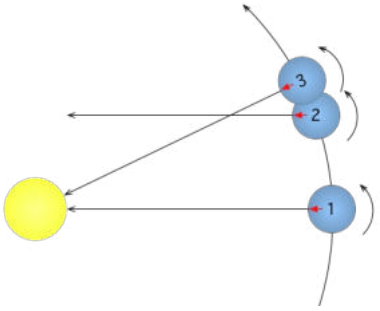
ET : valeur de l'équation du temps au jour considéré (à lire sur un schéma ou une table)

CL : correction de longitude (positive si le cadran est situé à l'ouest du méridien de référence du fuseau horaire, négative s'il est situé à l'est de ce méridien).

Formule de conversion heure solaire – heure légale

Cette heure légale, dans les différents pays du globe, a pour base de temps l'échelle UTC (temps universel coordonné). Le temps local, dans chacun des 24 fuseaux horaires, est défini à partir du temps UTC (temps local du fuseau horaire passant par le méridien de Greenwich) en ajoutant (vers l'est) ou en retranchant (vers l'ouest) 1h par fuseau horaire. L'heure est par exemple de UTC+1 dans le fuseau horaire centré sur le méridien 15°E et de UTC-2 dans celui centré sur le méridien 30°O). La France, comme de nombreux pays européens, a choisi pour fuseau de référence 15°E, et partage ainsi un même temps légal, l'heure normale d'Europe centrale (Central European Time en anglais).

Mais revenons au jour solaire moyen de 24 h et à son heure solaire moyenne, basé sur le passage moyen du Soleil au méridien (position 1 et 3 sur le schéma ci-contre). Mais quelle est la valeur du jour sidéral (positions 1 et 2 ci-contre) correspondant à la rotation de la Terre dans un repère absolu ? Elle est de 23 h 56 min 4 s et l'on pourrait aborder les cadrans solaires à heures sidérales, voire à heures planétaires, à heures de Nüremberg, etc. mais la limite de texte choisie pour les articles de ce magazine ne nous le permet pas...



Pierre-Louis Cambefort, ingénieur, artiste, et gnomoniste a été présenté en détail dans le n°1 du magazine, section « Parole à un gnomoniste ».
pierre-louis.cambefort@orange.fr

ÉQUATION DU TEMPS ET SOLSTICES

David Alberto

Les solstices d'été et d'hiver se produisent généralement[1] les 21 juin et 21 décembre, respectivement. Dans l'hémisphère nord, au solstice d'été, la durée du jour est maximale (environ 16 heures à Paris), alors qu'elle est minimale le 21 décembre (8 heures environ).

On pourrait a priori penser que c'est à ces dates que les heures de lever et de coucher du Soleil atteignent des valeurs extrêmes, or il n'en est rien, comme le montre la figure1.

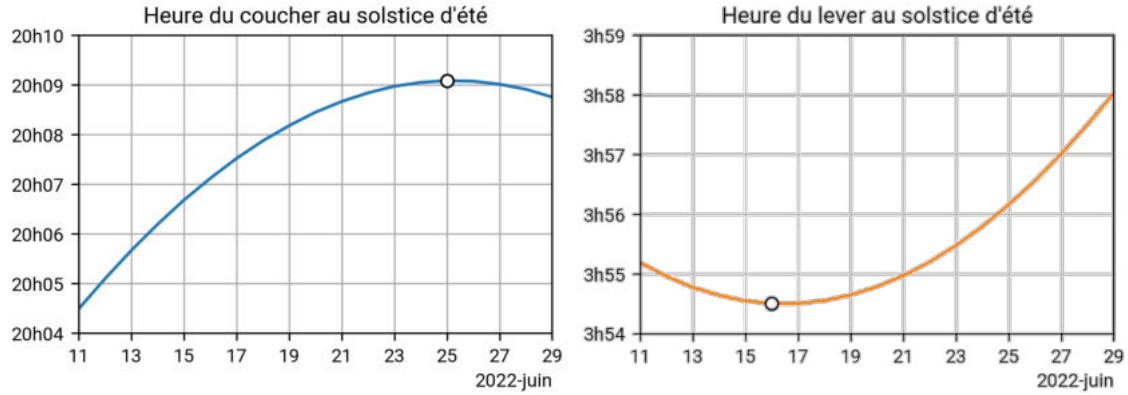


Fig.1 - Courbes des heures de lever et de coucher du Soleil, en juin 2022 (données éphémérides de l'IMCCE, pour la latitude 49,5°N et la longitude 0°, en Temps Universel). En juin, l'heure minimale de lever du Soleil se produit le 16 et non le 21. Le Soleil se couche le plus tard le 25.

L'explication est à trouver dans la distinction entre le temps solaire vrai et le temps moyen. Le temps solaire vrai définit « midi » comme l'instant de passage du Soleil au méridien. C'est le temps indiqué par la plupart des cadrans solaires. Mais en réalité, dans sa course apparente autour de la Terre, le Soleil ne se déplace pas constamment à la même vitesse. De plus, son mouvement annuel s'inscrit dans le plan de l'écliptique, alors que l'heure est définie dans le plan de l'équateur. L'avènement des horloges mécaniques a obligé à définir pour notre heure légale un temps régulier, ou temps moyen. On imagine donc un soleil fictif, se déplaçant dans le ciel à vitesse constante ; ce soleil fictif est parfois en retard, parfois en avance sur le Soleil vrai. Le décalage résultant de deux causes précédentes est l'*équation du temps (figure 2)*

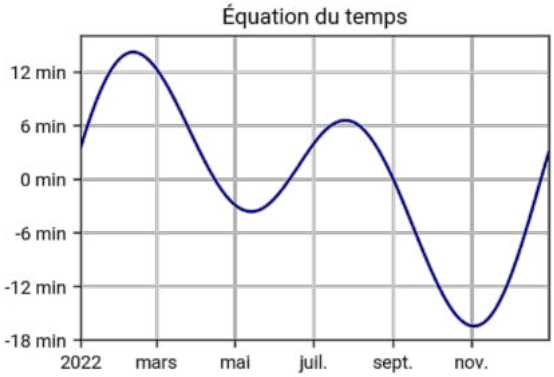


Fig.2 - L'équation du temps varie de +14 min à -16 min durant l'année. Quand elle est positive, le temps solaire vrai est en retard sur le temps moyen, et inversement. Elle n'évolue que très lentement au fil des décennies.

Les heures en Temps Universel données par la Fig.1 se réfèrent à ce temps moyen et non à la position réelle du Soleil. On peut le constater en observant les heures de passage du Soleil au méridien (Fig.3 page suivante).

[1] Voir https://www.imcce.fr/newsletter/medias/2022/06/docs/Solstice_ete_2022.pdf

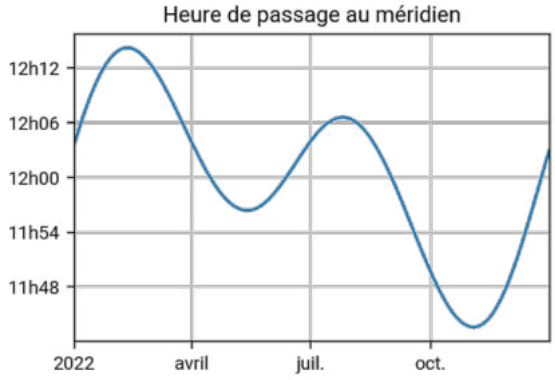


Fig. 3 - L'heure de passage du Soleil au méridien se produit tantôt avant, tantôt après le midi en Temps Universel. En soustrayant 12 heures à ces valeurs, on obtient la figure 2.

$$T_{\text{légal}} = \text{UTC} + F_{(1\text{ h ou }2\text{ h})}$$

avec :
UTC : Temps Universel Coordonné
F : correction de fuseau horaire

$$T_{\text{solaire vrai}} = \text{UTC} - \text{EdT} - L$$

avec :
EdT : équation du temps
L : correction de longitude

Relations relations entre le temps légal en France, le Temps Universel Coordonné et le temps solaire vrai.

Les courbes présentées ici ont été calculées pour la longitude 0°, donc une correction de longitude L = 0.

À partir des courbes de lever et coucher de l'IMCCE, on peut retrancher l'équation du temps, pour obtenir ce que donneraient ces heures en temps vrai. (Fig.4 et 5).

On constate que le minimum de la courbe de lever se produit effectivement le 21 juin. Mais puisque l'équation du temps augmente tout au long du mois de juin, la courbe de lever en temps moyen est déformée et commence à augmenter dès le 16, jour où le Soleil se lève le plus tôt. Pour la courbe de coucher, la même cause entraîne un report du maximum de la courbe depuis le 21 vers le 25 juin.

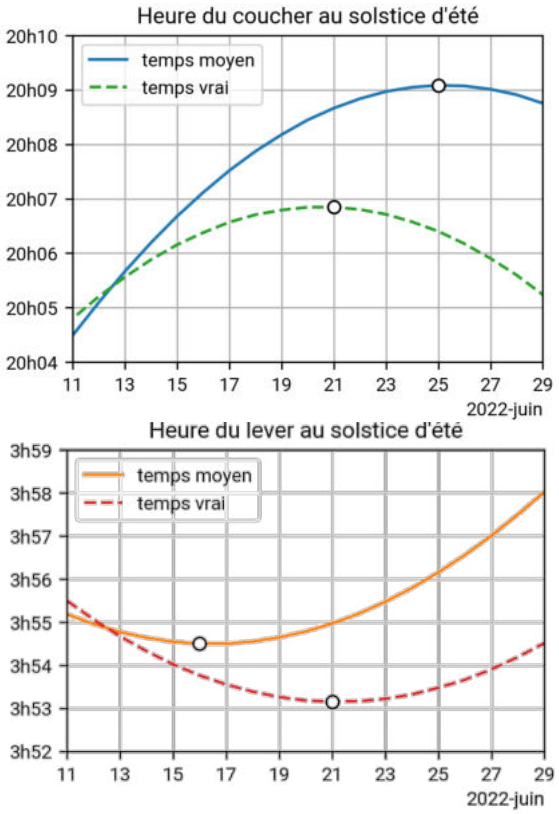


Fig.4 - Heures de lever et de coucher du Soleil autour du solstice d'été (longitude 0°), en Temps Universel («temps moyen») et après avoir retranché l'équation du temps («temps vrai»).

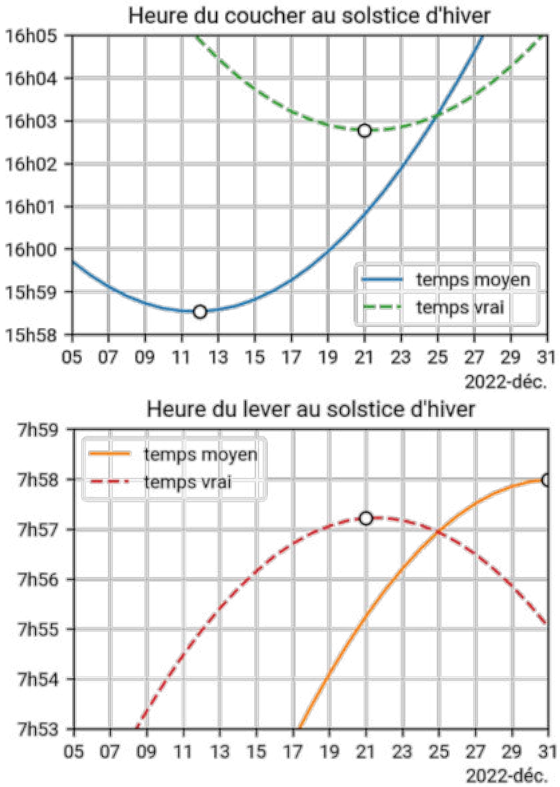


Fig.5 - Au voisinage du solstice d'hiver (conditions identiques à celles de la Fig.4). L'équation du temps est négative et augmente pour s'annuler le 25 décembre. En temps vrai, les extrema des courbes se produisent le 21 décembre, mais l'équation du temps décale le maximum du lever au 31 décembre, et le minimum du coucher au 12 décembre.

L'heure du coucher en 2022 est maximale à la fois le 20 et 21 juin. Comme entre ces dates l'heure de lever diminue légèrement (de 1,8 secondes !), la durée du jour est bien maximale le 21.

En résumé, les solstices sont bien les dates où les durées du jour atteignent des valeurs extrêmes.

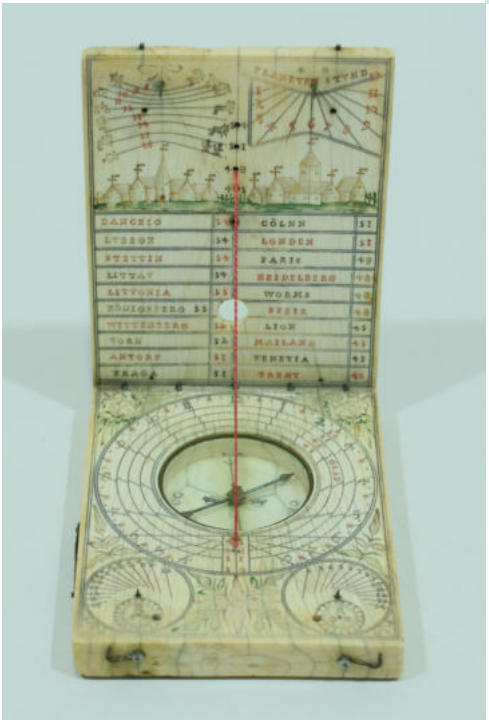
En ce qui concerne les heures de lever et de coucher du Soleil, les valeurs extrêmes sont atteintes quelques jours avant ou quelques jours après la date des solstices, ce décalage s'expliquant par l'équation du temps.

DONNÉES UTILISÉES : les calculs d'éphémérides ont été réalisés par l'outil de calcul des éphémérides de l'IMCCE à travers son portail Système solaire https://ssp.imcce.fr.

Professeur de physique-chimie en lycée, David Alberto s'est lancé dans l'astronomie à l'occasion d'une école d'été du CLEA, et développe le site www.astrolabe-science.fr dont la partie « Cadrans solaires » intéressera les lecteurs de ce magazine !

RENCONTRE AVEC UN ANTIQUAIRE SPÉCIALISÉ

Éric Delalande



Bonjour Éric, merci de nous recevoir dans votre Galerie Delalande. Avant tout, pourriez-vous vous présenter et dire quelques mots à propos de votre galerie : quand a-t-elle été fondée, où se situe-t-elle, quels types d'objets antiques y trouve-t-on ?

La Galerie Delalande a été fondée en 1978 par mon père Dominique qui était, et est resté toute sa vie, collectionneur d'objets de marine et de sciences. Notre galerie principale est située au 35 rue de Lille - 75007 Paris et nous en avons une seconde localisée à 40 mètres au 8 rue de Beaune.

Nous avons plusieurs spécialités : les objets de marine et de sciences, les objets du tabac et de l'opium, les cannes de collection et les curiosités. Nous sommes très pointus dans toutes nos spécialités et recherchons en permanence des objets de qualité pour nos clients (musées et collectionneurs) à travers le monde.

On peut aujourd'hui non seulement construire son cadran solaire mais également en acquérir, pour soi-même ou pour offrir, chez des cadraniers professionnels bien sûr mais également dans des marchés aux puces ou chez des antiquaires, lors de ventes aux enchères ou encore en ligne sur des sites tels que Amazon ou eBay, où l'on trouve des cadrans récents ou anciens, plus ou moins élaborés, dans une gamme de prix assez large. Comment vous positionnez-vous par rapport à cette offre ? Quelle est votre spécialité précise en termes d'instruments de mesure du temps et plus précisément de cadrans solaires ?

Effectivement, il est possible aujourd'hui pour un collectionneur de trouver des cadrans solaires modernes ou anciens dans différents endroits, qu'ils soient virtuels ou pas.

Ayant plusieurs clients qui se sont fait escroquer en achetant des faux sur des sites Internet, je recommande toujours de demander un certificat d'authenticité établi par un expert reconnu. De notre côté, tous nos clients reçoivent, lorsqu'ils achètent un objet chez nous, un certificat d'authenticité réalisé en tant qu'expert auprès de la Compagnie Nationale des Experts (C.N.E.).

Notre positionnement est très clair : nous n'achetons pas nos objets en salles de ventes, nous le faisons uniquement auprès de collectionneurs privés français et étrangers (Europe et Etats-Unis).

Et, tant concernant les cadrans solaires que les sabliers, nous nous recherchons toujours des modèles « différents » que cela soit en termes de période, de forme, de matériau, de signature, etc.

Quels sont vos clients, que recherchent-ils ?

Si on ne parle que des cadrans solaires, il y a plusieurs types de collectionneurs :

- Les collectionneurs d'objets de marine et de sciences qui vont chercher à avoir un ou deux cadrans solaires pour avoir une collection complète.
- Les collectionneurs d'objets de sciences qui vont avoir des cadrans solaires de types différents qui seront en compagnie d'astrolabes, nocturlabes, microscopes, etc.
- Les collectionneurs de cadrans solaires uniquement qui vont rechercher à avoir une diversité pour leur collection.
- Les collectionneurs de cadrans solaires qui vont se concentrer sur une particularité ou bien un matériau (l'ivoire par exemple).

Nous vendons également à des musées internationaux qu'ils soient « généralistes » ou bien spécialisés sur le *Temps*. Ces derniers recherchent principalement la très très grande qualité avec une provenance importante.

Pouvez-vous nous donner quelques exemples de beaux cadrans solaires qui sont passés par vos mains, déjà vendus ou à la vente, et le prix auquel ils ont été ou devraient être cédés ?

Vous trouverez dans ces deux pages quelques photos de beaux cadrans avec des époques, des formes, et des matériaux différents. Il est toujours difficile de parler de prix mais il y a des cadrans solaires à plusieurs milliers d'euros, à plusieurs dizaines de milliers d'euros voire même plusieurs centaines de milliers d'euros.

Il y a quelques années le cadran solaire de Louis XV s'est même vendu 2,2 millions d'euros !

Comment se porte ce marché aujourd'hui ?

Le marché se porte bien, il y a une demande importante des collectionneurs et des conservateurs de musée pour les cadrans solaires de qualité.

Depuis notre exposition « Cadrans solaires / Sundials » organisée en 2013/2014 durant laquelle nous avons exposé 155 cadrans solaires (ce qui avait été une première mondiale à l'époque), nous sommes la référence internationale sur ces objets autour du Temps. Le livre écrit en français/anglais que nous avons publié à cette occasion a été, et reste, près de dix ans après l'exposition, un grand succès et nous avons d'ailleurs récemment été obligé d'en imprimer 500 nouveaux exemplaires.

Pour en savoir plus sur la Galerie Delalande, et contacter l'auteur
http://www.antiquites-delalande.fr/

LA PAROLE À UN GNOMONISTE

Riccardo et Andrea Anselmi

En 1983, à l'âge de 48 ans, j'étais sur la terrasse de ma maison à Saint-Vincent (Vallée d'Aoste, Italie), comme cela m'arrivait presque quotidiennement quand, soudain et pour une raison inconnue, j'eus le désir d'avoir un cadran solaire sur le mur que je regardais. Étant alors néophyte en gnomonique, j'ai tout de suite pensé à me tourner vers un spécialiste. Les jours suivants, la recherche d'un gnomoniste s'est vite avérée être une perte de temps : je n'avais trouvé personne de qualifié et beaucoup de personnes interrogées ignoraient même complètement l'existence de ces garde-temps anciens…

J'ai alors découvert qu'en Italie, à cette époque, il y avait très peu de gens qui s'intéressaient à la gnomonique, peut-être moins d'une dizaine. Comptant sur mes connaissances en mathématiques acquises au lycée puis dans une formation d'ingénierie, j'ai décidé alors de me consacrer à la gnomonique.

J'ai principalement utilisé la géométrie analytique de René Descartes dont le nom latinisé, *Cartesius,* est celui que j'ai choisi pour mes programmes écrits en langage Basic avec l'aide précieuse d'un ordinateur Commodore 64 ! Après la partie théorique j'ai préféré réaliser mon premier cadran solaire avec plaque, tige de fer, et décorations en cuivre (plutôt que de le peindre), profitant de la collaboration d'un forgeron et d'un artisan locaux. C'était un cadran solaire de dimensions appréciables puisque le style droit mesurait environ 90 cm de long. Ceci est le début d'une merveilleuse histoire qui m'accompagne encore, donne un sens à ma vie car elle comble les lacunes qui vont avec l'âge avancé.

Quoi de mieux que de s'intéresser à une matière qui avait atteint par le passé des niveaux d'excellence extraordinaires, tant en France qu'en Italie, pour ensuite connaître un déclin entre les deux guerres mondiales ? En Italie, il n'y avait même pas de livres modernes qui en parlaient. Lorsque mon fils Andrea, expert en informatique, s'est joint à moi pour créer ces logiciels que je n'étais pas capable de développer, nous avons pu créer de nombreux programmes qui sont encore utilisés dans le monde entier par des gnomonistes de toutes nationalités (voir http://www.anselmi.vda.it/home.fra.htm).

De 1983 à 2022, j'ai réalisé plus de 100 cadrans solaires, relevant souvent le défi de la complexité alléchante propre à la solution mathématique nécessaire pour tracer les graphiques.

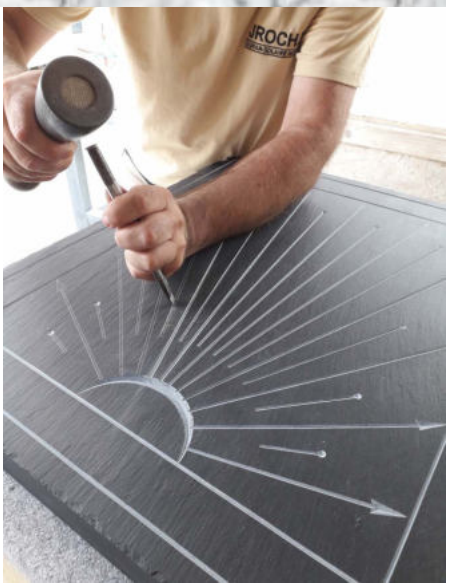
Parmi les cadrans que j'ai réalisés : trois cadrans à réflexion, deux bifilaires avec caténaire, un grand cadran conique et certains cylindriques. Mais malgré l'obtention de ces brillants résultats, mon cœur est toujours tourné vers ma première réalisation (photo ci-contre) qui, comme le premier amour, ne s'oublie jamais.

Je suis membre de la Commission des cadrans solaires, et ai écrit d'innombrables articles dans des revues italiennes, françaises et catalanes.

Mes recherches en gnomonique et la passion qui les nourrit persisteront tant que l'âge et la santé me le permettront…

Riccardo Anselmi riccardo@anselmi.vda.it

LA PAROLE À UN CADRANIER



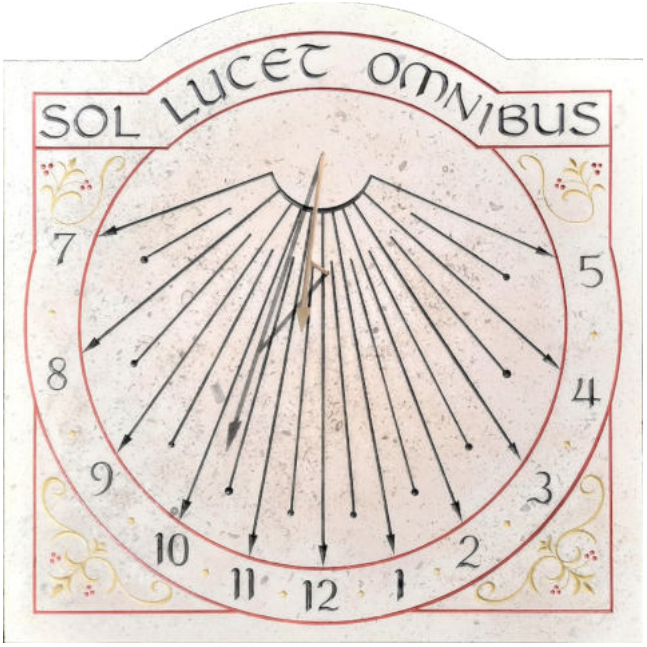
Mon premier métier, que j'exerce depuis 25 ans, est appareilleur aux monuments historiques : je réalise tous les plans et les panneaux de taille pierre, dont l'art du trait (la stéréotomie). Je participe donc à la restauration de divers monuments dans tout l'ouest de la France.

La première fois que j'ai réalisé un cadran solaire, c'était en section Gravure où on avait des cours sur le tracé des différents cadrans solaires. J'ai toujours réalisé des cadrans solaires tout au long de ma vie. J'aime la complexité du tracé, qui se trouve en fin de compte très logique, sur un sujet simple, le soleil de chaque jour.

Les formations que j'ai suivies : un CAP taille de pierre dans le granit, un CAP en gravure ornementation, une mention en ornementation mise au point sculpture (reproduction des modèles du Louvre), un brevet professionnel en taille de pierre Monument Historique à l'occasion duquel j'ai parcouru toute la France.

Depuis 2016, j'ai créé mon entreprise de gravure sur pierre JROCH.M pour la conception et la restauration de cadrans solaires (https://cadran-solaire-normand.fr/). Mon but est de réaliser des cadrans solaires en pierre entièrement personnalisés, par leur forme, leur gravure, leur ornementation et leur couleur, ce qui donne à chacun son authenticité. Je conçois en tenant compte de la déclinaison des murs pour leur précision. Les matériaux utilisés sont des pierres naturelles. Mon travail est de faire que les clients repartent avec un cadran solaire de style ancien ou moderne qui s'accorde avec leur extérieur. Que ce soit sur le mur d'une maison ancienne ou neuve et dans le jardin. La réalisation est entièrement artisanale et la gravure est effectuée à la main, ainsi que la peinture.

J'ai eu le plaisir de restaurer différents cadrans solaires sur des édifices classés « monument historique de France », dont la méridienne de l'église Saint-Pierre de Caen. Elle a été une grande découverte pour la ville et sa restauration fut réalisée en collaboration avec l'architecte des monuments historiques.



Le métier de cadranier est une vraie passion, que j'aime partager à l'occasion de différents évènements, tels que les journées des métiers d'art, du patrimoine ou médiévales. Cet échange permet de faire découvrir l'art des cadrans solaires, de les remettre au goût du jour, de montrer qu'ils n'appartiennent pas à une autre époque et que l'on peut tous avoir un cadran solaire sur sa maison pour la lecture du temps présent et en profiter avec ses amis.

Je suis basé dans le Calvados, en Normandie, une région très riche en monuments et florissante en cadrans solaires. Je vous invite à venir les découvrir : CARPE DIEM !

Jean-Roch Moreau contact@jrochm.fr

ZOOM SUR...

UN CADRAN SOLAIRE

Ce cadran monumental est l'un des rares cadrans solaires répertoriés en Nouvelle-Calédonie, dans l'océan Pacifique sud. Il est situé dans le parc municipal Jacques Wawanabu de Nouméa. C'est l'ombre de la corne de la licorne (haute de 3,50 m et réalisée par le sculpteur Adjé) qui indique les heures sur une surface bétonnée où sont tracés lignes horaires et arcs diurnes.

UNE CARTE POSTALE

Carte postale, en vente sur eBay, représentant les remparts de la Ville Close de Concarneau (Finistère, France) dotés, depuis 1853, d'un cadran solaire.

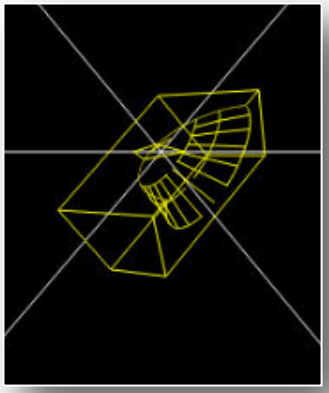
UN TIMBRE

Timbre, en vente sur le site delcampe.net, représentant l'Intihuatana de Machu Picchu au Pérou, rocher taillé au sommet du site inca qui avait moins pour fonction de donner l'heure solaire que d'indiquer des dates particulières (solstices, équinoxes) qui étaient l'objet de cérémonies rituelles.

UNE VIDÉO

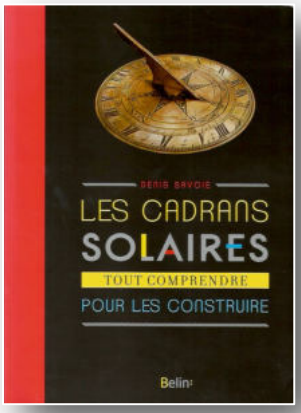
Une intéressante vidéo de Joël Petit, professeur de physique-chimie, destinée aux élèves de collège et donnant les clés pour concevoir et construire un cadran équatorial. Aller sur https://bit.ly/3P8Uzff ou flasher le QR code.

ZOOM SUR...



UN LOGICIEL

Vous avez été intéressés par les cadrans coniques romains à heures temporaires évoqués dans le précédent numéro du magazine? Vous pouvez en tracer un en quelques clics (et même imprimer un tel cadran et l'assembler) grâce au programme en ligne *Cartesius Web* de Riccardo Anselmi http://www.anselmi.vda.it/home.fra.htm#software.
Et ce programme en ligne, gratuit, vous permet de tracer bien d'autres types de cadrans solaires, verticaux et horizontaux, analemmatiques ou cylindriques, à réflexion, etc. A consommer sans modération, même par les débutants !



UN LIVRE

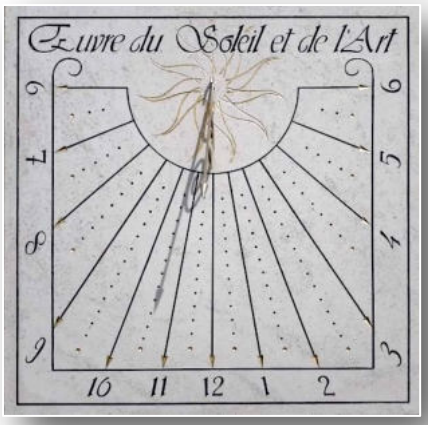
Les cadrans solaires : tout comprendre pour les construire. Un livre du gnomoniste Denis Savoie, paru aux éditions Belin en 2015, dans lequel il a su, par un contenu adapté, de nombreuses illustrations et une belle mise en page, mettre un domaine difficile à la portée de tous. Prix de vente 19,50 €.

$$\cos(DJ/2) = -\tan DS \cdot \tan LAT$$

DJ : durée du jour
DS : déclinaison du Soleil pour le jour considéré
LAT : latitude du lieu

UNE FORMULE

La durée du jour DJ se déduit facilement de la formule ci-contre ce qui permet bien entendu, DJ étant connue, de déterminer les heures de lever (12 h - DJ/2) et de coucher (12 h + DJ/2) du Soleil !



UNE DEVISE

Œuvre du Soleil et de l'art. Une devise rendant hommage au travail conjugué du cadranier et du Soleil sur ce cadran vertical (de 60cm x 60 cm) de Jean-Roch Moreau (voir article page 27) réalisé en pierre de Bourgogne.

JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

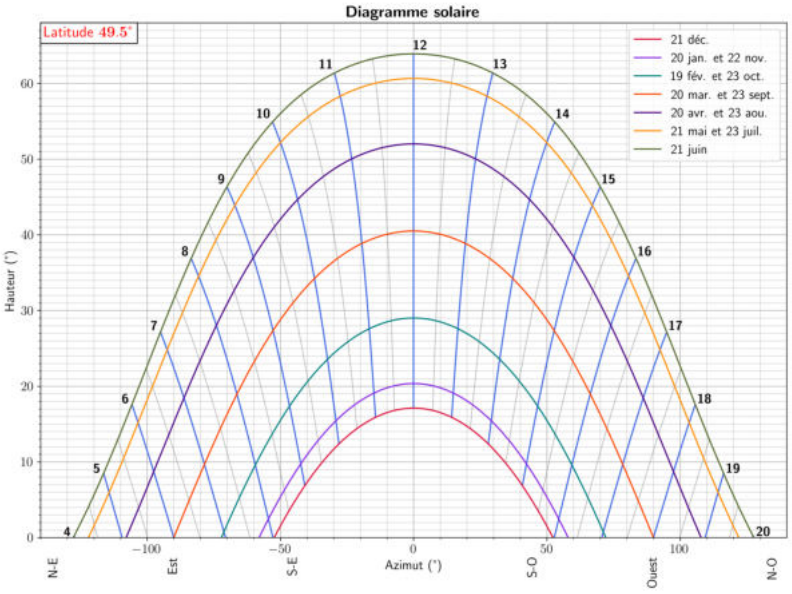
QUE FAIT CETTE ENFANT ?

Une précision nécessaire : elle est dans un champ de France métropolitaine et tourne le dos au sud…

UNE ÉNIGME

EN Y REGARDANT DE PLUS PRÈS…

David Alberto david.alberto@posteo.net a repéré, au Havre (France), une magnifique sphère armillaire (cadran équatorial) installée en 2008 dans le parc de Rouelles. Cette œuvre de Jean-Michel Ansel (dont la belle devise est *Faire et faire savoir*) a inspiré à David Alberto une double question pour les lecteurs de ce magazine : comment peut-on lire l'azimut du Soleil sur cette photo et comment déduire, à l'aide du diagramme solaire (ci-dessous), tracé pour la latitude du Havre, une date approximative pour la prise de vue ?



JEUX ET ÉNIGMES

Un problème gnomonique

Quel est le parcours de l'ombre d'un bâton à la réunion ?

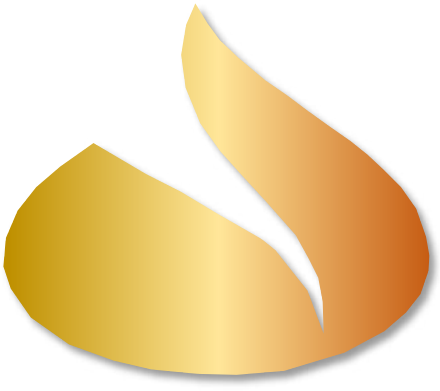
Et si nous essayions de répondre à la question de Monique Turpin posée à la fin de son article (voir page 16) : « Je n'ai pas réussi à faire un time lapse pour visualiser l'ombre portée du bâton sur le sol. Alors, question, quel est le parcours de l'ombre d'un bâton sur l'île de la Réunion ? ». Rappelons au passage qu'un time lapse (ou timelapse) est ce terme anglais qui désigne une vidéo mettant en valeur l'évolution lente d'un phénomène en assemblant (à raison de 24 images par seconde environ) des photos successives de ce phénomène. La vidéo ci-dessous est le time lapse imaginé par Monique Turpin (réalisé ici par une professeure australienne avec ses élèves – voir https://bit.ly/2xAfBjZ ou scanner le QR code). Mais sauriez-vous répondre à la question même « Quel est le parcours de l'ombre d'un bâton sur l'île de la Réunion ? ».

Un test rapide

Que représente cette figure ?

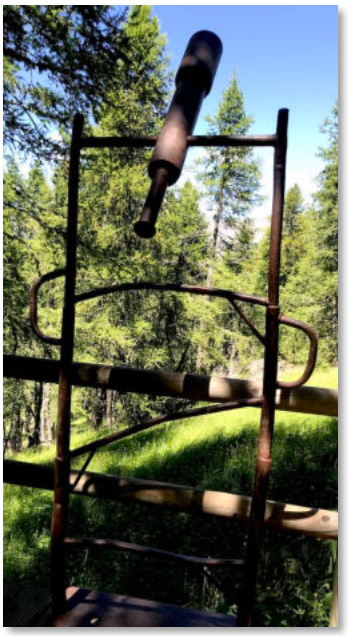
Pierre-Louis Cambefort pierre-louis.cambefort@orange.fr dont on connaît à la fois les compétences gnomoniques et artistiques, a tracé la figure ci-dessous. Que peut-elle bien représenter?

- Le logo d'une nouvelle association gnomonique ?
- Une figure abstraite inspirée par la musique du ballet *L'Oiseau de feu*, composée par Igor Stravinsky ?
- Une figure gnomonique ?



SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

Une devinette



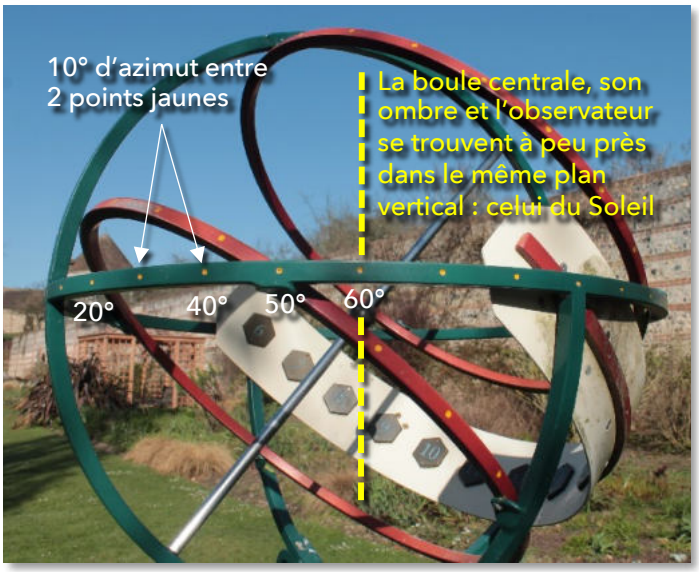
Cette enfant a son bras incliné d'environ 45°, à mi-distance entre une position horizontale et verticale, ce qui constitue une latitude moyenne pour la France. Comme l'enfant a son bras orienté vers le nord (puisqu'il tourne le dos au sud), son index pointe logiquement vers l'Étoile polaire : le bras de l'enfant est en effet « polaire », dans l'alignement de l'axe de rotation terrestre, comme l'est le style d'un cadran solaire !

Si vous voulez dorénavant repérer l'Étoile polaire, au lieu de scruter le ciel dans toutes les directions à la recherche de la Grande Ourse et de la Petite Ourse, imitez cette enfant ! Vous n'aurez qu'une direction approximative mais pourrez aisément situer l'Étoile polaire : elle n'est pas très brillante, mais est relativement isolée des autres étoiles brillantes et facile à identifier…

Il existe d'ailleurs dans plusieurs parcours astronomiques des « lunettes » (de simples cylindres sans lentilles) fixes et dirigées, comme le bras de l'enfant, mais avec une orientation et une direction plus précises (ci-contre une telle lunette sur le *Sentier planétaire* de Valberg, Alpes-Maritimes, France).

Une énigme

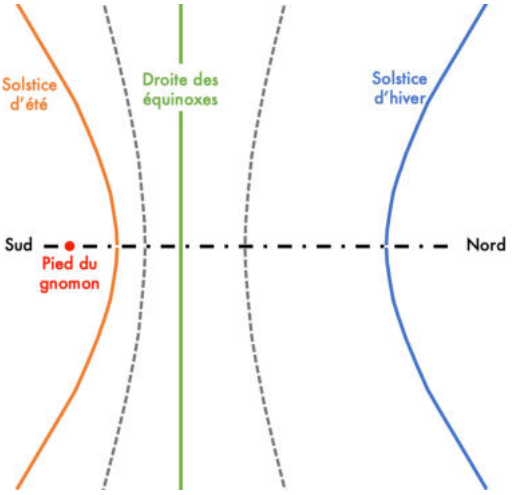
En y regardant de plus près… la couronne horizontale de la sphère armillaire est munie de points jaunes marquant l'azimut (de 10° en 10°) et la photo a été prise avec l'objectif dans le même plan vertical que la boule centrale (qui indique l'heure solaire sur les marques horaires hexagonales) et son ombre. A l'heure où la photo a été prise, ce plan coïncide avec un point jaune éloigné de 60° du méridien local du cadran. L'azimut du Soleil au moment de la prise de vue était donc voisin de 60° vers l'est ou -60°, l'heure lue sur le cadran étant par ailleurs 8 h 45. À l'aide du diagramme solaire, nous constatons que 2 dates correspondent à un azimut de -60° et une heure solaire de 8 h 45 : un peu après le 20 mars ou un peu avant le 23 septembre. Effectivement, la photo a été prise le 30 mars !



SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

UN PROBLÈME GNOMONIQUE

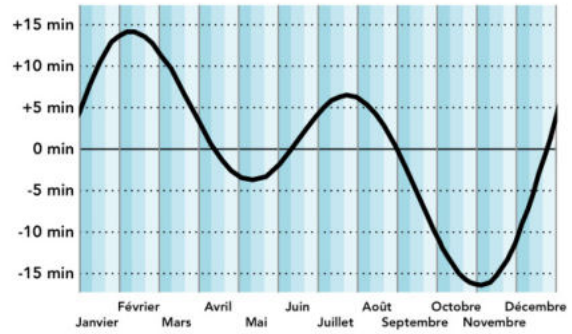
Quelle que soit la latitude (sauf au-delà des cercles polaires) l'ombre, sur le sol, suivie par l'extrémité d'un gnomon au cours d'une journée est une hyperbole ; aux équinoxes cependant, l'ombre suit une droite perpendiculaire à la direction nord-sud. Ces hyperboles journalières s'inscrivent dans un espace délimité par les hyperboles des solstices. Sous les tropiques, le pied du gnomon se trouve à l'intérieur de cet espace ; à l'équateur, il sera sur la droite des équinoxes. Et pour La Réunion, ce département et région d'outre mer français? Comme cette île de l'océan Indien a une latitude moyenne de -21° (ou 21°S), proche donc du tropique du Capricorne (-23° 26'), le pied du gnomon sera à l'intérieur de cet espace mais quasiment tangent à l'hyperbole du solstice d'hiver, le gnomon ne produisant, à midi solaire, qu'une ombre à peine visible ce jour-là… Et n'hésitez pas à vérifier tout cela : une vidéo du MOOC (https://bit.ly/3IkNTIA) vous donne l'équation de chacune des hyperboles journalières en tout point du globe !

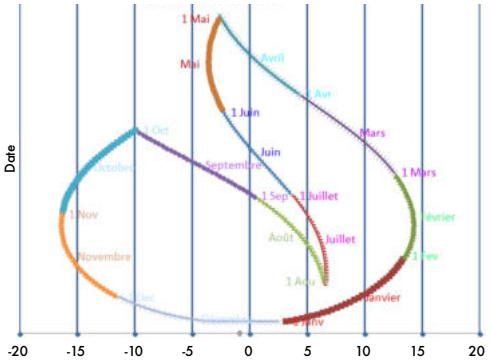


Courbes suivies par l'ombre de l'extrémité d'un gnomon (tracées ici pour la France métropolitaine)

UN TEST RAPIDE

Pierre-Louis Cambefort a en fait repéré cette courbe sur un pilier de l'Abbaye de Bury, dans le Suffolk, en Angleterre. Elle représente l'évolution de la valeur de l'équation du temps au cours de l'année, mais tracée d'une façon différente de la façon traditionnelle qui conduit à une courbe sinusoïdale (illustration de gauche). Ici les dates sont en ordonnée et la valeur de l'équation du temps en abscisse (illustration de droite), ce qui donne, convenons-en, une intéressante figure !

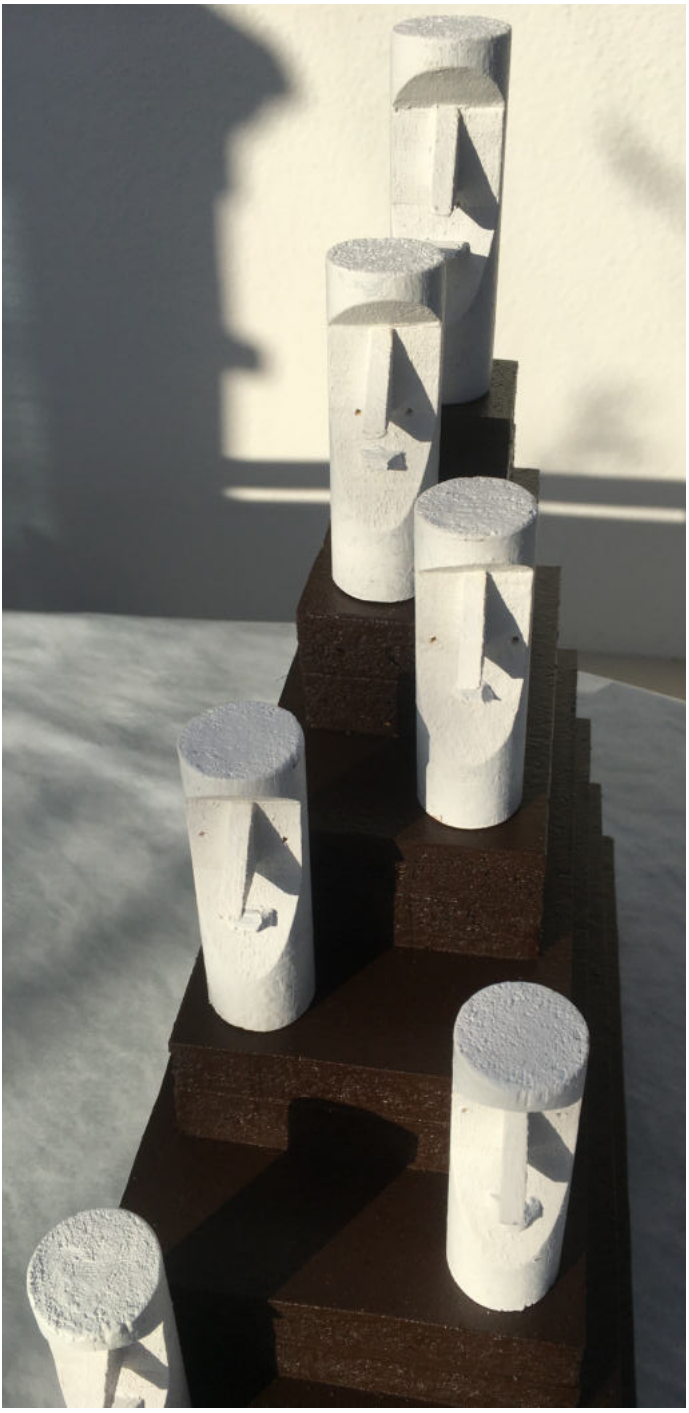


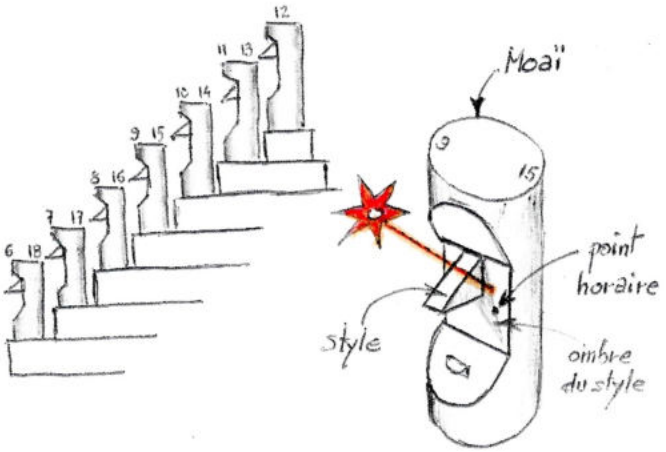


COLLINE AUX MOAÏS

Cette page est consacrée, depuis le n°4 du magazine, à l'une des dernières créations originales du prolifique gnomoniste-cadranier Claude Gahon claudegahon@yahoo.fr.

Dans ce numéro, Claude Gahon, avec sa *Colline aux moaïs*, nous emmène très loin, plus précisément sur l'île de Pâques, dans l'océan Pacifique, au large du Chili. Cette île est réputée pour ses Moaïs, statues monumentales de basalte ou de tuf, datant de la fin du Moyen-Âge et dont on trouve près d'un millier d'exemplaires sur l'île.





Chaque Moaï (statue) est un mini cadran vertical et permet de lire une heure du matin et sa symétrique de l'après-midi.
Cette heure est atteinte quand l'ombre du style (nez) passe sur le point horaire. Ce point horaire est placé sur la ligne horaire (fictive) correspondante du cadran vertical.
Sur le croquis ci-dessus on peut lire 15h00 solaire.

CRÉDITS PHOTOS ET ILLUSTRATIONS

- Couverture : Document Wikimedia Commons (Auteur : Jebulon - Fichier : Cour honneur invalides paris.jpg – Licence CC0)
- Page 2 : Photo Isabelle Gayet
- Pages 4 et 5 : Copies d'écran du fil Twitter @MOOC_CS
- Pages 7 : Photos mises à disposition par Haruyuki Okuda
- Pages 8 et 9 : Documents Christine Hoët-van Cauwenberghe - Document Wikimedia Commons (Auteur : Kergeo - Fichier : Cadran portatif universel - en station de lecture.png – Licence CC Attribution-Share Alike 4.0)
- Pages 10 et 11 : Illustrations Roger Torrenti – Illustration Henri Gagnaire – Photo Henri Gagnaire
- Pages 12 et 13 : Document Wikimedia Commons (Fichier : Anaximander.jpg - Domaine public) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Dirk L. Couprie - Fichier : Perspective de l'Univers d'Anaximander.png - Licence CC BY-SA 3.0) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Aubry Gérard, Fichier : Gnomon d'Anaximandre.png - Licence CC BY-SA 4.0)
- Pages 14 et 15 : Illustrations Jean-Luc Astre
- Pages 17 : Photos Monique Turpin
- Pages 18 et 19 : Photos Jeremy T. Robinson et Woody Sullivan
- Pages 20 et 21 : Photos Geneviève Massé
- Page 22 et 23 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Gérard Aubry - Fichier : Gnomon à pointe conique.jpg - Licence CC BY-SA 4.0) - Document Wikimedia Commons (Fichier : Félix Nadar 1820-1910 portraits Jules Verne.jpg - Domaine public) – Illustrations Roger Torrenti
- Pages 24 et 25 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Hartmann Linge - Fichier : 201005151447 NE CSM, Sonnenuhr, Kalkstein, 1. Jh.jpg - Licence CC Attribution-Share Alike 3.0) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Brian Robert Marshall - Fichier : Mass dial, St John's Church, Devizes - geograph.org.uk - 2387427.jpg - Licence CC Attribution-Share Alike 2.0) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Coyau - Fichier : Cadran solaire portail sud cathedrale de Strasbourg.jpg - Licence CC Attribution-Share Alike 3.0) - Document Wikimedia Commons (Auteur : antomoro - Fichier : Lesheures.JPG - Free Art License) – Illustration Pierre-Louis Cambefort - Document Wikimedia Commons (Auteur : Gdr - Fichier : Sidereal day (prograde).png - Licence CC Attribution-Share Alike 3.0)
- Page 26 : Illustrations David Alberto
- Page 28 : Photos © Galerie Delalande
- Page 30 : Photos Riccardo Anselmi
- Page 31 : Photos Jean-Roch Moreau
- Page 32 : Photo Sophie Pezeron – Copie d'écran du site ebay.fr - Copie d'écran du site delcampe.net -
- Page 33 : Photo Riccardo Anselmi – Illustration Roger Torrenti – Photo Jean-Roch Moreau
- Page 34 : Photo Roger Torrenti – Illustration et photo David Alberto
- Page 35 : Copie d'écran de la vidéo citée – Illustration Roger Torrenti
- Page 36 : Photo Roger Torrenti – Photo David Alberto
- Page 37 : Illustrations Roger Torrenti et Pierre-Louis Cambefort
- Page 38 : Photos et illustration Claude Gahon
- Page 39 : Photo Roger Torrenti
- Page 40 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Dsexton - Fichier : Millennium Sundial, Blackrock.jpg – Licence CC BY-SA 4.0)

Ci-dessus : A Coaraze, dans les Alpes-Maritimes (France), un cadran vertical en forme de coquille a été installé sur une roche riche en fossiles, près de la chapelle Bleue…

Page suivante : cadran solaire horizontal monumental réalisé par l'artiste Tanya Nyegaard à Blackrock, dans le Comté de Louth en Irlande en 2000, pour célébrer le nouveau millénaire. C'est l'ombre de la partie supérieure de la sculpture qui joue le rôle de style.

ISSN 2824-057X