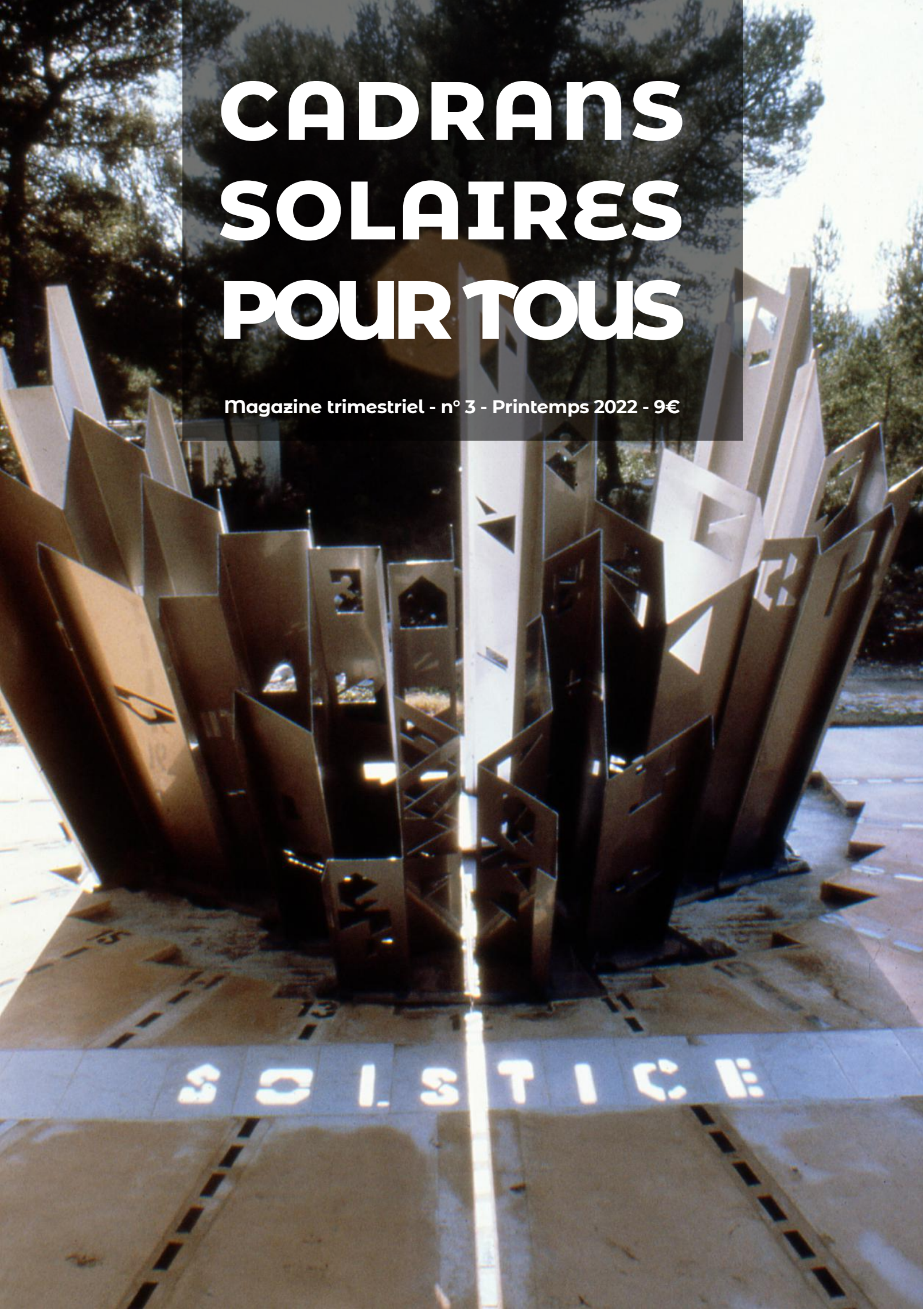
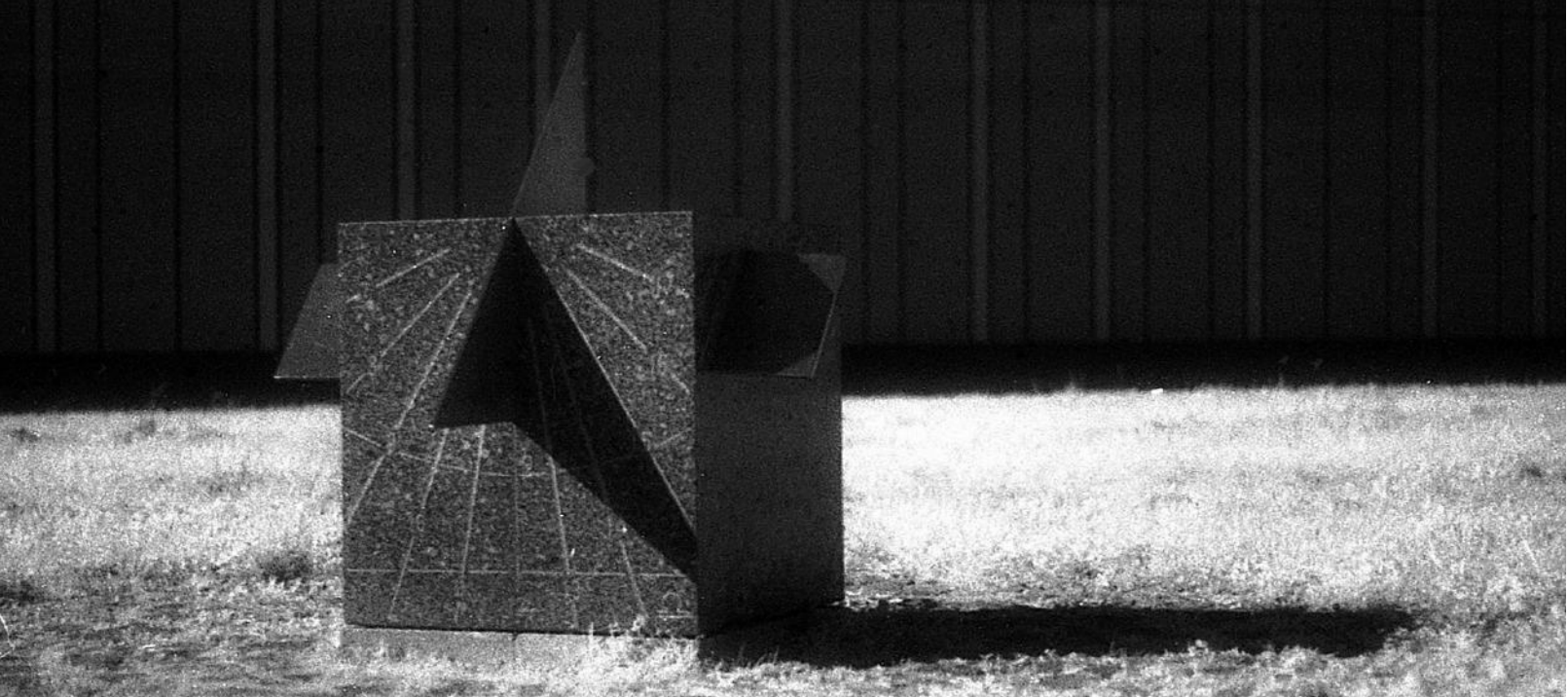


CADRANS SOLAIRES POUR TOUS

Magazine trimestriel - n° 3 - Printemps 2022 - 9€





SOMMAIRE

Éditorial	3
Actualités	4
Un nouveau cadran solaire à Saint-Benoît - Philippe Chantant	6
Des animaux et des fleurs à l'heure du Soleil - Claude Gahon	8
Petit cadran azimutal de fenêtre - Celtic Wizard	10
Histoire des cadrans solaires en Chine - Lv Chuan-yi	12
Le cadran solaire le plus précis du monde... - Yves Opizzo	14
La tour des Vents d'Athènes - Jean-Luc Astre	16
Cadrans solaires à chambre obscure - Roger Torrenti	18
Construire un cadran rhombicuboctaédrique - Pierre-Louis Cambefort	20
Un cadran de Humphrey Cole à imprimer et découper - David Alberto	22
Un cadran solaire clé en main pour la classe - Joël Petit	24
La parole à un gnomoniste - Pierre Causeret	26
La parole à une cadranière - Isabelle Desse	27
Zoom sur...	28
Jeux et énigmes	30
Solutions des jeux et énigmes	32
 Lancement d'un concours ouvert à tous	34
Crédits photos et illustrations	35

Photo de couverture : Cadran lauréat du concours international lancé en 1980, installé sur le site de MINES ParisTech à Sophia Antipolis (France). Un nouveau concours, ouvert à tous, est lancé (voir page 34). Participez-y en proposant le cadran le plus petit, le plus simple à construire, le plus écologique ou le plus gourmand !

Ci-dessus : un beau cadran cubique monumental (on aperçoit le style et les lignes horaires du cadran orienté sud ainsi que 3 autres styles), à la fin de l'hiver, devant l'observatoire de Brno (République tchèque)

ÉDITORIAL

Lancement d'un concours ouvert à tous

Une bonne nouvelle en ce début d'année 2022 quelque peu morose... La vulgarisation scientifique se porte bien ! Tout au moins la vulgarisation de la gnomonique : le nombre de visites (sessions) sur le site du MOOC cadrans solaires a dépassé fin 2021 le million et le présent magazine devrait être lu par plus d'un millier d'amateurs, de curieux, ou de passionnés en France, dans le monde francophone, et au-delà.

La science est pour tous, la science peut être expliquée de façon simple, et la science est amusante. C'est cette conviction qui a guidé la conception du MOOC cadrans solaires et de ce magazine qui le complète.

Dans cet esprit et pour rendre ce magazine encore plus vivant et ouvert à ses lecteurs, nous avons décidé de lancer le concours « Cadrans solaires pour tous 2022 ». Il est ouvert à tous, des simples curieux aux professionnels, qui pourront choisir parmi l'une des 4 catégories proposées : le cadran solaire le plus petit, le plus simple, le plus écologique, ou le plus gourmand ! Tous les détails sont donnés en page 34 de ce numéro. Nous espérons que vous serez très nombreux à participer.

Et n'oubliez pas, ce magazine est gratuit dans sa version électronique : n'hésitez pas à le faire circuler ou à donner à vos proches et connaissances le lien permettant son téléchargement <https://bit.ly/3HAYSRn>. Enfin ce numéro et les numéros précédents peuvent être commandés en version papier à l'adresse <https://bit.ly/3ETdtkH>.

Bonne lecture à tous!



Roger Torrenti

Auteur du MOOC cadrans solaires

<https://www.cadrans-solaires.info/lauteur/>

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 édité sous licence Creative Commons BY-NC-SA, par Roger Torrenti, La Colle-sur-Loup, France.

Dépôt légal: janvier 2022 - ISSN 2804-8695

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

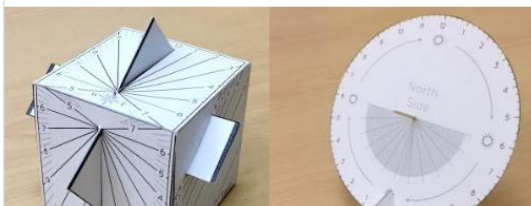
Contact : contact@cadran-solaires.info

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 · 25 janv. ...
Un belle série de cadrans solaires à imprimer et découper

Tektonten Papercraft @Tektonten · 23 janv.
#Printable #sundial collection -tektonten.blogspot.com/2022/01/printa
... #papercraft #educational #homeschool

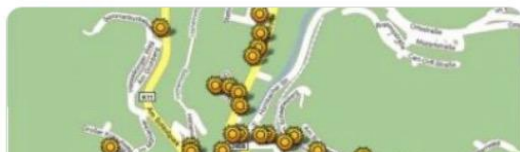


MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 12 déc. 2021 ...
Un beau cadran horizontal monumental à l'extrême sud-ouest de l'Angleterre

Janet Ferris @JanetFerris16 · 6 déc. 2021
#ThePhotoHour
Chrome sundial
Roadford Lakes
Devon...



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 3 déc. 2021 ...
100 cadrans solaires pour 10 000 habitants est le record du monde de densité de cadrans solaires pour un village revendiqué par Birkenau dans le sud de l'Allemagne, près de Darmstadt ! Informations détaillées à bit.ly/3Emng3g A ne pas manquer si vous êtes dans la région

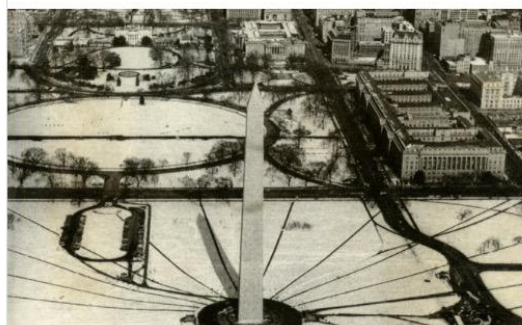


MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 10 min ...
Le cadran analemmatique réalisé par l'architecte Marco Lorenzetti lorenzettimeridiane.it près du port de Sanremo (Italie) rend hommage à la musique (les marques horaires sont sur une portée), et plus particulièrement au réputé festival de la chanson italienne de Sanremo



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 27 déc. 2021 ...
Joli projet de land art mais c'est bien dommage que l'artiste ne se soit pas associé à un scientifique qui aurait pu calculer des lignes horaires correctes (elles ne se rejoignent pas au pied de l'obélisque) et donner ainsi plus de valeur à l'ensemble 😊

Old Time DC @OldTimeDC · 20 déc. 2021
On February 11, 1974, artist Yuri Schwebler (1942-1990), with the help of a @NationalMallNPS grounds crew, turned the Washington Monument into an enormous sundial. Uncredited AP wire service photo found on eBay.



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 27 déc. 2021 ...
Un cadran solaire toujours inclus dans la culture et les traditions locales

الهيئة الملكية لمحافظة العلا @RCU_SA · 22 déc. 2021

Today, as the Citizens of #AIUla gathered in #AIUlaOldTown to celebrate the start of the new planting season, the Tantora Sundial, with its legacy deeply rooted in #AIUla's culture and tradition, plays a crucial role in decisions made on this day.



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 10 janv. ...
C'est l'index de cette réplique de la "main de Dieu" (détail de 'La création d'Adam', Michel-Ange, Chapelle Sixtine, Rome) qui indique l'heure solaire sur ce cadran horizontal...

Oh Why Bother @radionic_powers · 6 janv.
Sundial with 3-D replica of Michelangelo's arm of God



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 10 janv. ...
Bravo à @jf_lesaux et à ses élèves!

JF Le Saux @jf_lesaux · 15 déc. 2021

Aujourd'hui pose du tracé du #cadransolaire du @LycDescartes78 ensuite viendra le décor la peinture ou l'engobe ce sera l'année prochaine!



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 24 janv. ...
A son "Académie" (école philosophique) qu'il a fondée à Athènes (IVe siècle avant J.-C.) Platon faisait cours au pied d'un cadran solaire... (mosaïque retrouvée à Pompéi)

Gareth Harney @OptimoPrincipi · 20 janv.

The philosophers of Plato's Academy, shown in a remarkable Roman mosaic from the villa of Titus Siminius Stephanus in Pompeii. The Academy hold a lecture under a sundial - led by Plato, who sits centrally in a dark robe, and points with a stick to a globe below. 1st century BC
[Afficher cette discussion](#)



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 24 janv. ...
Oui, un très beau cadran situé square du Temple à Paris, dû au sculpteur Jules Rispal et intégré dans un bâtiment conçu par les architectes Raymond Barbaud et Édouard Bauhain

Paris Bise Art @ParisBiseArt · 20 janv.

Un cadran solaire de quatre étages !
paris-bise-art.blogspot.com/2022/01/un-cad...
#Paris03



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 3 janv. ...
Une sage recommandation sur ce cadran solaire polyédrique allemand du XVIe siècle équipé d'une boussole magnétique : la précision est mauvaise à proximité d'une masse métallique 😊

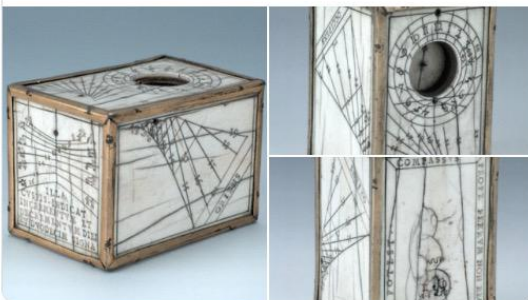
History of Science Museum @HSMOxford · 31 déc. 2021

This unusual #16C #German #dial has 5 different types of #sundial & a lunar #volvelle.

The maker added some helpful advice: 'COMPASSVS PROPE FERRVM NON RECTE ASSIGNARE POTES.' (Near iron the compass can't point properly).

ow.ly/14BS50HjVJ8

#MuseumsTogether #histastro



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 17 janv. ...
Un passe-muraille tenant un cadran solaire dans une église de l'Oxfordshire en Angleterre...

John Vigar @johnvigar · 15 janv.

Saturday's delight. Sundial at Norton Stoke Church, Oxfordshire. Now, where are his shoulders?



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 55 min ...
Une nouvelle réalisation du gnomoniste-cadranier Alastair Hunter @noondial dans le nord de Londres (Angleterre) : un cadran vertical équipé d'un oeillet et revendiquant une belle précision
macmillanhunter.co.uk/accurate-solar...



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 12 déc. 2021 ...
Effectivement une belle devise à méditer qui pourrait se résumer en "Les années enseignent beaucoup plus que les jours"...

Ana Ollero @ana_ollero_ · 6 déc. 2021

En réponse à @ThePhotoHour

'The years teach much more than the days ever knew'. I don't know who said it but I love the quote.

#ThePhotoHour #StormHour #relojesol #sundial



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 31 janv. ...
Un beau "bloc gnomonique" dans un parc d'Édimbourg (Écosse) avant une averse de neige... Il s'agit d'une sculpture monumentale au croisement de sentiers du parc, comprenant 4 cadrans solaires intégrés, disposés vers le nord, le sud, l'est et l'ouest

Chris Evans @chrisinembra · 30 janv.

A bit of ☀️ at the 123yr old multi-faceted sundial in Embra's Saughton Park before the ☁️



UN NOUVEAU CADRAN SOLAIRE À SAINT-BENOÎT

Philippe Chantant

L'idée de construire ce cadran solaire est née par hasard, lors d'une rencontre avec M. Bernard Peterlongo, maire de Saint-Benoît (Vienne, France), au jardin d'Ormesson de la commune (latitude 46,6° N, longitude 0,36° E). Ayant suivi le MOOC proposé par Roger Torrenti et possédant déjà une culture personnelle sur les cadrans solaires, j'ai présenté le projet au club d'astronomie de Saint-Benoît dont je suis membre. Nous l'avons adopté et il a occupé le club tout le premier semestre 2021. Cet article présente les différentes étapes de sa réalisation.

Compte tenu de l'emplacement (un jardin public) et du profil du terrain (herbeux presque horizontal), nous avons choisi de construire un cadran analemmatique horizontal à style droit : l'ombre d'un observateur, correctement positionné sur une « ligne calendrier », indique l'heure solaire vraie sur des plots horaires disposés sur d'une ellipse.

CONCEPTION

Ce « cadran analemmatique » peut être tracé à l'aide d'un logiciel tel que Shadows <https://www.shadowspro.com/> ou directement au sol sans logiciel ni calcul (voir le MOOC à cette page <https://bit.ly/3FrWSFH>). Nous avons choisi pour cette réalisation de le déterminer par calcul avec l'aide d'un tableur.

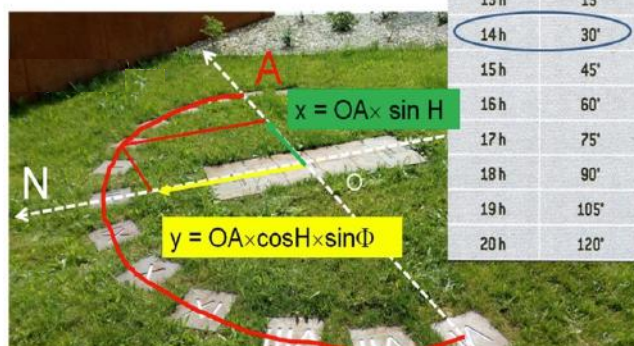
Considérons en effet une ellipse de centre O et de demi grand axe OA, parallèle à la direction ouest-est (le petit axe lui est perpendiculaire, donc dans la direction nord-sud). Nous obtenons un repère orthonormé Oxy (x étant compté positif vers l'est, et y positif vers le nord).

Les coordonnées des marques horaires sont connues (voir illustration ci-contre). Dans ces formules, ϕ est la latitude du lieu et H est l'angle horaire du Soleil : H est négatif avant son passage au méridien, est égal à 0° à midi, et positif après son passage au méridien.

De même la ligne de calendrier peut être facilement calculée (voir illustration ci-contre), les dates choisies étant celles d'entrée du Soleil dans les constellations du zodiaque, sur l'écliptique de la voûte céleste. Dans ce tableau ϕ est la latitude du lieu et δ la déclinaison du Soleil.

Coordonnées des points horaires

Crédit : « Les cadrans solaires » - Denis Savoie - Belin - 2015)



Heure solaire	Angle horaire H
12h	0°
13h	15°
14h	30°
15h	45°
16h	60°
17h	75°
18h	90°
19h	105°
20h	120°



Echelle des dates
(la ligne de calendrier)

Crédit : « Les cadrans solaires » - Denis Savoie - Belin - 2015)

Déclinaison	Dates
-23,44°	21 décembre
-20,15°	20 janvier et 22 novembre
-11,47°	19 février et 23 octobre
0°	20 mars et 23 septembre
+11,47°	20 avril et 23 août
+20,15°	21 mai et 23 juillet
+23,44°	21 juin

PROTOTYPE

Un prototype a été tracé à la craie sur un parking goudronné, et a permis de valider les dimensions définitives du cadran, des plots horaires (feuilles en carton) et de la plaque "ligne calendrier".

Afin de déterminer la direction nord-sud (ligne méridienne), la méthode des cercles indiens (voir le MOOC à cette page <https://bit.ly/3HeYDX9>) a été utilisée.

L'observation de la courbe décrite par l'ombre de l'extrémité du gnomon au cours de la journée (une hyperbole) s'est révélée pédagogiquement intéressante.

Une vérification « à la montre » (midi solaire déterminé par la formule de passage de l'heure légale à l'heure solaire) a complété l'exercice.

À noter : le repérage de l'extrémité de l'ombre du gnomon est difficile et peut être entaché d'erreurs. La forme de l'extrémité supérieure du gnomon : pointe, boule, trou, etc. influence la netteté de l'ombre portée.

RÉALISATION

Nous avons opté pour OA (demi grand axe de l'ellipse) la valeur 2 m.

Le matériau choisi a été imposé par la commune pour conserver l'esthétique du site. C'est de l'acier Corten, « aussi appelé acier patinable, acier auto-protecteur, ou encore acier intempérique au Québec », connu « pour son aspect et sa résistance aux conditions atmosphériques » (Wikipedia).

Un réflecteur (acier inox) est placé entre les plaques d'acier et le gazon pour améliorer le contraste visuel. Malgré une précision finale modeste du cadran (demi-heure), la réalisation a bien entendu nécessité beaucoup de soins et de précision.

Un panneau "mode d'emploi" destiné au public est en cours de fabrication.

CONCLUSION

Ce fut un projet très enrichissant et plaisant à mener, grâce notamment au partenariat réussi "municipalité - services techniques de la ville - associations-entreprises locales".

Nous vous attendons à Saint-Benoît !



Philippe Chantant (philippe.chantant@orange.fr) est professeur de lycée en sciences-physiques à la retraite. Membre du CLEA depuis sa création et de l'UDPPC, il est passionné de cyclisme, de randonnée, d'astronomie, d'astrophotographie et de photographie. « J'aime lire des ouvrages scientifiques écrits par les chercheurs et les astronomes. C'est suite à mes vacances dans le Valgaudemar et le Queyras puis la lecture de la trilogie 'L'or perdu de la Séveraisse', 'Les soleils de Zarbula', et 'Les braconniers du temps' que j'ai attrapé le virus cadran solaire... »

DES ANIMAUX ET DES FLEURS À L'HEURE DU SOLEIL

Claude Gahon

Idée saugrenue, farfelue, voire folle, c'est peut-être ce que vous pensez et pourtant....

En cherchant à faire oublier cette fameuse « tige » (appelée de son vrai nom : gnomon) incontournable sur la majorité des cadrans solaires que l'on peut voir sur nos églises, bâtiments publics, habitations privées... j'ai voulu concevoir un moyen d'intégrer cette « tige » dans différentes structures.

En fait il s'agit de réaliser un objet qui comporte dans sa structure quelque chose qui pourrait ressembler à une ligne provoquant cette fameuse ombre repérant la position relative du Soleil et donc l'heure du moment.

Si on a trouvé ce qui peut provoquer une marque d'ombre ou de lumière, il faut savoir où et comment repérer cette marque, c'est-à-dire quelle sera la « table de lecture ».

Au fait, le Soleil « tourne » (bon d'accord c'est la Terre, mais on fait comme) et donc l'ombre de mon objet va « tourner » elle aussi, normal, et on peut alors marquer ses diverses positions : classique, c'est la base de la gnomonique, la science des cadrans solaires.

Mais on pourrait faire « tourner » l'objet et/ou le composer d'éléments orientés vers les différentes positions relatives du Soleil et donc ainsi marquer ces positions qui représenteraient les heures.

On y est, ou presque, le jeu consiste alors à créer une structure théorique ou s'inspirer de la nature pour arriver au résultat : les animaux et les fleurs peuvent être d'excellents modèles. C'est ainsi que je suis arrivé, entre autres, aux quatre cadrans solaires suivants.

DANS LA CATÉGORIE DES FIXES

Prise de becs : le bec de la cigogne « mère » est le gnomon, les cigogneau sont les repères orientés des heures.

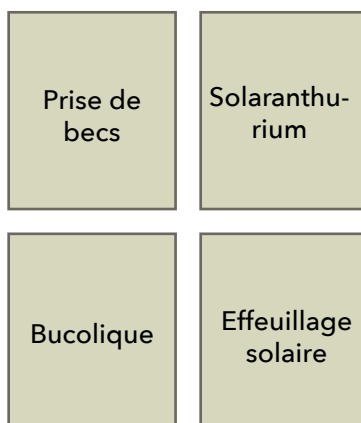
Solaranthurium : chaque fleur est un mini cadran horizontal pour une heure déterminée, le « pistil » est le gnomon, la pointe de la fleur est orientée suivant l'heure.

DANS LA CATÉGORIE « À PARTIES MOBILES »

Bucolique : le papillon tourne autour de la branche et l'ombre de son abdomen est repérée par des lignes horaires gravées sur la branche.

Effeillage solaire : en enlevant le pétale totalement éclairé on découvre l'heure gravée sur le support.

L'aspect final de ces cadrans solaires est présenté page suivante dans l'ordre ci-dessous.





Claude Gahon (claudegahon@yahoo.fr), retraité des Travaux publics, est originaire des Vosges (88) et réside à Lagny-sur-Marne (77). Il est membre de la Commission cadrans solaires de la Société astronomique de France depuis 2011. Il démontre, par la conception et la réalisation régulières de cadrans originaux (mais aussi esthétiques, poétiques, artistiques) qu'il est encore possible, au XXI^e siècle, d'innover dans la domaine des cadrans solaires...

PETIT CADRAN AZIMUTAL DE FENÊTRE

Celtic Wizard

PRÉSENTATION

Dans un repère local, la position du Soleil dans le ciel est déterminée par 2 coordonnées : sa hauteur et son azimut.

Ainsi, lorsque l'on projette l'ombre d'un point éclairé par le Soleil sur une surface verticale, la position de l'ombre correspond en ordonnée (axe vertical) à la hauteur et en abscisse (axe horizontal) à l'azimut.

Ce qui, en l'occurrence, permet sur un cadran solaire de lire l'heure et la date...

Si on remplace le point en question par une droite verticale, tel un gnomon de longueur "infinie", l'ombre de la ligne projetée sur le mur vertical n'indique plus que l'azimut du Soleil. On perd l'information de hauteur.

Dans le cas de mon petit cadran azimutal de fenêtre, le gnomon est matérialisé par l'arête extérieure du côté gauche (côté sud-ouest), qui projette son ombre sur le côté droit (côté nord-est) de l'embrasure.

Pour pouvoir lire l'heure sur un cadran solaire, on peut utiliser l'extrémité d'un style droit (vertical ou horizontal) qui correspond au "point" décrit plus haut. On peut aussi utiliser une ligne pour laquelle la longueur n'a pas d'importance, dans ce cas, il doit s'agir d'un style polaire. Mais ici, on souhaite utiliser une ligne verticale qui n'est pas un style polaire et pour laquelle il n'est pas possible d'utiliser son extrémité.

Heureusement, à l'image de la méthode utilisée pour les « cadrans de hauteur » (type cadran de berger), il est possible de n'utiliser qu'une des 2 coordonnées du Soleil pour déterminer l'heure, à condition de connaître la date. Pour mon petit cadran azimutal de fenêtre, il suffit donc d'établir un tracé qui, pour chaque date, fait correspondre l'heure en fonction de l'azimut.

RÉALISATION

Pour réaliser ce type de cadran, il faut connaître son emplacement c'est-à-dire la latitude du lieu et sa longitude (qui sert pour la correction de l'écart en longitude), la déclinaison du montant latéral de l'embrasure, ainsi que la largeur de l'embrasure.

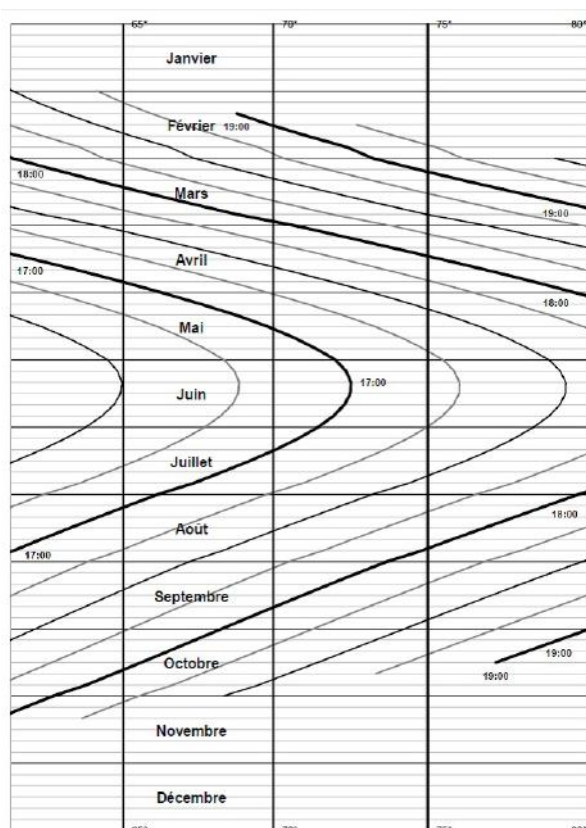
A partir de ces éléments, j'ai commencé par calculer le cadran vertical équivalent, à l'aide de l'excellent logiciel Shadows de François Blateyron (<https://www.shadowspro.com/>), afin d'obtenir les tables des coordonnées des lignes horaires.

Pour que les tables soient exprimées en heure légale (de la montre), le cadran a été paramétré de sorte à directement intégrer les corrections de l'écart de longitude et de l'équation du temps.

Ensuite, j'ai effectué un petit post-traitement de ces tables sous Excel, afin de ne conserver que les abscisses des tables, qui correspondent à la projection de l'azimut du Soleil.

Pour ce faire, j'ai d'abord supprimé toutes les heures en dehors de la table de mon cadran (ici la largeur d'une feuille A4). Puis j'ai remplacé les ordonnées, qui correspondaient à la hauteur, par des valeurs qui représentent des dates. Pour enfin ne garder que les coordonnées qui "tiennent" sur l'ensemble de la feuille A4.

Une fois la mise en forme terminée, j'ai imprimé le graphique qui modélise le cadran azimutal, que j'ai directement pu coller dans l'embrasure de ma fenêtre..



La feuille A4 avec le tracé définitif

On peut bien entendu réaliser un tel tracé sans l'aide de logiciels en se reportant aux formules bien connues de l'azimut (et de la hauteur) du Soleil (voir page 29). On peut également, selon l'orientation de la fenêtre, vouloir disposer un tel tracé sur chacune des faces verticales de l'embrasure. On peut enfin envisager de réaliser un cadran d'azimut sur la partie horizontale de l'embrasure mais c'est une autre histoire, peut-être un article à venir...

L'installation de la feuille sur l'embrasure de la fenêtre



Celtic Wizard est le pseudonyme d'un passionné de cadrans solaires souhaitant conserver l'anonymat. On peut cependant suivre son activité et le contacter via son compte Twitter @chilled_wizard

HISTOIRE DES CADRANS SOLAIRES EN CHINE

Lv Chuan-yi

Il est souvent écrit, au sujet de l'histoire des cadrans solaires, que tout a commencé avec les Chaldéens, les Babyloniens et les Égyptiens. C'est oublier que la Chine a connu elle aussi, en parallèle, un développement de la science des cadrans solaires. Voici cette « autre histoire » qu'a spécialement préparée pour ce magazine Lv Chuan-yi, dont on trouvera [ici l'article original](#) (en anglais). Les photos figurant dans l'article sous forme de vignettes sont reproduites en plus grande taille en 4^{ème} de couverture.

Cadran solaire (晷 en chinois) signifie littéralement « ombre de l'objet » et renvoie à un ancien instrument de mesure du temps.

Les cadrans solaires anciens chinois sont essentiellement de type équatorial, consistant en une tige traversant perpendiculairement une table plane parallèle au plan de l'équateur terrestre, l'ensemble étant posé sur un socle de pierre et la tige étant orientée vers l'étoile polaire. Le cadran solaire indique l'heure (solaire pour la plupart des cadrans, légale pour certains après un ajustement adéquat) par la place de l'ombre sur la table. C'est une des plus anciennes inventions dans le domaine des instruments de mesure du temps en Chine.

L'origine de tels cadrans solaires est incertaine. Ils pourraient être dérivés du gnomon (composé d'une tige verticale et d'une règle horizontale). Une règle en bois a été découverte dans le site archéologique de Taosi (culture de Longshan, 2000 ans environ avant notre ère). L'invention du gnomon en Chine remonterait donc à 4000 ans.

En se fondant sur le Han Shu, livre consacré à l'histoire des Hans (période de -206 à 25), un instrument astronomique rappelant un cadran solaire est évoqué mais cette hypothèse reste incertaine.

La plus ancienne mention d'un cadran solaire chinois figure en fait dans le Sui Shu, livre de la dynastie des Sui, où il est rapporté qu'un dignitaire du nom de Yuan Chong a offert un cadran solaire à l'empereur en l'an 594. C'était un cadran de type horizontal. Comme le plan horizontal n'est pas parallèle à l'équateur céleste et que le temps s'écoule régulièrement, il est bien entendu recommandé de dessiner des lignes horaires non régulières, mais Yuan Chong avait fait le choix de lignes horaires régulières marquant donc des heures inégales. Ce fut mal accepté, chacun étant habitué aux heures égales... Peut-être Yuan Chong ne savait-il pas tracer un cadran horizontal (à cette époque les Chinois n'étaient pas de grands géomètres). Toujours est-il que les cadrans horizontaux ne sont apparus en Chine qu'au XVII^e siècle.

L'archéologie a cependant apporté les preuves que l'apparition de cadrans solaires en Chine n'était en fait pas postérieure à la dynastie Han (-206, 220). En 1897, une dalle carrée en calcaire a été mise au jour dans le xian de Togtoh en Mongolie-Intérieure et s'est révélée être le plus ancien cadran solaire découvert en Chine ; il a été transféré au Musée national de Chine à Pékin (Beijing). Les deux faces du cadran sont lisses mais une seule est gravée. Sur cette face apparaissent 69 droites reliant le centre de la dalle à des trous disposés sur un cercle extérieur : l'arc de cercle entre deux trous est de 1/100 de la circonférence du cercle formé par ces trous. Les nombres de 1 à 69 figurent près des trous extérieurs, ainsi qu'au-dessus du cercle extérieur dans le style calligraphique Qin Zhuan (unificateur de l'Empire de Chine, 221 avant notre ère). En 1932, un cadran similaire a été trouvé à Luoyang dans la province du Henan ; il a cependant rapidement été « perdu », et est exposé aujourd'hui dans un musée de Toronto (Canada).

Au cours des 100 dernières années, des chercheurs (Tang Jinzhu, Joseph Needham, Zhou Kyung, Ma Bolle, Li Jiancheng, Bo Shuren, Guo Shengchi) ont étudié ces cadrans en détail et sont arrivés à la conclusion qu'il s'agissait de cadrans équatoriaux de la dynastie Han dont on devait donc incliner la table parallèlement au plan de l'équateur terrestre après l'avoir équipée d'une tige perpendiculaire.

À noter que la référence dans le tracé à une répartition centésimale du temps est cohérente avec la répartition du temps en vigueur pendant la dynastie Han.

En 1976, un cadran solaire en pierre a été découvert à Xi'an, province du Shaanxi. Il s'agit d'un cadran équatorial datant de la dynastie Tang (618-907). A partir du trou central, 12 secteurs égaux sont délimités par des droites, chacun correspondant à l'une des 12 « branches terrestres » gravées dans le secteur (ancien système chinois de mesure du temps, plus tard associé aux 12 animaux du zodiaque chinois) : Zi, Chou, Yin, Mao, Chen, Si, Wu, Wei, Shen, You, Xu and Hai (子、丑、寅、卯、辰、巳、午、未、申、酉、戌、亥). Le cadran et son support horizontal sont reliés par un axe permettant d'incliner correctement le cadran selon la latitude du lieu.



Le cadran solaire équatorial fut officiellement inventé par Zeng Nanzhong pendant la dynastie Song du Sud (420-479), ou plutôt ré-inventé car il ne savait pas que les anciens l'avaient déjà inventé... De toute évidence, cela montre que le cadran équatorial est resté longtemps un instrument très rare en Chine. Puis il est rapidement devenu populaire : deux d'entre eux ornent notamment le musée du palais à Pékin (Cité interdite) et le palais impérial de Shenyang.



Jamal al-Din, un astronome arabe, présenta un ensemble d'instruments astronomiques à l'empereur mongol en 1267 (l'empire mongol comprenait alors la Chine des Yuan). Parmi eux, deux sont liés aux cadrans solaires : « la salle des ombres pour l'équinoxe de printemps et d'automne » et « la salle des ombres pour les solstices d'été et d'hiver », chacun étant destiné à indiquer le moment précis de ces événements (et la hauteur du Soleil). À la même époque, Guo Shoujing développait un hemispherium (scaphé), demi-sphère équipée d'un gnomon et dans laquelle est tracée la course du Soleil tout au long de l'année, instrument qui fut introduit au Japon et en Corée à la fin du XIV^e siècle.

En 1629, pendant la dynastie Ming, l'érudit Xu Guangqi prépara pour l'empereur un ensemble d'instruments astronomiques, dont 3 cadrans solaires horizontaux, alors qu'il avait la charge de préparer le calendrier Chongzhen selon le modèle du système solaire publié par Tycho Brahe. C'est grâce à ce système qu'il put imaginer un style polaire et donc concevoir des cadrans horizontaux corrects. Ces cadrans sont issus de l'imagination créative de Xu inspiré par les connaissances occidentales, ce qui peut être vu comme une cristallisation des échanges culturels entre l'Est et l'Ouest.

Dans la seconde partie de la dynastie Ming, les cadrans solaires se sont largement répandus. En 1820, Qi Yanhuai réalisa un cadran horizontal selon les méthodes occidentales, que son ami Zhang Nan a encore amélioré. Il marquait avec beaucoup de précision les heures et événements solaires. Malheureusement, une guerre brutale l'a beaucoup endommagé, seuls des fragments ont subsisté. Il fut reconstruit par des chercheurs dans les années 1980 et est aujourd'hui disposé devant la salle principale du temple de Tianning.



Une des caractéristiques principales des cadrans anciens chinois est que peu d'entre eux nous ont été transmis ou ont été mis au jour lors de fouilles. Nous savons donc assez peu de choses, notamment sur les matériaux utilisés. Les cadrans qui restent aujourd'hui sont de pierre et de métal. Un cadran en bois a cependant été réalisé par Zeng Nanzhong.

Les cadrans décrits ici sont conservés et protégés comme reliques dans les musées et sites historiques chinois. On en installe encore aujourd'hui mais le plus souvent dans un but de décoration et non de mesure du temps.

Lv Chuan-yi (lvchuanyi@gmail.com) a fait ses études à l'Institut d'histoire des sciences naturelles de l'Académie des Sciences chinoise. Il a obtenu un doctorat d'histoire de l'astronomie chinoise sous la conduite du professeur Sun Xiaochun. Il a travaillé comme chercheur en histoire de l'astronomie ancienne chinoise à l'Académie des sciences sociales de Hubei à Wuhan où il occupe aujourd'hui le poste de professeur associé.



LE CADRAN SOLAIRE LE PLUS PRÉCIS DU MONDE...

Yves Opizzo

... est tout simplement la Terre elle-même ! D'accord, c'est une petite provocation, mais seulement une petite. Un cadran solaire est d'une certaine façon une Terre miniature, parfois comme un globe, parfois totalement épurée, comme l'art le permet. Il existe bien des cadrans sans style, mais l'axe nord-sud se laisse toujours découvrir de quelque façon, donc l'équateur terrestre, donc l'écliptique et par évidence le Soleil et tout le système solaire. Tout cela est caché ? Tant mieux ! Il est important de devoir chercher un peu dans une œuvre d'art. Sans cela, il ne reste que la décoration, éventuellement sublime d'ailleurs. Donc ce qui suit n'est pas simple, c'est vrai, mais vaut le détour. Vous ne serez pas déçu, parole de Niçois !

Le cadran solaire le plus précis du monde se trouve à Balingen, dans le « Jardin des Patients de l'hôpital ». Je l'ai construit, avec un ami expert travaillant entre autres l'acier inox à la perfection, en 2009, année internationale de l'astronomie. Cet objet gnomonique est un condensé de techniques et de sciences, mais aussi de philosophie, d'histoire, de navigation, de culture. Si vous êtes assez patient pour bien régler l'instrument (et si vous vous rendez à Balingen !), vous pourrez contrôler votre montre pilotée par les grandes ondes avec l'Apolytarios, **puisque sa précision est de l'ordre de la seconde d'heure.**

Le nom Apolytarios n'est pas inventé, mais désigne la pointe sud de l'île grecque d'Anticythère. Au début du XXe siècle fut trouvé au large de cette île le fameux « mécanisme d'Anticythère », qui serait le premier ordinateur (analogique) de l'humanité, capable semble-t-il de prédire correctement les mouvements des planètes dans le ciel et donc peut-être de démontrer la longitude du lieu atteint en mer, dans certaines conditions (son véritable calcul est cependant hors de portée de l'instrument). Le nom est donc un hommage aux anciens Grecs, qui auraient été en mesure de créer un tel objet, libérant l'homme du problème de la longitude terrestre. En effet, et c'est une mini révolution philosophique, l'appareil démontre que la solution au problème de la longitude se trouve vraiment dans le ciel.

Depuis le nom propre grec, nous dérivons d'abord Apolytarios, qui sera le nom « savant », puis le nom d'usage : Apolytère. Les noms apolyterre, apolyciel et apolymer, pour les versions terrestre, céleste et marine, ont aussi été retenus. L'objet, dans sa version apolyciel la plus élaborée, est en réalité un cadran solaire ou plus précisément un objet gnomonique de très grande précision et de haute technologie. Il est à la fois un planétarium et une sphère armillaire complète, donnant finalement un astrolabe complet à trois dimensions. Tous les mouvements du Soleil et de la Lune peuvent être suivis fidèlement. En particulier, les coordonnées écliptiques y sont d'une grande importance. Il deviendra parfaitement clair d'une part que le système géocentrique est loin d'être absurde, d'autre part que passer d'un système de coordonnées à un autre est un simple jeu de l'esprit.

Je tiens à dire que je n'ai pas réellement inventé cet instrument hors normes. Sans ma pratique de la méditation sans objet, je n'aurais jamais eu l'idée de chercher quoi que ce soit de ce type. C'est parce que j'avais déjà créé un apolyterre superbe - une boule de granite noir de 80 cm de diamètre, avec méridien mobile pour l'heure et la date, mais aussi indicateur d'azimut (Az) et de hauteur (h) - que j'ai pu aller plus loin, sans réfléchir ! L'objet m'est apparu soudain en esprit, complet, avec tous les détails, qui m'ont donné bien du mal par la suite. Il a fallu surmonter de nombreux obstacles techniques et astronomiques pour arriver au bout du chemin. La revue *L'Astronomie*, en deux articles, a publié de nombreuses explications en février et mars 2009 et dans le périodique Cadran-Info de 2009 fut publié un article presque exhaustif. Il faudrait au minimum 30 pages pour venir à bout de l'instrument et ce n'est pas possible dans cette revue...

Contentons-nous d'expliquer rapidement comment il est possible d'obtenir une telle précision. Notons tout d'abord que la précision théorique de tout cadran solaire est absolue, puisqu'il est une « petite Terre ». Mais ce n'est que de la théorie. La pratique est une autre histoire, que voici : une lentille astronomique projette une belle image du Soleil sur un écran adéquat muni d'une échelle graduée en secondes. Il suffit alors de bien régler le tout et d'attendre que l'image du Soleil se projette exactement au centre de l'écran pour donner le top fatidique, qui fera n'en pas croire leurs yeux aux personnes regardant leur montre électronique. La seconde est vraiment atteinte, et ce dès que le Soleil illumine l'objet, du matin au soir, toute l'année, et pas seulement comme une méridienne, aussi grande fût-elle. Avec une lentille plus grande, le quart de seconde est atteignable, et c'est ce que je me propose de faire pour deux cadrans solaires « jumeaux » (sis chacun dans une des villes jumelées Haigerloch en Allemagne et Noyal-sur-Vilaine en France), qui seront toutefois beaucoup plus simples d'emploi : il n'y aura que le méridien mobile et l'équipage de déclinaison à régler. Le ciel étoilé, l'écliptique, la recherche de Az et h et bien d'autres particularités seront supprimés.

L'apolyciel de Balingen permet de déterminer plus de 70 valeurs astronomiques ou géographiques. La photo ci-dessous montre bien la lentille et l'image du Soleil au centre de l'écran. Il est facile également de voir l'écliptique réglable, le ciel étoilé transparent avec environ 800 étoiles, le globe terrestre, l'axe Nord-Sud, le réglage en déclinaison, l'équateur céleste et le méridien mobile double supportant le chariot de déclinaison avec la lentille et l'écran.

Je ne résiste pas à expliquer très rapidement le principe pour trouver la longitude du lieu. Si vous observez très précisément la photo, vous verrez que l'image du Soleil est parfaitement centrée horizontalement, mais un peu décalée verticalement. L'objet a été réglé pour une certaine date, mais comme s'il était sur le méridien de Greenwich. Comme il y a un écart d'environ 9° avec Greenwich, il y a un décalage d'environ 25 minutes avec Balingen. Et pendant ces 25 minutes, la déclinaison du Soleil, bien évidemment, continue à se modifier, comme elle le fait en permanence (la Terre tourne sans cesse autour du Soleil).



L'Apolytarios : le cadran le plus précis du monde !

Et c'est cet écart qui permet de déduire la longitude terrestre. Dans combien de temps la déclinaison solaire aura-t-elle cette valeur à Greenwich ? Les tables calculées spécifiquement (modèle Excel programmé en VBA) donnent la réponse : dans environ 25 minutes. C'est donc l'écart, soit environ 9° avec le méridien de référence, et il n'a pas fallu pour cela consulter sa montre !

Vous voulez faire encore mieux ? Excellent, je serai le premier ravi de devoir me remettre à l'ouvrage. Cet objet a remporté le premier prix, catégorie professionnels, du concours international de Bologne « Le Ombre del tempo » en 2010.

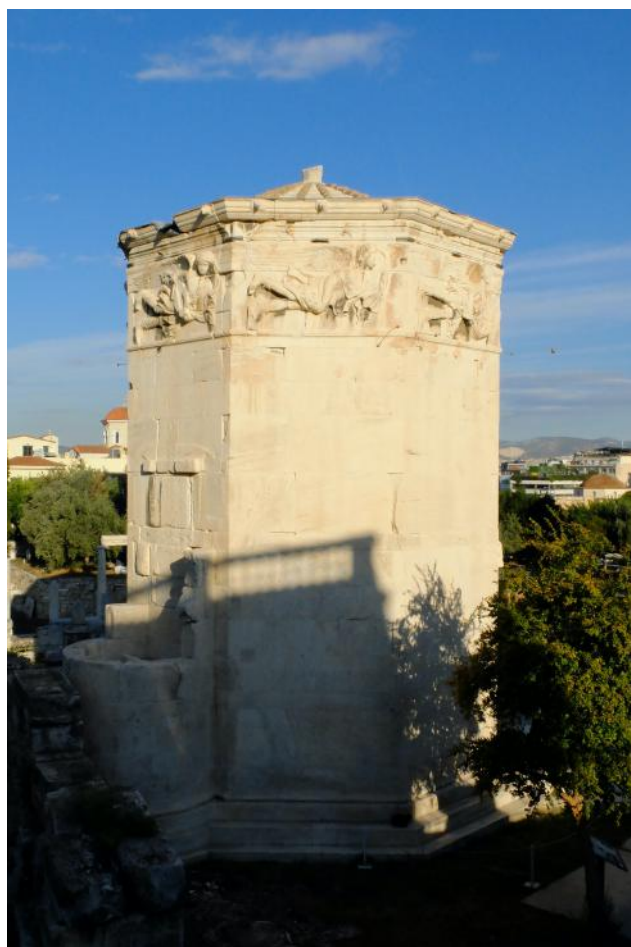
Yves Opizzo yves@opizzo.de est astronome amateur depuis toujours et se consacre professionnellement depuis 1987 à la gnomonique, la science des cadrans solaires, en Allemagne (<http://opizzo.de/>). En 2008, il a publié son quatorzième livre sur les cadrans solaires.

LA TOUR DES VENTS D'ATHÈNES

Jean-Luc Astre

La tour des Vents d'Athènes (Grèce), appelée aussi horloge d'Andronicos, est une horloge antique monumentale, située sur l'Agora romaine. Cette tour octogonale de 12 m de haut est présumée avoir été construite au premier siècle avant notre ère.

Chacune des huit faces du monument est dédiée à l'un des huit vents principaux, sculptés dans une attitude de vol. Les divers attributs de ces huit sculptures, portant des ailes à leurs épaules, indiquent la nature des vents qu'elles représentent. Les huit faces du monument sont pourvues d'un cadran solaire situé juste au-dessous des reliefs sculptés.



Aperçu des faces sud, sud-est et est (de gauche à droite) ; on aperçoit les vestiges du réservoir de la clepsydre au pied de la face sud.

Deux portiques corinthiens, au nord-est et au nord-ouest, donnaient accès à l'horloge hydraulique dont on peut voir au sol les traces de la cuve circulaire et des canalisations. Celles-ci communiquent avec un réservoir cylindrique extérieur assez bien conservé, visible du côté sud, qui alimentait l'horloge.

On peut supposer que les cadrans solaires permettaient de régler la clepsydre chargée de donner l'heure la nuit et par temps couvert. Les tracés des cadrans sont encore visibles (parfois difficilement) ; ils correspondent à des heures dites inégales ou antiques. En effet, dans l'Antiquité, la journée était divisée en douze heures, du lever au coucher du soleil, quelle que soit la saison. Les heures sont donc longues en été et courtes en hiver. Évidemment, la nuit c'est le contraire.

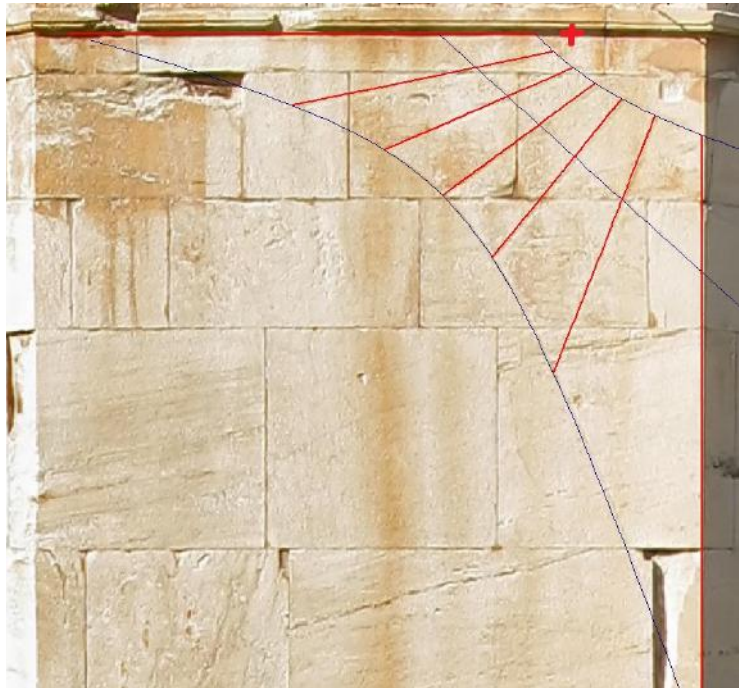
Les styles sont orthogonaux au plan du cadran. C'est l'ombre de l'extrémité des styles qui donne l'heure. Suivant l'heure et la saison, cette ombre peut sortir des cadrans, ce qui explique la présence des huit cadrans. On est certain qu'au moins l'un d'entre eux marquera l'heure.

Au cours d'un voyage récent à Athènes, la photo prise en lumière rasante de la face sud-est (bien en face du centre du cadran, pour ne pas déformer les perspectives), laisse deviner les tracés originaux. On a ensuite superposé sur la photo le tracé obtenu par le logiciel de gnomonique Cadsol (<https://cadsol.web-pages.fr/>).

La précision du tracé des heures inégales, des arcs diurnes, des solstices, et de l'équinoxe, est impressionnante. On ne sait pas quel était le procédé utilisé par l'architecte du monument, mais on peut remarquer qu'il a fallu attendre la Renaissance quinze siècles plus tard pour retrouver une technicité comparable.



Face sud-est : les tracés originaux sont encore visibles en lumière rasante ; la place du style est très approximative ...



Cadran sud comportant un tracé des heures antiques et des arcs diurnes des solstices et des équinoxes. Si on place le style sur la croix rouge, les tracés obtenus par Cadsol peuvent être superposés aux tracés d'origine. La fin de la sixième heure (midi) correspond bien à l'angle du monument.



Modélisation en 3D : les fichiers au format stl, générés avec Cadsol, ont été assemblés avec le logiciel Vectary. Il suffit de scanner le QR Code pour obtenir une visualisation en 3D. On peut aussi utiliser le lien : <https://app.vectary.com/p/3VsyFCyM4W6GkPm0R2H5Lb/>

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 du logiciel de tracé de cadrans solaires Cadsol <https://cadsol.web-pages.fr/> dans les années 90. Les premières versions ont été commercialisées par l'Association Française d'Astronomie (AFA). Le logiciel est désormais libre et gratuit et continue à faire l'objet de mises à jour et d'améliorations (notamment au niveau de la 3D, de l'ombre du style, et de l'animation).

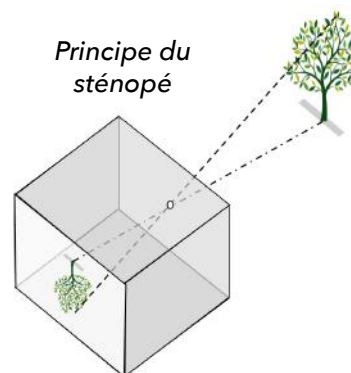
CADRANS SOLAIRES À CHAMBRE OBSCURE

Roger Torrenti

Un « cadran solaire à chambre obscure » ? De quel mystérieux type de cadran solaire veut-on parler ?

Rappelons tout d'abord ce qu'est une **chambre obscure** encore appelée camera oscura (du latin camera obscura), ou enfin... **chambre noire**. On désigne par ce terme un objet (typiquement une boîte cubique) équipé au centre de l'une de ses faces d'une lentille et d'un diaphragme, ou tout simplement d'un trou. Dans ce dernier cas on parle de **sténopé**, terme qui désigne en fait un trou dans une plaque (du grec opê, trou).

Le principe d'un sténopé est simple : une image extérieure au sténopé (une vue, un décor, etc.) se retrouve projetée à l'intérieur du sténopé sur le plan parallèle au plan contenant le trou (schéma). Attention, cette image projetée est inversée (gauche/droite) et renversée (haut/bas) et les parois intérieures doivent être d'un noir mat afin que la lumière ne se réfléchisse pas d'une paroi à l'autre, sauf la paroi où l'image est projetée qui doit être blanche, ou mieux translucide (papier calque par exemple).

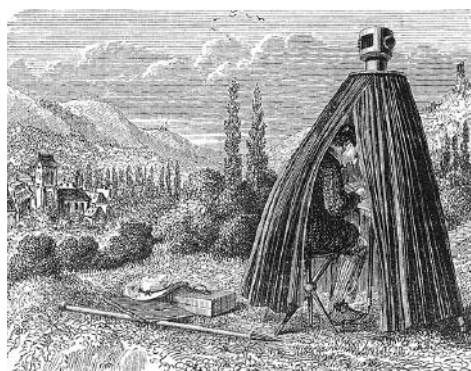


Un sténopé, sous la forme d'une petite boîte en carton, est facile à réaliser (même par des enfants). L'observateur, face à l'image projetée, prendra soin de se couvrir d'une toile ou d'une couverture permettant d'assurer la meilleure obscurité...

On peut aussi réaliser un sténopé dans sa chambre... obscure (ou plutôt obscurcie) : il suffit de bien obstruer la fenêtre de sa chambre tout en laissant au milieu un trou de 1 à 2 cm de diamètre, et de calfeutrer également les portes de communication. Effet saisissant garanti, surtout si le mur où se projette l'image est blanc.

L'invention du sténopé remonte au moins au IV^e siècle avant notre ère (il est étudié par le Chinois Mozi puis le Grec Aristote), et son principe a été amélioré pendant la période médiévale arabo-musulmane par Alhazen. Puis, on commença à équiper le trou du sténopé d'une lentille et plus tard d'un diaphragme (pour améliorer la netteté et la profondeur de champ), voire à placer à l'intérieur un miroir à 45° (pour redresser l'image). Ces améliorations, du sténopé à la chambre noire, ont permis son utilisation par des astronomes, notamment pour l'étude des éclipses et taches solaires, mais aussi par des topographes ou des artistes comme Vermeer, pour travailler à partir de représentations fidèles de l'environnement ou du portrait qu'ils avaient choisi.

On peut réaliser une « chambre noire » dans un local dédié, comme une tente. Au XIX^e siècle, on pouvait ainsi rencontrer au cours d'une promenade un savant ou un artiste enfermé dans une tente étanche à la lumière, au-dessus de laquelle était disposé un « périscope » (un tube coudé, percé d'un trou vers l'extérieur et équipé d'un miroir à 45° au niveau du coude), et « recopiant » l'image du paysage extérieur projeté sur une table horizontale. Et l'on trouve aujourd'hui de telles **camera obscura** (nom anglais) dans des lieux publics de nombreuses villes, notamment près du méridien d'origine, à l'Observatoire royal de Greenwich à Londres.



Dans un livre de physique du XIX^e siècle, cette chambre obscure transportable est présentée comme aide au dessin

Bien entendu, cette chambre noire, dont l'usage s'était répandu, a donné naissance à la photographie. Le français Nicéphore Niépce utilisa une chambre noire pour son invention de la photographie au début du XIXe siècle, une plaque sensible à la lumière étant disposée à la place du plan de la boîte où l'image se réfléchit.

Bon, nous avons vu ce qu'est une chambre noire ou, comme nous l'appellerons désormais par son autre nom, une « chambre obscure », mais que viennent faire ici les cadrans solaires?

Remarquons tout d'abord que le trou de la chambre obscure rappelle les œilletons dont certains cadrans solaires, notamment les méridiennes murales ou horizontales, sont équipés, afin d'améliorer la lecture de la position de l'ombre sur la table du cadran.

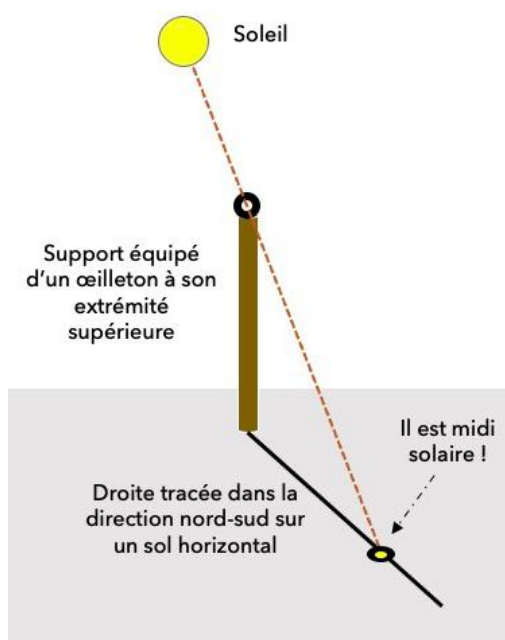
Les gnomonistes ont sans doute fait ce parallèle assez vite, en concevant dès le XVe siècle des « cadrans solaires à chambre obscure », dans des bâtiments suffisamment obscurs, en l'occurrence des églises. Ces cadrans étaient en fait des méridiennes (il était difficile de tracer un cadran solaire entier sur le sol de l'église...), composées donc essentiellement d'un trou placé en hauteur dans une paroi de l'église et d'une ligne au sol.

On peut encore observer ces méridiennes dans de nombreuses églises. Elles sont faciles à tracer et à lire, même si la tache solaire au sol est une ellipse (projection d'un cercle sur un sol non perpendiculaire au plan de l'œilleton) de dimension assez importante, mais dont on sait calculer les caractéristiques bien sûr : dimensions précises, brillance des différentes zones de l'ellipse, etc.

« Cadran solaire à chambre obscure » : un nom bien savant en résumé pour un type de cadran somme toute assez simple : une méridienne d'église... Quoi qu'il en soit, si vous croisez ce terme dans vos lectures ou vos discussions, vous ne serez pas pris au dépourvu !

Et vous pourrez toujours essayer de concevoir un type de « cadran solaire à chambre obscure » qui ne soit pas une méridienne d'église. Le champ des possibles est vaste !

Principe d'une méridienne extérieure



Principe d'une méridienne d'église



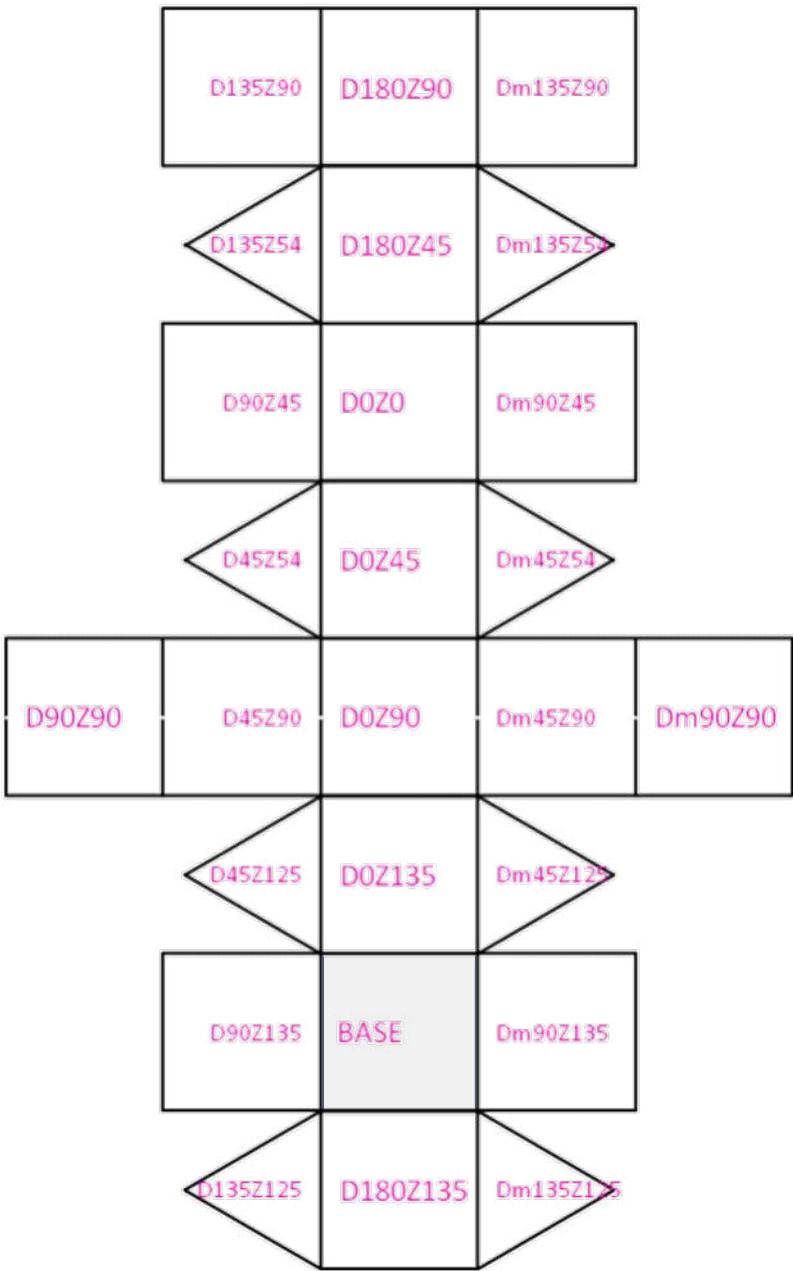
Roger Torrenti (roger@torrenti.net) est le responsable éditorial du présent magazine et l'auteur du MOOC cadrans solaires (<https://www.cadrans-solaires.info>).

CONSTRUIRE UN CADRAN RHOMBICUBOCTAÉDRIQUE

Pierre-Louis Cambefort

PRÉSENTATION DU CADRAN SOLAIRE RHOMBICUBOCTAÉDRIQUE

Des cadrans solaires sont tracés sur chacune des faces du « rhombicuboctaèdre », un polyèdre à 26 faces (18 faces carrées dont 1 face correspondant au socle) et 8 faces triangulaires.



Représentation plane d'un rhombicuboctaèdre avec indications pour chaque face de sa déclinaison gnomonique D (azimut de la perpendiculaire à la table du cadran, compté depuis le Sud : >0 vers l'ouest, <0 vers l'est) et de son inclinaison Z (angle entre cette normale et la verticale du lieu)



Le cadran rhombicuboctaédrique du mont Sainte-Odile dans le Bas-Rhin (France)



Petit cadran rhombicuboctaédrique de la fin du XVIe siècle exposé au musée Württemberg de Stuttgart (Allemagne)

ÉTAPES DE CONSTRUCTION

ÉTAPE 1 - Découper 18 carrés et 8 triangles dans du carton fort : côtés de 20 cm (pour chaque carré et chaque triangle) pour permettre de coller les résultats des calculs sortis de l'imprimante en format A4.



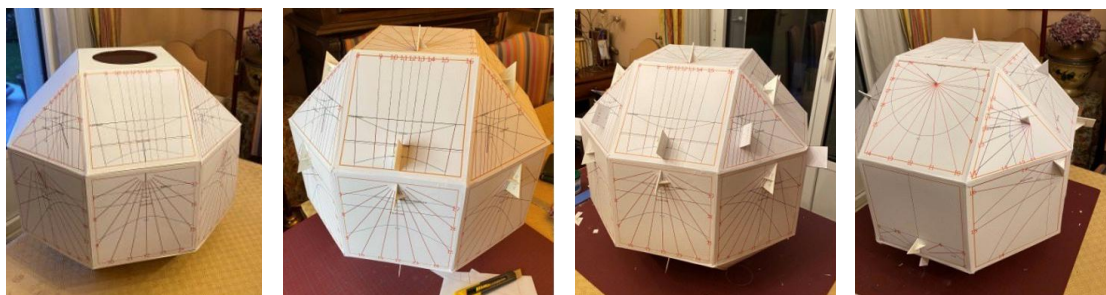
Faire les éléments de jonction entre les différentes faces par du papier « fort ».

Prévoir 4 faces trouées pour pouvoir passer les mains et faire la construction en assemblant à partir de la base : des pinces sont bien utiles... Temps de séchage à respecter, fonction de la colle utilisée.

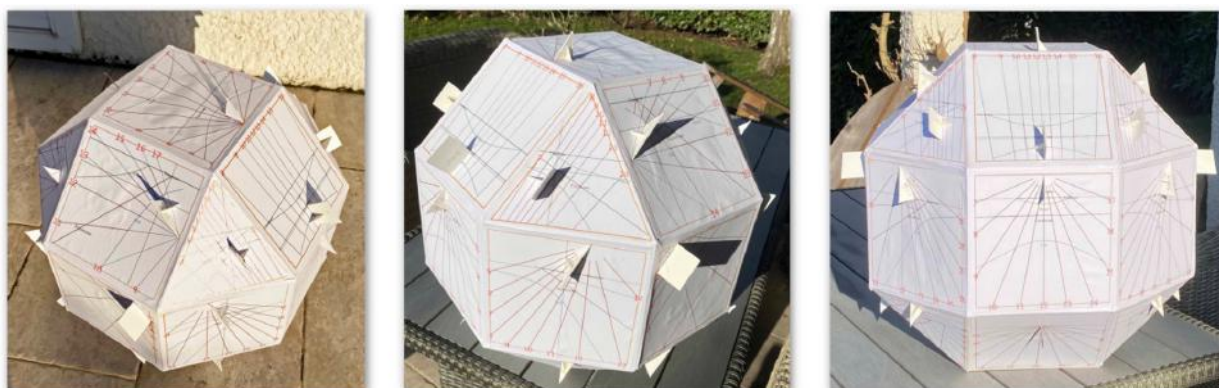


ÉTAPE 2 - Calcul de chaque cadran avec le logiciel VBA Excel (d'autres logiciels peuvent bien entendu être utilisés), en fonction de sa déclinaison gnomonique et de son inclinaison. A mettre à l'échelle : définir une échelle de 18 cm et réaliser tous les cadrans à cette échelle. Coller chaque figuration de cadran sur la bonne face : avoir de la rigueur !!!

ÉTAPE 3 - Rhombicuboctaèdre terminé, après collage avec colle à bois à prise rapide : éviter les bulles, lisser et surtout pas trop de colle à bien étendre....



ÉTAPE 4 - Rhombicuboctaèdre éclairé par le soleil d'hiver, beaucoup de faces ne sont pas éclairées et il nous faudra attendre l'été...



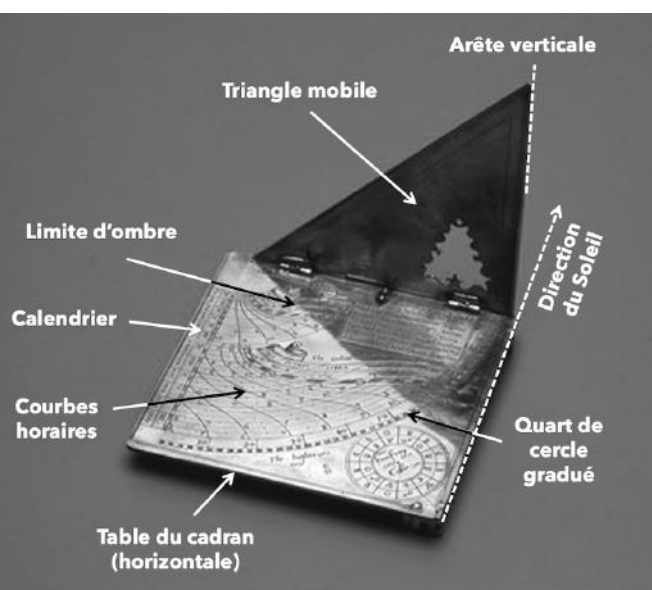
Pierre-Louis Cambefort (pierre-louis.cambefort@orange.fr), ingénieur, artiste, et gnomoniste a été présenté en détail dans le n°1 du magazine, section « Parole à un gnomoniste ».

UN CADRAN DE HUMPHREY COLE À DÉCOUPER

David Alberto

On doit ce cadran solaire de hauteur assez original à Humphrey Cole, un facteur d'instruments scientifiques actif dans la seconde moitié du XVI^e siècle. Le *Science Museum* de Londres en possède un exemplaire original en argent.

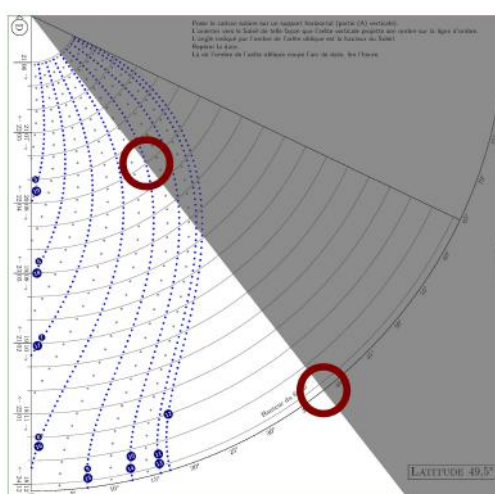
Il consiste en une table horizontale comportant un arc de cercle gradué de 0 à 90°, dans lequel figurent des courbes horaires. Sur l'un des côtés du quart de cercle se trouve un calendrier faisant correspondre des dates à des quarts de cercles de rayon différent. Un triangle, mobile autour d'un des côtés de la table peut être placé en position verticale. La conception de ce cadran implique que le triangle soit rectangle et isocèle : deux côtés de même longueur, correspondant au rayon du plus grand quart de cercle.



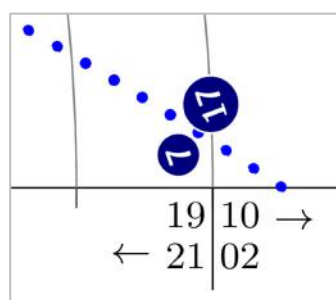
Le principe en est le suivant. On oriente le cadran vers le Soleil, et l'arête verticale du triangle projette alors son ombre sur la table horizontale. L'angle indiqué par la limite d'ombre sur les graduations est égal à la hauteur du Soleil. Pour lire l'heure, on repère le quart de cercle correspondant à la date du jour. Son intersection avec la limite d'ombre indique l'heure solaire sur le réseau de courbes horaires.

Les courbes horaires sont tracées comme sur un cadran quart-de-cercle s'utilisant verticalement avec un fil à plomb. Pour chaque date, on détermine la hauteur du Soleil pour les heures entières, et on reporte cet angle sur le quart de cercle. L'originalité réside ici dans le fait que la hauteur du Soleil - un angle défini verticalement - se trouve projetée sur la table horizontale par le triangle isocèle en surplomb.

Dans la version que je vous propose dans cet article, le quart de cercle le plus petit correspond au solstice d'été et le plus grand au solstice d'hiver (H. Cole a fait le choix inverse). Comme tous les cadrans de hauteur, celui-ci nécessite de savoir si l'on est le matin ou l'après-midi, puisque le Soleil atteint une hauteur donnée deux fois par jour. Il donne également les heures de lever et de coucher du Soleil en fonction de la date, par lecture directe et même par temps couvert !



Lecture, sur le cadran vu de dessus, de la hauteur du Soleil (cercle rouge du bas) et de l'heure solaire (cercle rouge du haut).



La courbe horaire 7h-17h, sur ce cadran tracé pour une latitude de 49,5° atteint le bord du cadran (hauteur 0°) aux alentours du 24 octobre et du 16 février. À ces dates, le Soleil se lève donc vers 7 h et se couche vers 17 h.

Sur le triangle du cadran que je vous propose d'imprimer et de découper, j'ai ajouté un graphique d'équation du temps, qui vous permettra de retrouver l'heure légale de la montre à partir de l'heure solaire.

La lecture de la table d'un tel cadran est propice à divers commentaires d'ordre pédagogique sur la hauteur du Soleil au cours de la journée et de l'année :

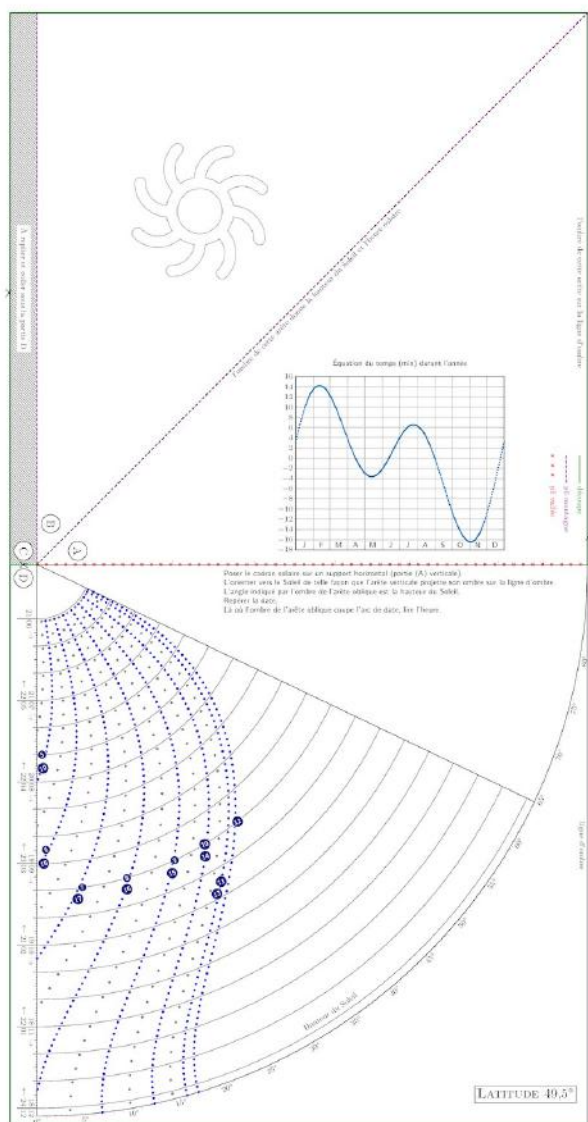
- l'angle utile maximal donne la hauteur du Soleil à midi le jour du solstice d'été : 60° à 70° en France métropolitaine. Quant à la hauteur méridienne au solstice d'hiver, elle est de l'ordre de 15° pour nos latitudes.
- on peut s'amuser à chercher à quelle heure en été le Soleil est à la même hauteur que le 21 décembre à midi.
- on remarque que la courbe horaire 6h-18h atteint le bord du cadran pour le 21 mars et le 22 septembre environ, c'est-à-dire aux équinoxes ; à ces dates le Soleil se lève à 6 h solaire et se couche à 18 h solaire (valable pour toute latitude).
- la courbe horaire 11h-13h est très proche de la courbe de midi, puisqu'à ce moment la hauteur du Soleil varie très peu (ce cadran, comme tout cadran de hauteur est donc imprécis autour de midi solaire).

Nous vous proposons de télécharger, via le lien <https://bit.ly/3ueNwdw> le tracé du cadran solaire correspondant à votre latitude. Nous mettons en fait à disposition les tracés pour les latitudes entières de 41° à 51° , ce qui couvre la France métropolitaine, la Suisse et la Belgique. A noter que pour une latitude inférieure à 49° (Rouen), la ligne 4h-20h ne figurera pas sur le cadran.

Après impression sur papier bristol, vous aurez besoin d'une paire de ciseaux, d'une pointe de compas (pour marquer nettement les plis) et de colle.

INSTRUCTIONS DE MONTAGE (elles se retrouvent sur le cadran lui-même)

- Découper selon le tracé vert.
- Marquer les plis vallée et montagne (avec la pointe d'un compas).
- Plier le triangle A à 90° de la partie D.
- Plier la partie B et la coller contre le triangle A.
- Plier la partie C et la coller sous la partie D, en maintenant le triangle A relevé à 90° de D.
- Pour plus de rigidité, on peut coller la partie D sur un carré de carton fort.



Professeur de physique-chimie en lycée, David Alberto (www.astrolabe-science.fr) s'est lancé dans l'astronomie à l'occasion d'une école d'été du CLEA, en s'intéressant tout particulièrement aux instruments astronomiques anciens.

UN CADRAN SOLAIRE CLÉ EN MAIN POUR LA CLASSE

Joël Petit

L'activité proposée dans cet article s'inscrit dans une séquence pédagogique (voir articles parus dans les n° 1 et 2 de ce magazine) réalisée avec des élèves de 6° (cycle 3). Elle est l'aboutissement des travaux menés par les élèves afin d'étudier et de comprendre le mouvement diurne de notre planète au travers de l'observation du mouvement apparent du Soleil au cours d'une journée. Cette observation se fait, pour des raisons de sécurité évidentes, par l'intermédiaire de l'étude de la taille et du déplacement de l'ombre produite par un « gnomon » placée sur une rose des vents convenablement orientée.

Cependant, elle peut être proposée de manière indépendante et peut même constituer une activité amorçant de plus amples travaux autour de l'étude de la gnomonique et la réalisation de divers cadrans solaires. « Mais en fait, le gnomon c'est un peu comme un cadran solaire ! » est la remarque qui revient le plus souvent lorsque les élèves étudient l'ombre d'un gnomon au cours d'une journée. Cette remarque est généralement suivie d'un « frisson » qui parcourt l'assemblée à l'idée d'entrevoir le principe de cet objet fabuleux et « magique » qu'est un cadran solaire pour un enfant.

Après avoir expliqué qu'en effet, un cadran solaire fonctionne sur le même principe qu'un gnomon mais qu'afin de « lire l'heure », il faut faire quelques adaptations, comment faire autrement que de proposer la réalisation d'un tel objet scientifique en classe ? Dans le but de concilier appétence pour les sciences et contraintes liées à une programmation horaire raisonnable, le choix a été fait de proposer la réalisation d'un cadran solaire équatorial « clé en main » (voir Annexe).

La construction et la mise en œuvre de ce cadran solaire est prévue pour durer une séance de 30 minutes environ et ne nécessite que peu de matériel par élève : une pique à brochette en bois (10 cm), deux perles en bois, la table du cadran imprimée sur une feuille cartonnée, de la colle et des ciseaux.

Une fois le matériel distribué, la mise en œuvre est rapide (voir Annexe) et les élèves préparent, en quelques coups de ciseaux et de bâtons de colle, la table du cadran.

L'insertion du style ne nécessite guère plus de temps mais elle nécessite d'être accompagnée d'explications sur la longueur dont le style doit dépasser du côté de la face Sud du cadran. En effet, un cadran équatorial étant un cadran dont la table se situe dans un plan parallèle au plan de l'équateur, il est pédagogiquement intéressant de l'explicitier aux élèves.

Ainsi, la notion de latitude est rappelée aux élèves à l'aide d'un globe terrestre, rappel qui permet de revenir également sur les concepts d'axe des pôles et d'équateur terrestre.

Si les calculs permettant de relier les dimensions de la table, la latitude du lieu d'observations et la longueur dont le style doit dépasser face sud ne sont pas présentés aux élèves de 6°, un « mini » cadran peut être posé sur le globe afin de clarifier les choses.

Les élèves mesurent alors la « bonne » longueur dont le style doit dépasser du côté de la face Sud (voir Annexe pour les latitudes de la France métropolitaine).

Avant de mettre en place le cadran et de faire une première lecture d'heure au soleil, les élèves sont invités à réfléchir au « proverbe » (devise) qu'ils pourraient ajouter sur leur cadran. Certains proverbes sont présentés aux élèves (voir article du n°2 de ce magazine) afin qu'ils puissent s'en inspirer. Cette activité est très appréciée des élèves qui savent se montrer créatifs.

Quelques exemples de tels proverbes : « Ne sois pas en retard ! », « J'adore la vie alors mettez-moi au soleil », « Gare aux nuages ! », « Je passe vite, profite de ce que tu as ! », « Mets-moi au soleil », « Profitez de la vie, elle est courte ».

Enfin, le cadran solaire peut être installé, correctement orienté, dans un endroit horizontal et ensoleillé. La première lecture d'heure solaire est accompagnée et est l'occasion de tester la « fiabilité » du cadran solaire fabriqué.

Au cours de cette lecture, il est rappelé qu'il est nécessaire d'appliquer une correction pour obtenir l'heure légale (voir MOOC cadrans solaires à <https://bit.ly/3330Kiz>). Les élèves peuvent alors constater que leur réalisation indique bien, après correction, une heure proche de l'heure légale. Ce qui suscite de l'ébahissement auprès de certains, stupéfaits de pouvoir lire l'heure avec un dispositif d'une telle simplicité !

Il est à noter que la lecture, qui se fait selon la période de l'année, sur la face sud ou la face nord interpelle les élèves. Ce fait « surprenant », qui peut s'expliquer par la nature même du cadran construit (cadran équatorial), peut servir de situation déclenchante pour l'étude d'autres caractéristiques astronomiques de notre planète (inclinaison de l'axe de rotation de la Terre, angle entre le plan de l'écliptique et le plan de l'équateur, etc.).

ANNEXE

MODE D'EMPLOI ET CADRAN À DÉCOUPER Fournis aux élèves

Construire et utiliser un cadran solaire équatorial.

Principe :
Un **cadran équatorial** est un cadran solaire dont la **table** se situe dans un plan parallèle à l'équateur terrestre.
Le **style** est placé dans le **plan du méridien local (Nord-Sud)** et il est **perpendiculaire** à la **table** du cadran.
Son **inclinaison** par rapport au plan horizontal est égale à la **latitude** du lieu.

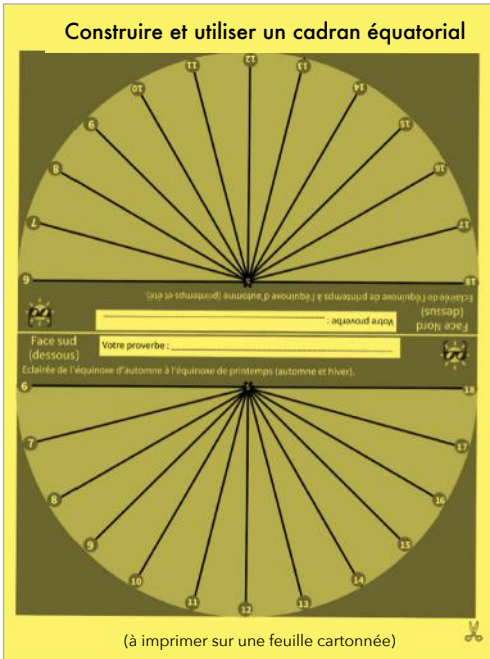
1 Préparation du cadran solaire :

- 1-Découpez les **tableaux** (face Nord et face Sud) du cadran solaire.
- 2-Pliez et collez les deux **tableaux** en les alignant au mieux.
- 3-Percez la table sur le **"S"** afin d'y introduire le **style** (pic à brochette).
- 4-Placez le **pic** à brochette en le **laissant dépasser de 3,7 cm** du côté de la **face Sud** (face du dessous) pour **Bracieux** (lat. : 47,5°N).
Adaptez la longueur du style (face Sud) selon la latitude de votre lieu d'observation (voir tableau).
- 5-Bloquez le **pic** à brochette avec des **perles** ou de la **pâte** à fixer de façon qu'il soit **bien perpendiculaire** à la **table**.

2 Installation et utilisation du cadran solaire :

- 1-Trouvez un endroit **ensoleillé** toute la journée où le **sol** est **horizontal**.
- 2-A l'aide d'une **boussole**, repérez les points **cardinaux** du lieu d'installation.
- 3-Installez votre **cadran** en **alignant** le **style** sur le **méridien** (ligne Nord-Sud) et en plaçant la **face Nord** sur le **dessus**.
- 4-Observez l'**ombre** portée par le **style** sur la **table** pour **lire l'heure "solaire"**.
- 5-Calculez l'**heure "légale"** de la montre en **ajoutant une heure (1h) ou deux heures (2h)** à l'**heure solaire** lue sur le **cadran** en fonction de la période de l'année.

Latitude	50° N	49° N	48° N	47° N	46° N	45° N	44° N
Longueur du style (face Sud)	3,30m	3,50m	3,60m	3,70m	3,80m	4,00m	4,10m



COMMENT TROUVER LA BONNE DISTANCE?

Un petit rappel trigonométrique pour déterminer, selon la latitude L , la distance D entre le centre C d'un cadran (de rayon R) et la table du cadran

$$R \cos L = D \sin L$$
$$\text{donc } D = \frac{R}{\tan L}$$

Professeur de physique-chimie dans un collège rural du Loir-et-Cher, Joël Petit Joel.Petit@ac-orleans-tours.fr est membre de plusieurs associations telles que Blois Sologne Astronomie (BSA), la Société Astronomique de France (SAF) ou le Comité de Liaison Enseignants Astronomes (CLEA).

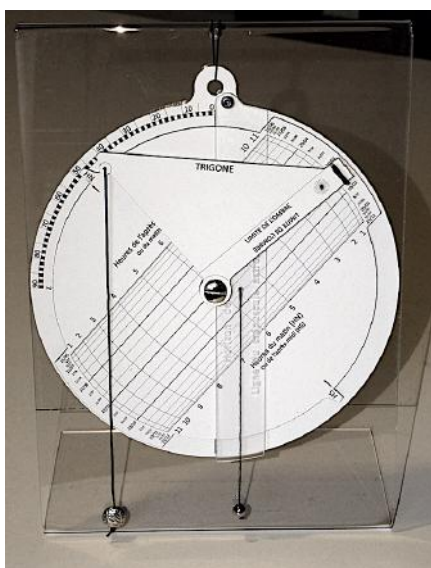
LA PAROLE À UN GNOMONISTE

Je suis venu à l'astronomie un peu par hasard, grâce à un collègue enseignant. Et je me suis tout de suite intéressé aux cadrans solaires, en particulier pour le côté mathématique (j'enseignais alors cette discipline). Je me suis amusé à trouver moi-même mes formules - calculs de déclinaison du Soleil, courbes diurnes, équation du temps... - pour ensuite dessiner des cadrans à la table traçante. C'était au tout début des années 80, au début de l'informatique dans les lycées. Tout ceci a débouché sur mon premier cadran en dur, le plus abouti, réalisé avec Paul de Divonne pour un observatoire amateur de la région dijonnaise et inauguré en 1991 : il s'agit d'un cadran donnant l'heure TU, donc corrigé de la longitude et de l'équation du temps. Pour éviter les courbes en huit dont la lecture n'est pas facile, nous avons réalisé deux cadrans, l'un utilisable en hiver et au printemps, l'autre en été et en automne.



Pierre Causeret présentant ses réalisations à une journée de la Commission des cadrans solaires (SAF) en 2019

Lorsqu'on essaie de partager sa passion et d'expliquer le fonctionnement d'un cadran solaire, on s'aperçoit que le sujet n'est pas simple pour le grand public. Pourquoi dans un cadran classique, le style doit-il être parallèle à l'axe de la Terre ? Pourquoi les graduations sur un cadran vertical ne sont-elles pas régulièrement espacées ? Je me suis alors intéressé aux maquettes permettant de comprendre la gnomonique en réalisant une exposition avec Bernard Simon pour le musée de Châtillon-sur-Seine à l'occasion de l'inauguration de leur méridienne rénovée. Je continue à utiliser régulièrement ces maquettes lors d'animations publiques.



La « sphère plate universelle » réalisée en découpe laser

Une fois que l'on a conçu un cadran solaire, il n'est pas toujours facile de le fabriquer proprement, en particulier lorsque l'on n'a pas l'outillage nécessaire. Et comme il se trouve qu'il existe une entreprise de découpe laser pas très loin de chez moi, j'ai décidé de me lancer dans de petites séries en créant au passage mon autoentreprise (ces réalisations sont présentées sur le site www.astromaquettes21.com). Ma première réalisation fut un cadran donnant directement l'heure légale que j'intitulais « montre cadran solaire ». Il s'agit d'un cadran équatorial avec une couronne réglable permettant d'intégrer le décalage en longitude ainsi que l'heure d'été et l'heure d'hiver. L'équation du temps est obtenue en projetant l'image du Soleil sur une courbe en 8. Ma seconde série fut un cadran de Pierre Apian (1495-1552) que m'avait fait découvrir Véronique Hauguel : « la sphère plate universelle ». Il s'agit d'un cadran de hauteur fonctionnant à n'importe quelle latitude,

aussi bien dans l'hémisphère nord que dans l'hémisphère sud. Une belle invention, pas très facile à manipuler pour avoir l'heure avec précision, mais d'une grande ingéniosité. J'espère trouver le temps à l'avenir pour réaliser d'autres cadrans.

Pierre Causeret (pierre.causeret@orange.fr)

LA PAROLE À UNE CADRANIÈRE

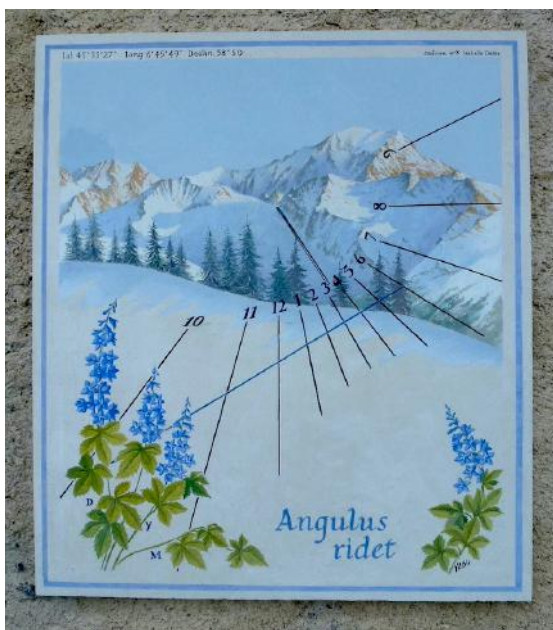
Je vis en Savoie (France), et plus précisément dans la superbe vallée de Peisey-Nancroix, dans le Parc national de la Vanoise. Artiste peintre, je réalise des aquarelles et des huiles et acryliques, mais aussi des illustrations, des affiches, des tables d'orientation, des décors architecturaux, des peintures murales, des trompe-l'œil et... des cadrans solaires.

Ayant suivi des formations sur la restauration des décors pour le patrimoine, j'ai toujours orienté mon métier sur ce qui me fait rêver, la nature, la poésie, la beauté. Le cadran solaire, par sa fonction, symbolise un temps révolu et le lien que nous avons avec l'Univers, il nous ramène au minuscule petit point que nous sommes. Son esthétisme ou sa simplicité témoigne de la vie des gens et c'est ce qui me touche.

En tant qu'artiste, je ne pouvais donc pas résister à l'envie d'en créer un et ma première expérience se concrétisa sur la maison de mes amis, au Noyeray en Savoie. Pour cela, j'ai lu et relu plusieurs ouvrages ; celui qui m'avait le plus aidée, « Midi au soleil », faisait la part belle à la géométrie, plus accessible pour moi que l'algèbre !

Un enduit à la chaux, des relevés sur place, des tracés, un décor, la mise en place du style, une devise et voilà le « premier-né » d'une quinzaine, dont le second fût celui de ma maison pour lequel j'avais entretemps un peu amélioré la précision.

Ma plus belle restauration est celle des cadrans ouest et est du Carmel du Reposoir en Haute-Savoie. Ces derniers, très dégradés, n'avaient plus de styles, les décors, les lignes horaires et les chiffres étaient partiellement effacés. La restauration des décors ayant été confiée à l'une de mes collègues, mon travail fût de restituer le fonctionnement des cadrans ce qui me semblait techniquement compliqué : il me manquait des connaissances et mon intervention n'aurait pu tolérer aucune erreur... C'est ainsi que j'ai demandé une assistance auprès de la Commission des cadrans solaires et que Gilbert Vincent, qui est physicien, a accepté de m'aider. Une riche expérience technique pour l'un et l'autre car les deux cadrans fonctionnent de façon synchronisée avec le troisième qui est plein sud.



En Savoie, les cadrans sont souvent très sobres et, connaissant la richesse des décors de ceux du Queyras peints par les cadraniers venus du Piémont, l'envie de laisser mon empreinte d'artiste était forte.

Mon cheminement dans le monde des cadrans est passionnant, j'apprends à chaque fois un peu plus et j'espère que d'autres projets suivront.

Isabelle Desse

desseisabelle28@gmail.com

<https://www.isabelledesse.com/>

Cadran réalisé par Isabelle Desse à Peisey-Vallandry en Savoie

ZOOM SUR...

UN CADRAN SOLAIRE

Ce cadran figure dans le *Guinness des records* en tant que *Cadran solaire le plus cher du monde*. Il est situé à Yanggu en République de Corée, un pays réputé pour ses cadrans solaires, notamment de type hemispherium. Il aurait coûté près de 600 000 €, sa réalisation nécessitant plus de 4 kilos d'or et 8 tonnes de bronze...



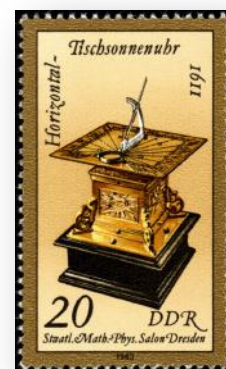
UNE CARTE POSTALE

Un cadran solaire accompagné d'un trompe-l'œil représentant le cadranier achevant de peindre son œuvre (Musée du temps, Briançon, France). Elle fait partie d'une collection de cartes postales que l'on peut envoyer gratuitement par email depuis <https://bit.ly/3zsk1pd>.



UN TIMBRE

Un timbre de la République démocratique allemande (RDA) émis en 1983 (datant donc d'avant l'unification allemande de 1990), représentant un cadran horizontal de table du début du XVIIe siècle.



UNE VIDÉO

Les Vikings ont-ils utilisé, il y a plus de 1000 ans, un compas solaire (et une pierre de Soleil) pour leurs expéditions vers le Groenland et le continent américain? Une enquête résumée dans cette courte vidéo (moins de 4 min) du MOOC cadrans solaires (et une ressource pédagogique éventuelle). Flasher le QR code ci-contre ou aller à l'adresse <https://bit.ly/3pYQrVu>



ZOOM SUR...



Comment ne pas mettre en avant dans cette rubrique le logiciel Shadows de François Blateyron qui permet le calcul et le tracé de cadrans solaires de différents types et est utilisé par de très nombreux amateurs et professionnels. Il est conçu pour les plateformes Windows 10, 8.x, 7 et Vista, même s'il est possible, avec un émulateur, de le faire tourner sous Linux et Mac OS. Il est payant mais une version gratuite est proposée, offrant déjà un bel ensemble de fonctionnalités <https://bit.ly/3mXsQCt>.

**UN
LOGICIEL**



Ce livre vient d'être édité, à l'occasion de son 50^{ème} anniversaire, par le groupe d'experts spécialisé dans les cadrans solaires (Fachkreis Sonnenuhren), de la Société allemande de chronométrie (Deutsche Gesellschaft für Chronometrie). Un livre plein de souvenirs, de projets, de réalisations. Un grand bravo à ce groupe <https://bit.ly/3JlrDc4> pour sa longévité et pour son importante contribution à la science et au développement des cadrans solaires en Allemagne et au-delà !

**UN
LIVRE**

$$\sin HS = \sin DS \sin LAT + \cos DS \cos LAT \cos AH$$

$$\tan AS = \sin AH / (\sin LAT \cos AH - \cos LAT \tan DS)$$

avec
DS : déclinaison du Soleil
LAT : latitude du lieu
AH : angle horaire du Soleil

Une ou plutôt deux formules essentielles permettant à tout instant de calculer les deux angles déterminant la position du Soleil dans le ciel : son azimut AS (variant de -180° à 0° vers l'est et de 0° à +180° vers l'ouest) et sa hauteur HS (variant de 0° à 90° lorsque le Soleil est au-dessus de l'horizon).

**UNE
FORMULE**



Mind your business (occupe-toi de tes affaires)

Cette « devise » figurait sous un cadran solaire au centre des premières pièces de monnaie émises à la fondation des États-Unis d'Amérique, en 1776.

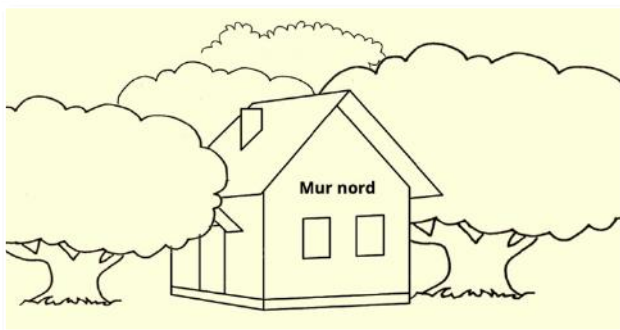
**UNE
DEVISE**

JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

UN CADRAN SOLAIRE SUR UN MUR NORD

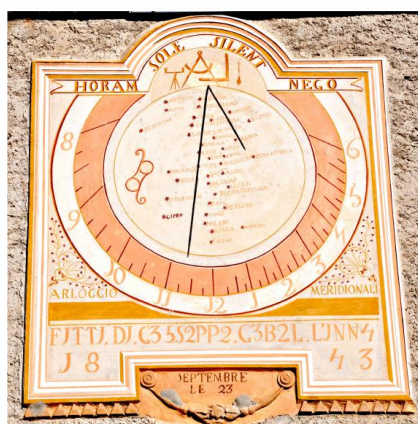
Un ami, résidant près de Genève en Suisse, a appris votre passion naissante pour la science des cadrans solaires et est épaté. Il vous demande de lui fournir le tracé d'un cadran solaire, auquel il donnera vie sur une des façades de sa maison. Mais il y a un problème... Le mur plein sud n'est pas utilisable car il est toujours à l'ombre des arbres qui ont beaucoup poussé dans le jardin depuis la construction de la maison. Même situation pour les murs plein est et plein ouest... Seul le mur plein nord, dégagé de tout obstacle, peut faire l'affaire. Vous vous apprêtez donc à tracer sur le mur nord un cadran solaire classique, tel qu'évoqué dans le MOOC cadrans solaires <https://bit.ly/3po9R6c>, avec son style parallèle à l'axe des pôles. Mais outre que le style sera « à l'envers » (il pointera vers le pôle nord céleste !), ce qui pourra paraître pour le moins curieux à votre ami, le cadran solaire ne fonctionnera au mieux que 2 heures matin et soir autour du solstice d'été (lorsque le Soleil se lève et se couche respectivement au nord-est et au nord-ouest) ! L'ami risque d'être déçu et votre réputation naissante un peu écornée... Que faire pour concevoir un cadran solaire qui fonctionnera toute l'année et épatera réellement votre ami ? (merci à Yves Opizzo yves@opizzo.de d'avoir suggéré cette devinette !)



UNE ÉNIGME

UNE MYSTÉRIEUSE SIGNATURE...

Sauriez-vous déchiffrer la curieuse signature **FJTTJ DJ G35S2PP2 G3B2L L'JNN4 J843** placée au bas du beau cadran solaire de l'église du hameau d'Entraigues, à Saint-Jean d'Arves en Savoie (France), un cadran solaire étudié dans l'ouvrage « Le rêve d'une ombre » (Burillier - 2007) de Paul Gagnaire et Yves Opizzo.



JEUX ET ÉNIGMES

UN PROBLÈME GNOMONIQUE

PLUS GRAND QUE SON OMBRE...

David Alberto avait récemment, dans un de ses posts Twitter (@David_Alb_astro), posé la question suivante : *quand l'ombre de votre silhouette sur le sol (supposé horizontal) est-elle plus grande que votre taille ?*

Saurez-vous résoudre simplement ce problème?



UN TEST RAPIDE

A PROPOS DE GNOMONS...

Un gnomon ? Cette tige qui, bien sûr, indique sur un cadran solaire l'heure par son ombre. Oui mais, pas que... Sauriez-vous trouver la bonne réponse aux questions suivantes ?

Qu'est-ce qu'un gnomon d'or?

- Un triangle aux proportions particulières?
- Le prix décerné chaque année au lauréat du concours cadrans solaires de l'association mondiale des gnomonistes (IGA)

La chirognomonie est...

- L'étude du caractère d'une femme ou d'un homme par l'examen de l'aspect de ses mains
- La possibilité, en tenant un gnomon perpendiculairement à la paume de sa main, d'y lire l'heure solaire en dirigeant la main vers le sud

Un gnomon est aussi...

- Un petit rongeur (*el gnomon*) que l'on trouve dans les forêts amazoniennes
- Une figure géométrique permettant de résoudre une équation du second degré

SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

Pour réaliser un magnifique cadran solaire qui indiquera l'heure toute l'année sur un mur nord (dans l'hémisphère nord), il suffit simplement de... concevoir un cadran solaire à réflexion ! Le miroir (de forme quelconque mais de taille réduite de préférence afin que la tâche apparaissant sur le mur soit la plus lisible possible) pourra être installé près de la toiture au bout d'une tige de longueur H perpendiculaire au mur nord. La valeur de H devra être choisie, ainsi que celle de l'inclinaison du miroir (d'un miroir vertical à un miroir légèrement) selon la partie du mur sur laquelle seront tracées les lignes horaires. Quant au tracé de ces lignes horaires, l'article consacré aux cadrans à réflexion dans le numéro 2 du magazine vous aidera !



UNE ÉNIGME

Le cadranier était probablement un amateur de messages chiffrés... De toute évidence le cryptogramme FJTTJ DJ G35S2PP2 G3B2L L'JNN4 J843 ne comporte pas de voyelles. L'idée peut venir alors de remplacer les chiffres par des voyelles, avec logiquement et simplement A pour 1, E pour 2, I pour 3, etc. cela donne FJTTJ DJ GIUSEPPE GIBEL L'JNNO J843. Seuls les J restant à remplacer, mais on peut finalement deviner FATTA DA GIUSEPPE GIBEL L'ANNO 1843, une signature en italien (la Savoie n'a été remise à la France qu'en 1860 par le Traité de Turin). Cette phrase se traduit en français par « faite par Giuseppe Gibel en l'an 1843 », le mot « cadran solaire » en italien (*meridiana*) étant de genre féminin, mais que l'on traduira finalement, puisque l'on parle de cadran solaire ici, par :

Fait par Giuseppe Gibel en l'an 1843

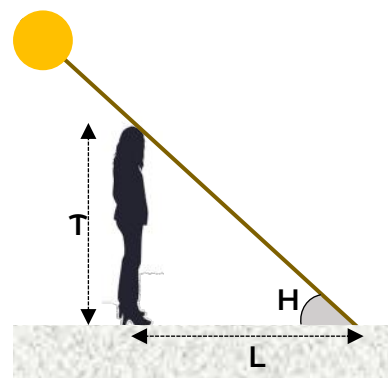
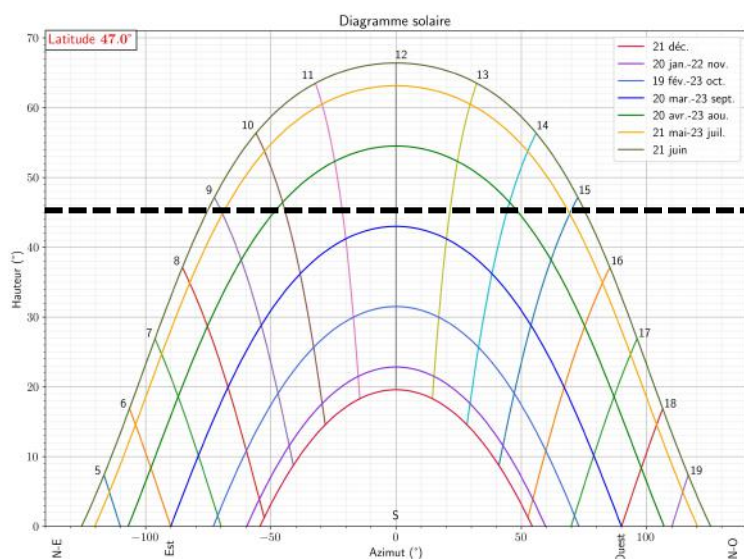


SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

UN PROBLÈME GNOMONIQUE

En fait, dans son post, David Alberto avait rendu plus facile le problème en l'illustrant du diagramme ci-dessous (à gauche) donnant les valeurs de la hauteur et de l'azimut du Soleil tout au long de l'année (pour une latitude donnée, ici 47°N). Or le schéma ci-dessous à droite permet de déduire que l'ombre de la personne sera plus grande que sa taille lorsque la hauteur du Soleil H sera inférieure à 45°. Pour savoir quand votre ombre sera plus grande que votre taille, il suffira donc de tracer le diagramme ci-dessous pour votre latitude (à l'aide par exemple de l'application en ligne <https://bit.ly/3f3pPw2>) et de tracer une droite horizontale (ici en pointillés) pour $H = 45^\circ$. Pour toutes les dates et heures figurant sous cette droite L sera plus grand que T !

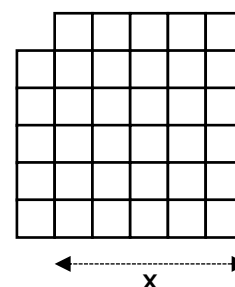
Et Yvon Massé (yvasse2@wanadoo.fr) ajoute judicieusement qu'une publication scientifique a montré que lorsque la hauteur du Soleil est inférieure à 45° les rayons UV sont suffisamment bloqués par la couche d'ozone et que des coups de soleil ne sont plus à craindre. Observez donc la longueur de votre ombre avant d'avoir recours à votre crème solaire...



UN TEST RAPIDE

Les bonnes réponses sont :

- Un **gnomon d'or** est un triangle isocèle dans lequel la longueur du « côté double » est égale à la longueur du « côté base » multipliée par le nombre d'or (soit environ 1,618)
- La **chiromnomie** est l'étude du caractère d'une femme ou d'un homme par l'examen de l'aspect de ses mains (c'est en quelque sorte la chiromancie sans sa dimension divinatoire)
- Un **gnomon est aussi...** une figure géométrique permettant de résoudre une équation du second degré. Un gnomon est en fait un parallélogramme amputé à l'un de ses bords. Si l'on considère l'équation $x^2 + 2x = 35$ par exemple, et le carré amputé ci-contre où x représente la longueur de 5 petits carrés, on retrouve dans ce carré amputé l'équation en question. Donc $x = 5$! Vous pouvez maintenant penser à d'autres équations similaires à résoudre ainsi...



CONCOURS « CADRANS SOLAIRES POUR TOUS » 2022

Nous sommes heureux de vous annoncer le lancement d'un concours **ouvert à tous** et nous espérons que vous serez très nombreux à y participer, que vous soyez curieux, amateurs ou professionnels. Afin que tous puissent y participer, nous avons choisi **4 catégories** possibles de cadrans :

- **Le cadran le plus petit du monde** (un record a été établi par l'Italien Giuseppe Ferlenga en 1999, réalisant un cadran solaire de 4mm x 6,5mm : record à battre !).
- **Le cadran le plus simple** à offrir à (et à comprendre par) un enfant.
- **Le cadran le plus 'écologique'**, utilisant uniquement les objets du quotidien, des matériaux de récupération, bref tout ce que vous n'aurez pas à acheter...
- **Le cadran le plus gourmand** (comestible et appétissant !)

Vous le voyez par le choix de ces catégories : le concours ne s'adresse pas uniquement aux scientifiques ou professionnels confirmés mais réellement à tous. **Lancez-vous !**

Votre candidature devra être envoyée par email **avant le 31 mai** à l'adresse contact@cadrans-solaires.info et devra être accompagnée :

- du prénom et du nom du créateur / de la créatrice (et de son âge s'il s'agit d'un enfant),
- d'une description brève du cadran réalisé (matières / matériaux utilisés, étapes de réalisation, dimensions, principe de fonctionnement, etc.) et du choix de la catégorie, parmi les 4 listées ci-dessus, dans laquelle vous concurrez,
- d'une ou plusieurs photos permettant de visualiser la création,
- d'une phrase autorisant la publication de ces informations dans le magazine « Cadrans solaires pour tous ».

Un jury, réunissant les membres du Comité éditorial du magazine, à l'exception bien entendu de ceux qui, parmi ces membres, souhaiteraient éventuellement participer au concours, se réunira début juin 2022 et sélectionnera les lauréats, qui seront dévoilés dans le n°4 du magazine « Été 2022 » à paraître mi-juin.

Chaque lauréat verra sa création présentée dans le magazine et recevra un diplôme certifiant son statut de « Lauréat 2022 du concours Cadrans solaires pour tous ».

Pour le cadran le plus petit du monde, il sera présenté à *Guinness World Records*.

Nous comptons sur la participation du plus grand nombre, en France, dans le monde francophone, et au-delà.





CRÉDITS PHOTOS ET ILLUSTRATIONS

- Couverture : Photo Roger Torrenti
- Page 2 : Document Wikimedia Commons (Fichier Sundial et Brno Observatory 2.jpg - Auteur Jaroslav A. Polak - Licence CC Attribution 4.0)
- Page 3 : Photo Roger Torrenti
- Pages 4 et 5 : Copies d'écran du fil Twitter @MOOC_CS
- Pages 6 et 7 : Photos et illustrations Philippe Chantant
- Page 9 : Photos Claude Gahon
- Page 11 : Photo et illustrations Celtic Wizard
- Pages 12 et 13 : Photos Lv Chuanyi, Guo Yanmai et Zhang Qiaoling
- Page 15 : Photo Yves Opizzo
- Pages 16 et 17 : Photos et illustrations Jean-Luc Astre
- Pages 18 et 19 : Illustrations Roger Torrenti - Document Wikimedia Commons (Fichier : 1858 - Gagniet (d) Quartely (g) - Cours de Physique (A. Ganot).jpg - Auteur Gagniet et J. Quartley - Domaine public) - Document Wikimedia Commons (Fichier : Église_Saint-Jérôme_de_Toulouse_-_Nef_et_Choeur.jpg - Auteur Didier Descouens - Licence CC Attribution - Share alike 4.0)
- Pages 20 et 21 : Illustration Pierre-Louis Cambefort - Document Wikimedia Commons (Fichier : [[File:Cadran solaire Mont Sainte Odile.jpg|Cadran_solaire_Mont_Sainte_Odile]] - Auteur Shloren - Licence CC Attribution-Share Alike 4.0) - Document Wikimedia Commons (Fichier : DSC03151.jpg - Auteur Daderot - Licence CC0 don universel au domaine public) - Photos Pierre-Louis Cambefort
- Pages 22 et 23 : Illustrations David Alberto - Photo sciencemuseumgroup.org
- Pages 24 et 25 : Photos et illustrations Joël Petit
- Page 26 : Photos Pierre Causeret
- Page 27 : Photos Isabelle Desse
- Pages 28 et 29: Photo Pinterest Luxurylaunches - Photo du site www.photos-provence.fr - Photo Roger Torrenti - Copie d'écran du site www.shadowspro.com - Illustrations Roger Torrenti - Document Wikimedia Commons (Fichier : [[File:1776 Continental Currency dollar coin obverse.jpg|1776_Continental_Currency_dollar_coin_obverse]] - Domaine public)
- Page 30 : Illustration Roger Torrenti - Copie d'écran du site www.sja73.com
- Pages 31 à 33 : Photo et illustrations Roger Torrenti
- Page 35 : Document Wikimedia Commons (Fichier : Gnomon-N 781-P5260352-black.jpg - Auteur Rama - Licence CC Attribution-Share Alike 3.0 fr)
- Page 36 : Photos Lv Chuanyi, Guo Yanmai et Zhang Qiaoling

Ci-dessus : règle en L datant de 1400-1350 av. J.-C. (département des antiquités égyptiennes du musée du Louvre). Tenue horizontalement et orientée successivement vers l'est puis vers l'ouest, elle permettait de marquer les heures du matin et de l'après-midi d'après la position de l'ombre de la petite partie du L sur la partie graduée de la règle.

Page suivante : ces photos sont celles représentées en vignettes dans l'article des pages 12 et 13 relatif à l'histoire des cadrans solaires en Chine. De gauche à droite et de haut en bas: le cadran découvert sur le site archéologique du xian de Togtoh ; le cadran du palais de Pékin ; le cadran découvert en 1976 à Xi'an ; le cadran du palais impérial de Shenyang ; le cadran de Qi Yanhuai reconstitué.

