

CADRANS SOLAIRES POUR TOUS

Magazine trimestriel - n° 2 - Hiver 2021-2022 - 9€





SOMMAIRE

Éditorial	3
Actualités	5
Devises et cadrans solaires - Olivier Escuder	6
Utilisation d'un « gnomon - rose des vents » en classe - Joël Petit	8
De la contemplation à la réalisation... - Éric Cousin	10
Le cadran solaire du mois... - Joël Robic	12
Utiliser un cadran solaire la nuit... - Roger Torrenti	14
Cadrans solaires du Québec - Jasmin Gauthier	16
La restauration de cadrans solaires - Didier Benoît	18
Des cadrans solaires pour un lycée - Jean-François Le Saux	20
Lire l'heure solaire... sur son plafond ! - Roger Torrenti	22
Naissance d'une vocation - Guesmia Abdelkader	24
La parole à un gnomoniste - Yvon Massé	26
La parole à un cadranier - Didier Cottier	27
Zoom sur...	28
Jeux et énigmes	30
Solutions des jeux et énigmes	32
Courrier des lecteurs	34
Crédits photos et illustrations	35

Photo de couverture : cette sculpture est en fait le style d'un cadran solaire horizontal installé dans l'espace public de Longyearbyen (Spitzberg) en Norvège. C'est la partie rectiligne droite de la sculpture qui permet d'indiquer l'heure solaire sur la table du cadran, et ce tout au long des 24 h d'une belle journée d'été, puisque nous sommes au-delà du cercle polaire arctique...

Ci-dessus : l'œuvre de l'artiste catalan Joan Miró baptisée « cadran solaire » (mais ne comportant ni style ni lignes horaires !), dans le « Labyrinthe Miró » de la Fondation Maeght à Saint-Paul-de-Vence (France).

ÉDITORIAL

Le lancement d'un magazine est toujours un pari mais vous avez été des centaines à télécharger le n°1 de ce magazine et c'est bien entendu un encouragement pour poursuivre l'aventure et vous présenter ici le n°2.

Vous avez également été nombreux à nous proposer des articles (le magazine comportera dorénavant 4 pages de plus que le n°1) et à nous faire part de vos remarques et suggestions (voir page 34). Nous vous remercions pour tout cela. Nous comptons sur vos propositions pour que ce magazine corresponde encore plus à vos attentes et contribue à la large diffusion des connaissances dans le domaine des cadrans solaires et à la promotion de ce domaine.

Enfin, c'est avec un grand plaisir que je vous informe qu'à partir du n°3 un comité éditorial, composé de spécialistes de renom, permettra d'encore mieux choisir les sujets traités, de relire et valider chaque article préparé, d'améliorer la diffusion du magazine, etc. Ce comité est composé de (par ordre alphabétique) : Doh Koffi Addor, David Alberto, Jean-Luc Astre, Pierre-Louis Cambefort, Claude Gahon, Jasmin Gauthier, Yvon Massé, Yves Opizzo et Joël Petit.

Et n'oubliez pas, le magazine est gratuit : n'hésitez pas à le faire circuler ou à donner le lien de téléchargement à vos proches et connaissances !



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. Bientôt 1 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, dans le cadre du MOOC cadrans solaires.

Responsable de la publication : Roger Torrenti

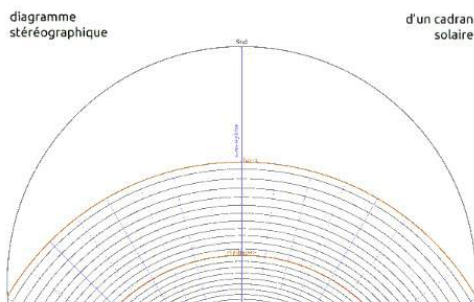
Contact : roger@torrenti.net

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 sept. ...
Bravo @David_Alb_astro pour ce travail et merci de partager le code permettant de réaliser cet intéressant diagramme stéréographique bien utile aux passionnés de cadrans solaires mais aussi aux amateurs

David Alberto @David_Alb_astro · 24 sept.
Diagramme stéréographique d'un cadran solaire plan : pour prévoir les périodes d'éclairement d'un #cadransolaire ou d'un mur, selon sa latitude et son orientation.
astrolabe-science.fr/diagramme-ster...
Tracé avec LaTeX.



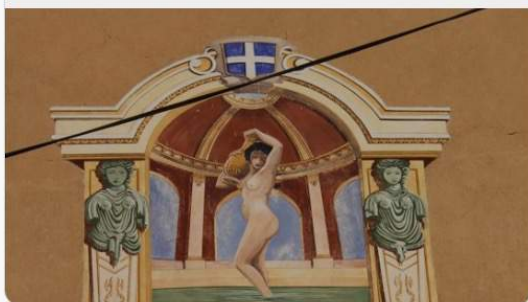
MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 24 sept. ...
Un beau cadran équatorial en Galice (Espagne) photographié autour de l'équinoxe d'automne : ce sont les 2 bords du demi-cercle gradué qui servent de gnomon (l'un le matin, l'autre l'après-midi) @relojesdesolgal ¿Dónde es eso? ¿Y cuando se construyó?

Relojes de sol en Galicia @relojesdesolgal · 23 sept.
(l)
Si o fijáis, la sombra que marca la hora se ciñe perfectamente y no se sale de la banda horaria. Otra cosa curiosa que ocurrió ayer es que la parte superior e inferior del reloj quedan en penumbra. Hasta ayer, solo recibían luz directa la parte superior y la banda horaria.



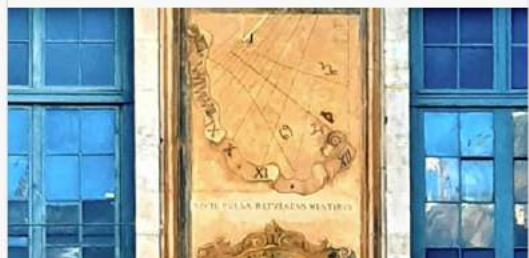
MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 29 août ...
Un beau cadran et une belle devise "Comment veux-tu voir le fond de l'eau si tu ne cesses de la remuer ?" Merci beaucoup @Artemisia72 pour ce souvenir d'Embrun, autoproclamée "ville la plus ensoleillée de France" (comment ne pas y installer de cadrans solaires ? 😊)

Michèle Tillard @Artemisia72 · 28 août
À @MOOC_CS : un cadran solaire à Embrun (05)



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 3 oct. ...
Merci beaucoup @degioanni pour le partage de cette belle photo d'un beau cadran (à ne pas manquer si vous êtes à Paris)

JFD @degioanni · 2 oct.
Dans la cour du Palais de l'Institut de France... @InstitutFrance @MOOC_CS



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 19 juil. ...
Très belle conception d'un cadran horizontal en montagne !

Autechaud Céline @AutechaudC · 16 juil.
Un cadran solaire géant !!! youtu.be/AKHTt_DbsDI
Ouvert au public depuis le 9 juillet, le mirador solaire de Tristaina, en Andorre, dominant la station d'Ordino Arcalis.



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 30 août ...
Un intéressant cadran horizontal à Pinehurst en Caroline du Nord (USA) : c'est le club de golf de l'enfant qui sert de style 😊

Pinehurst Resort @PinehurstResort · 24 août
Those days, though, he was known as Sundial Boy. He stands 17.5 inches tall and is in the Golf Lad's costume of bucket hat and baggy clothes, but without his golf bag. Since the shadow of the shaft indicated time, Richards had to make the shaft long to get the correct angle. 6/15



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 8 nov. ...
 Un cadran équatorial monumental réalisé par un groupe d'artistes vient d'être inauguré en Crimée en hommage aux victimes de la pandémie actuelle

Russia @Russia · 3 nov.
 Russia government organization
 A new work of art has graced the shores of Russia's Crimea - a 9-m high #sundial!
 It was built by the young #Tavride Art cluster participants - in dedication to those who passed away because of the pandemic.
 #InOurHearts



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 19 juil. ...
 Une intéressante ressource pédagogique nous venant du QuébecMerci pour le partage 😊

Espace pour la vie @EspacePourLaVie · 15 mai
 Avez-vous déjà remarqué le cadran solaire devant le #PlanétariumRioTintoAlcan? Cet instrument est l'un des plus anciens inventés par l'homme, il sert à indiquer le passage du temps à l'aide du Soleil. Voici comment en fabriquer un à la maison.
 ow.ly/t1n50EMLAJ



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 30 oct. ...
 A very nice one ! Where is it located?

くろはAi @KurohaAi · 30 oct.
 The biggest sundial in the country apparently? The aerial look
 Afficher cette discussion



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 11 sept. ...
 Ce n'est pas un cadran solaire mais reste néanmoins une très ingénieuse installation (en plexiglas recyclé) de l'artiste designer pierre-brault.com utilisant l'ombre solaire sur une façade d'immeuble à Paris pour transmettre un message sur le "monde d'après" ("Slow life")

Cultura Inquieta @culturainquieta · 22 août
 SLOW LIFE
 Fijaos en las sombras..
 Una intervención solar del artista francés Pierre Brault.



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 8 nov. ...
 Dans la collection en ligne de l'Université d'Oxford un intéressant cadran solaire de type scaphé datant de la fin du XVIIe siècle

History of Science Museum @HSMOxford · 4 nov.
 Wondering what this goblet has to do with #Museum30's theme of Light?
 A rare chalice #dial, it tells the time empty (Italian hours) or full (the common hour lines take account of water bending the light).
 Drinkers beware: that gnomon looks sharp ...
 ow.ly/rn55OGFrMz



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 1 août ...
 Dans les jardins du palais du Quirinal à Rome (résidence du président de la République italienne), un intéressant "bloc gnomonique" (4 cadrans solaires tracés) datant du début du XVIIe siècle

Anthony Majanlahti @antmoose · 30 juil.
 Tetracycle sundial by Francesco #Borromini, 1628, in the gardens of the Quirinal Palace. #Rome is full of surprises.



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 16 août ...
 Un exemple témoignant que la table d'un cadran solaire vertical n'est pas nécessairement rectangulaire !

Al-Aqsa Pedia @alaqsapedia · 15 août
 The Sundial of the South Trials 🇵🇸 Al-Quds



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 23 sept. ...
 Une belle façon d'utiliser ses connaissances en gnomonique qui ne permet pas que de réaliser des cadrans solaires ! 😊

Caelius @Caelius_ · 22 sept.
 L'équinoxe est l'occasion parfaite pour rappeler le génie architectural maya qui s'exprime deux fois par ans à Chichen Itza :
 À chaque équinoxe l'ombre des degrés de la pyramide de Kulkulkan est portée sur le grand escalier et donne l'illusion que le dieu-serpent descend du temple
 Afficher cette discussion



DEVISES ET CADRANS SOLAIRES

Olivier Escuder

Il est devenu très courant, depuis l'apogée des cadrans solaires aux XVIIe-XVIIIe siècles, de voir des devises associées aux cadrans solaires ornant les bâtiments publics, les églises et les habitations.

À un instrument destiné à mesurer le temps, on a ajouté une devise invitant à réfléchir sur le temps....

Citoyennes, philosophiques, morales, religieuses, humoristiques, politiques, etc. ces devises (en langue nationale, langue régionale ou latin) reflètent les convictions, voire l'humeur du cadranier ou du maître d'ouvrage du cadran solaire.

Mais combien de devises différentes recense-t-on ? Peut-on les classer en catégories ? Comment sont-elles rattachées à l'histoire, à l'évolution de nos sociétés ? Qu'expliquent-elles précisément sur la notion du temps qui passe, son interprétation dans le conscient et l'inconscient individuels ou collectifs, et les rapports que nous entretenons avec celui-ci ?

Jusqu'à très récemment, un seul ouvrage en langue française s'était réellement attaché à une étude précise des devises figurant sur les cadrans solaires français : celui de Charles Boursier, édité en 1936 (aujourd'hui difficile à trouver) : *800 devises de cadrans solaires*. Mais en 1998, la Commission des cadrans solaires (CCS) de la Société astronomique de France reprenait le flambeau et formait un groupe de travail constitué de Pierre Bacchus, Olivier Escuder, Jean Fort, Serge Grégori et Nicole Marquet.

Les objectifs fixés étaient de recenser toutes les devises inscrites sur les cadrans solaires français (y compris les départements et territoires d'outre-mer) fichés à l'inventaire de la CCS (soit plus de 15 000 à cette date), de les traduire, de rechercher toute information permettant de mieux les comprendre et de retrouver leur origine exacte lorsque cela était encore possible, de les classer en fonction de leur signification et de les publier dans un recueil les présentant une à une. Un programme ambitieux et de longue haleine...

Un travail de catégorisation s'est développé, en ayant recours à un dense réseau d'universitaires de toute discipline, des astronomes, des philosophes, des historiens, des linguistes, des littéraires, des spécialistes en coutumes régionales, des théologiens et des religieux, des cadraniers enfin, qui pouvaient donner des informations pertinentes sur les raisons qui les avaient poussés à mettre telle ou telle devise sur un cadran.

Ce sont finalement 12 catégories qui ont été retenues, réparties en sous-divisions, conduisant à 256 sous-catégories !

- Nous sommes tous égaux en droit
(sur un cadran réalisé après 1789...)
- Ah ! Que le temps passe vite
- Tempus fugit (le temps s'enfuit)
- À qui sait aimer les heures sont lumineuses
- Omni hora deum lauda (à toute heure louez le Seigneur)
- Prends garde à l'une d'elles
- Est-ce la dernière, qui le sait ?
- Quand je ne sais rien je me tais
(comme un cadran solaire sans soleil)
- Tu sortiras quand ce cadran marquera l'heure et le moment (sur un cadran dessiné par un prisonnier de la Bastille)
- Do Si Sol (je donne si le soleil donne)
- Nil novi sub sole (rien de neuf sous le soleil)
- C'est l'heure de bien vivre

*Quelques devises répertoriées
dans le MOOC cadrans solaires*

1. Devises religieuses
2. Devises philosophiques et morales
3. Devises optimistes et épicuriennes
4. La fuite du temps, la fuite de la vie
5. La dernière heure - La mort
6. Devises en relation avec l'Astronomie
7. Fonctionnement et utilité du cadran solaire
8. Les bienfaits de la lumière
9. Pensées humoristiques - Jeux de l'esprit
10. Pensées commerciales et professionnelles
11. Pensées patriotiques, politiques et historiques
12. Devises personnelles - Devises dédicaces

Les 12 catégories retenues

Une catégorisation, qui comme souvent dans ce type de travail, s'est heurtée à certaines difficultés. Par exemple, la devise « TRANSITUS UMBRAE TEMPUS NOSTRUM » (notre temps [ou vie] est le passage d'une ombre) est une devise religieuse (catégorie 1), puisque provenant du Livre de la Sagesse, mais c'est également une devise sur la fuite du temps et de la vie (catégorie 4) et doit donc figurer dans 2 catégories...

3 000 devises auront été étudiées au bout du compte, les résultats des travaux étant résumés dans l'ouvrage « Paroles de Soleil », édité en 2005 par Manuscrit-Université sous la forme de deux tomes d'environ 330 pages chacun.

« Paroles de Soleil » s'adresse à tous, aux curieux de toute nature, aux cadraniers amateurs ou professionnels à la recherche d'inspiration, à l'historien, au philosophe ou au sociologue, au linguiste ou à l'amateur d'art ou de patrimoine régional.

Il n'est bien entendu pas un simple recueil des 3 000 devises étudiées. Il présente des devises de cadrans solaires, tout en exposant les informations trouvées à leur sujet. Il permet en particulier de mesurer l'évolution de :

- la répartition des catégories par époque : au XVIIe siècle par exemple, les cadrans à devise religieuse représentaient 28 % du total, alors qu'au XXe, ce pourcentage tombe à moins de 9 %,
- la répartition des langues par époques, avec notamment la prédominance de devises en latin au XVIIe siècle, et une forte progression des devises en langues régionales au XXe,
- des sociétés : moins de devises religieuses appelant à craindre la dernière heure, plus de devises épicuriennes.

Le nombre de cadrans solaires recensés par la CCS a doublé en 20 ans, ce qui représente environ 30% de nouvelles devises non étudiées dans l'ouvrage paru en 2005. La formation d'un nouveau groupe de travail conduisant à terme à une nouvelle édition de « Paroles de Soleil » est donc logiquement considérée.

En attendant, la présente édition de cet ouvrage devrait pouvoir vous être utile pour choisir la devise que vous mettrez sur votre prochain cadran...

DEUX INVITATIONS BIEN DIFFÉRENTES À RÉFLÉCHIR SUR LE TEMPS...



À gauche, sur la façade de l'église Notre-Dame de Croaz-Batz à Roscoff dans le Finistère (France), une devise menaçante met en garde le passant : CRAIGNEZ LA DERNIERE HEURE.

A droite, sur ce cadran de l'artiste Benjamin Vautier (Ben) à Coaraze dans les Alpes-Maritimes (France), une devise en niçois LOU TEMS PASSO, PASSO LOU BEN (Le temps passe, passe le bien), la devise jouant avec le double sens de « ben » et Ben.

Olivier Escuder (oescuder@club-internet.fr) est botaniste au Muséum national d'Histoire naturelle (Jardin des Plantes) à Paris, où il est chargé d'études scientifiques et d'enseignements. Il a dirigé le groupe de travail sur les devises des cadrans solaires, au sein de la Commission des Cadrans solaires de la Société astronomique de France, tout au long de son existence (1998-2005).

UN « GNOMON - ROSE DES VENTS » EN CLASSE

Joël Petit

ÉTAPES POSSIBLES DE MISE EN ŒUVRE D'UN CADRAN SOLAIRE EN CLASSE.

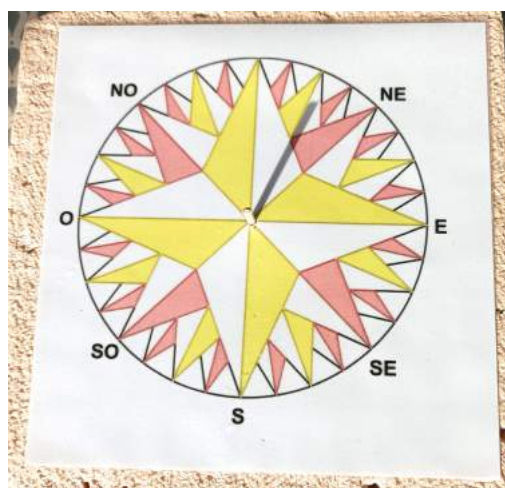
PARTIE N° 2/2 : LE « GNOMON - ROSE DES VENTS »

Une fois les concepts liés aux notions de repérage géographique (points cardinaux) et ceux liés à l'étude de la formation des ombres, travaillés et investis par les élèves (voir l'article sur ces activités préparatoires dans le n° 1 de ce magazine), ils se voient remettre, par groupe de deux, un « gnomon - rose des vents ».

Ce dispositif est constitué d'une rose des vents plastifiée, installée sur une plaque de polystyrène rigide (15 cm x 15 cm x 2 cm) au centre de laquelle un gnomon a été planté (pic à brochette d'environ 4 à 5 cm).

La suite de l'activité se déroule alors à l'extérieur, par une journée ensoleillée, puisqu'elle consiste à la « prise en main » du gnomon et à la réalisation des premiers relevés d'observations, « encadrés ».

Grâce aux activités préparatoires, les élèves savent se repérer à l'extérieur et connaissent les directions des points cardinaux. Ils peuvent alors facilement positionner leur « gnomon-rose des vents » sur le sol de la cour de manière à faire coïncider la rose des vents avec les points cardinaux du lieu d'observation.



Le « gnomon - rose des vents » utilisé par les élèves

Il ne leur reste plus alors qu'à compléter une colonne d'un tableau d'observations qui leur est fourni. Après cette « prise en main », les élèves sont sollicités pour compléter l'ensemble du tableau pendant une journée entière.

En bas de cette page est reproduit un tel tableau d'observations contenant les mesures obtenues pour la journée du mardi 5 octobre 2021 (gnomon de hauteur $h = 2$ cm), dans la cour du collège de Bracieux, France.

Les mesures sont « contrôlées » par le professeur qui fournit alors, à l'ensemble des élèves, un tableau de mesures issu de leurs observations mais validées d'un point de vue scientifique. Il permet de travailler sur un document-type unique.

Date : 5 octobre 2021	Observation n°1	Observation n°2	Observation n°3	Observation n°4	Observation n°5	Observation n°6	Observation n°7
heure d'observation (montre)	9h40min	10h30min	12h00min	14h00min	15h15min	17h00min	19h00min
longueur de l'ombre (cm)	7,5 cm	4,7 cm	3,0 cm	2,5 cm	2,8 cm	4,5 cm	7,5 cm
direction de l'ombre	ouest	Nord Ouest	Nord Nord Ouest	Nord	Nord Nord Est	Nord Est	Est
direction du Soleil par déduction							

Exemple de tableau d'observations (mesures pour la journée du 5 octobre 2021)

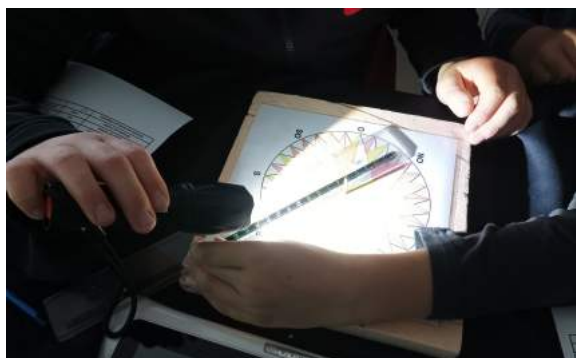
Remarque: la dernière mesure a été réalisée par un élève habitant à proximité de l'établissement. Selon la météo, ce travail d'observations autonomes peut en effet être proposé à réaliser « à la maison ».

Une fois ces données d'observations collectées, il est alors possible de passer à l'interprétation et à la modélisation de celles-ci.

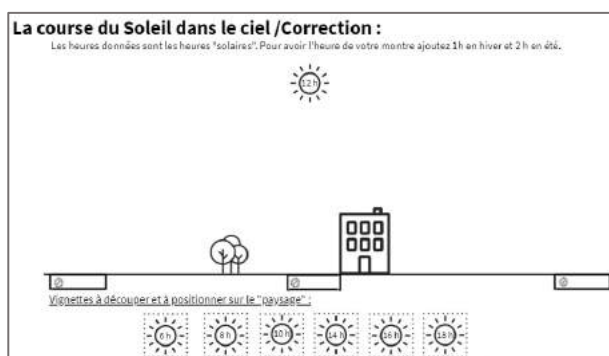
En classe, les élèves doivent les reproduire en utilisant une lampe de poche. Pour chacune des observations, ils doivent observer la direction et la « hauteur » de la lampe qui permet de former, sur le « gnomon - rose des vents », une ombre similaire à celles relevées dans le tableau.

Ils peuvent enfin en déduire les principales caractéristiques du mouvement apparent du Soleil au cours d'une journée. Ils sont invités à conserver une trace écrite (voir ci-dessous) synthétisant leurs « découvertes ».

Le document permettant de repérer la course du Soleil dans le ciel, proposé en début d'activité (voir article paru dans le n°1 de ce magazine), est également corrigé, ce qui permet de proposer un autre type de trace écrite aux élèves.



Élèves reproduisant les ombres observées au cours d'une journée sur le « gnomon - rose des vents ».



Document permettant de repérer la course du Soleil

Le **matin**, après le lever du Soleil, l'ombre du gnomon est *petite / grande* en direction de l' _____. Cela signifie que le **Soleil** s'est **levé** en direction de l' _____.

A **midi**, au milieu de la journée, l'ombre du gnomon est la **plus petite / grande** en direction du _____. Cela signifie que le Soleil se trouve alors au **point le plus bas/haut** et est en direction du _____.

Le **soir**, avant le coucher du Soleil, l'ombre du gnomon est *petite / grande* en direction de l' _____. Cela signifie que le **Soleil** va se **coucher** en direction de l' _____.

Exemple de synthèse pouvant être proposée aux élèves

POUR ALLER PLUS LOIN

- Selon le temps que l'on souhaite consacrer à cette activité, la rose des vents peut être construite par les élèves eux-mêmes, en autonomie, en classe ou dans le cadre d'un projet entre disciplines. Ainsi, certaines années, les élèves des classes de 6^{ème} produisent leurs propres roses des vents en suivant un programme de construction proposé par les professeur-es de mathématiques.
- Modéliser les variations de l'ombre observée sur un « gnomon - rose des vents » à l'aide d'un mini-gnomon, d'une lampe et d'un globe terrestre afin d'étudier le mouvement de rotation de la Terre et de produire un « stop motion » illustrant le mouvement diurne de la Terre.
- Construire, installer et utiliser un cadran solaire en classe.

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).

ET MAINTENANT ?

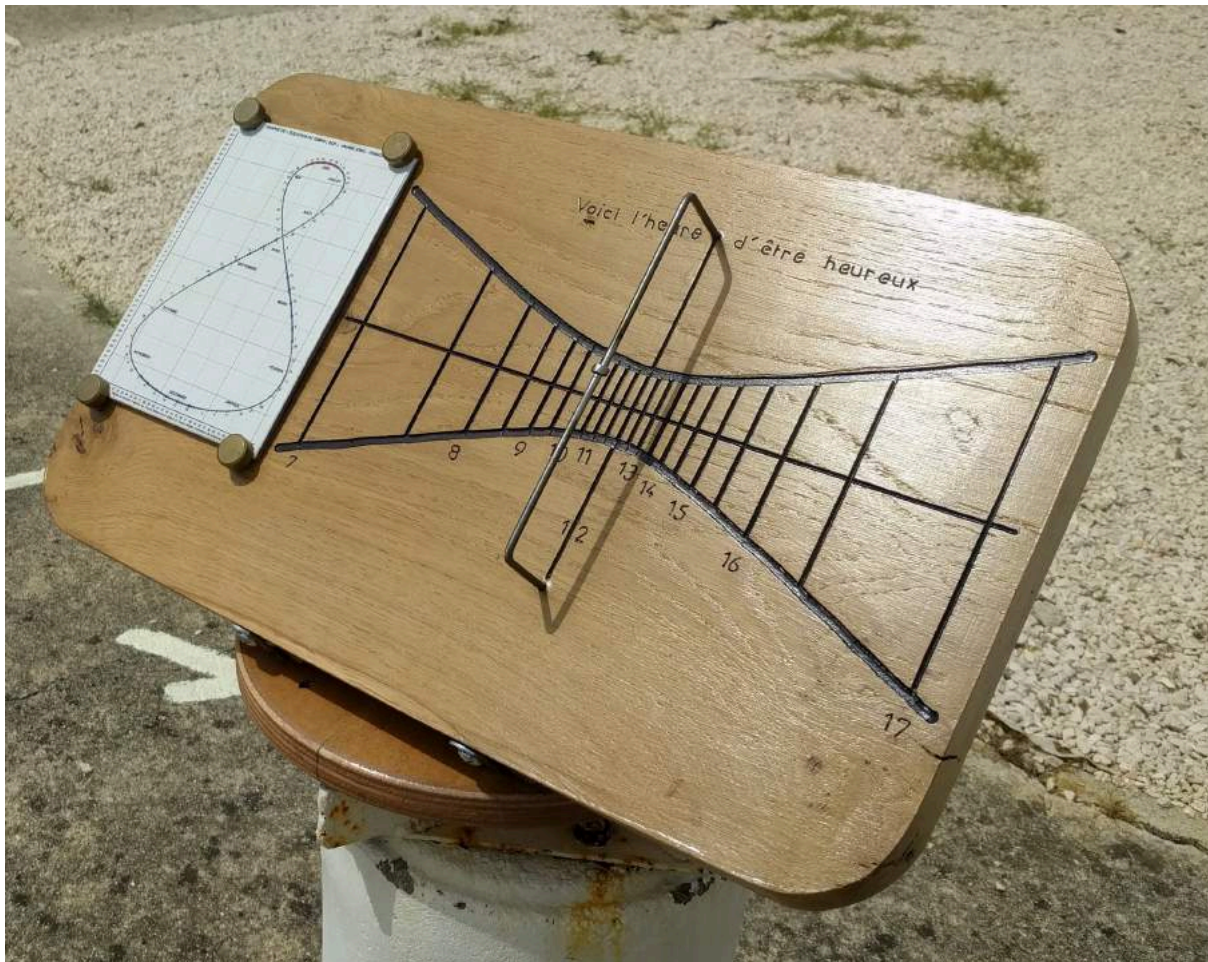
Les projets à venir sont la construction d'un cadran armillaire et à plus long terme la réalisation d'un cadran polyédrique. Il me faudra sans aucun doute me replonger dans mes notes et la documentation (MOOC, articles de la CCS...).

Entre temps, je vais aller à la chasse ! Adepte de la randonnée, j'ai déjà eu l'occasion de trouver des cadrans non encore répertoriés dans les villages et hameaux héraultais et cévenoles alentour.

Je peux ainsi conjuguer deux de mes passions.

Alors en fait, qu'est-ce qui m'attire dans les cadrans solaires ? L'objet en lui-même, sa conception, sa construction ? Un peu de tout ça certainement.

Chaque projet est en fait un petit challenge et le plaisir de voir l'ombre du style se positionner au bon endroit et au bon moment apporte une grande satisfaction...



Retraité de la gendarmerie nationale, Éric Cousin (ecsn1961@gmail.com) pratique l'astronomie en amateur depuis une quinzaine d'années. Il est membre de l'association Arts et Astres (www.artsetastres.org) à l'observatoire d'Aniane (Hérault, France), au sein de laquelle il participe à l'animation des soirées ouvertes au public.

LE CADRAN SOLAIRE DU MOIS...

Joël Robic

J'ai toujours aimé les sciences et en particulier l'astronomie, mais c'est dans les années 2000 que j'ai attrapé le virus des cadrans solaires à travers Internet, grâce auquel j'ai notamment découvert :

- Le site (<http://www.fransmaes.nl/genk/welcome-e.htm>) de Frans Maes sur le parc de Genk en Belgique, qui m'a montré une diversité de cadrans solaires originaux que je n'imaginai pas.
- Le logiciel Shadows de François Blateyron (<https://www.shadowspro.com/>), qui m'a permis de réaliser et ainsi de comprendre le fonctionnement des cadrans les plus courants.
- La Commission des cadrans solaires (CCS) de la Société astronomique de France où je me suis inscrit et où j'ai croisé de nombreuses personnes passionnées et passionnantes.
- Le site (<https://sundials.org/>) de la North American Sundial Society où je me suis inscrit aussi et où j'ai découvert la revue le « Compendium ».
- Le site (<https://sites.google.com/site/ccsq2015>) de la Commission des Cadrans Solaires du Québec qui proposait en ligne la revue « Le gnomoniste ».
- De nombreux livres que j'ai trouvés et achetés sur Internet.

Avec tous ces contacts et toutes ces informations, j'ai créé quelques cadrans originaux que j'ai présentés à la CCS et dans son périodique Cadran Info et aussi au concours international « Le ombre del tempo » organisé par l'Association des amateurs italiens d'astronomie et l'université d'astronomie de Brescia (où j'ai obtenu en 2005 le second prix pour mon « Mobile de 46 CD » (<http://www.cadrans-solaires.fr/Cadran-brescia.html>), voir photo ci-dessous

J'ai alors créé mon site web (<http://www.cadrans-solaires.fr/>) de cadrans solaires originaux que je continue à alimenter avec « le cadran solaire du mois » (voir une sélection page ci-contre) au gré de mes découvertes ou de mes discussions avec les uns ou les autres.

Je le diffuse à tous ceux qui m'en font la demande, certains lecteurs m'envoyant des photos de cadrans qu'ils ont pu observer ou des commentaires sur mon dernier cadran du mois.





Sélection de « cadrans solaires du mois » à retrouver, avec description et commentaires, sur mon site

Joël Robic (robic.joel@wanadoo.fr) est ingénieur des Arts et Métiers et après une carrière dans les télécommunications, est depuis peu à la retraite et en profite pour cultiver son « potager du soleil » près de Rennes en Bretagne.

UTILISER UN CADRAN SOLAIRE LA NUIT...

Roger Torrenti

(article préparé avec la collaboration de Pierre-Louis Cambefort)

Savez-vous qu'un cadran solaire peut permettre de lire l'heure la nuit, en repérant tout simplement, comme à la lumière du soleil mais cette fois-ci au clair de lune, l'ombre du style sur les lignes horaires du cadran ?

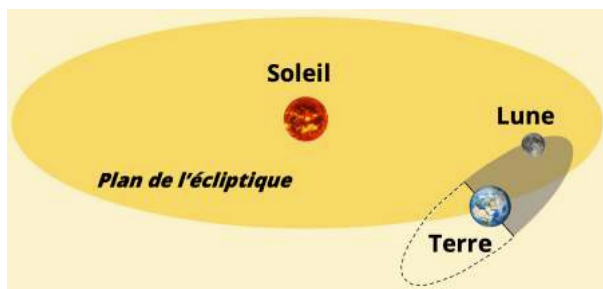
Avant d'expliquer pourquoi et de détailler comment déduire l'heure légale de l'heure lue la nuit, il est nécessaire de rappeler quelques caractéristiques du mouvement de la Lune autour de la Terre.

La Lune est un astre, satellite de la Terre, situé à environ 380 000 km, dont l'orbite est elliptique (en fait quasi-circulaire), le plan de cette orbite étant presque confondu avec celui de l'orbite de la Terre autour du Soleil (écliptique), ne faisant avec lui qu'un angle de 5° degrés environ.

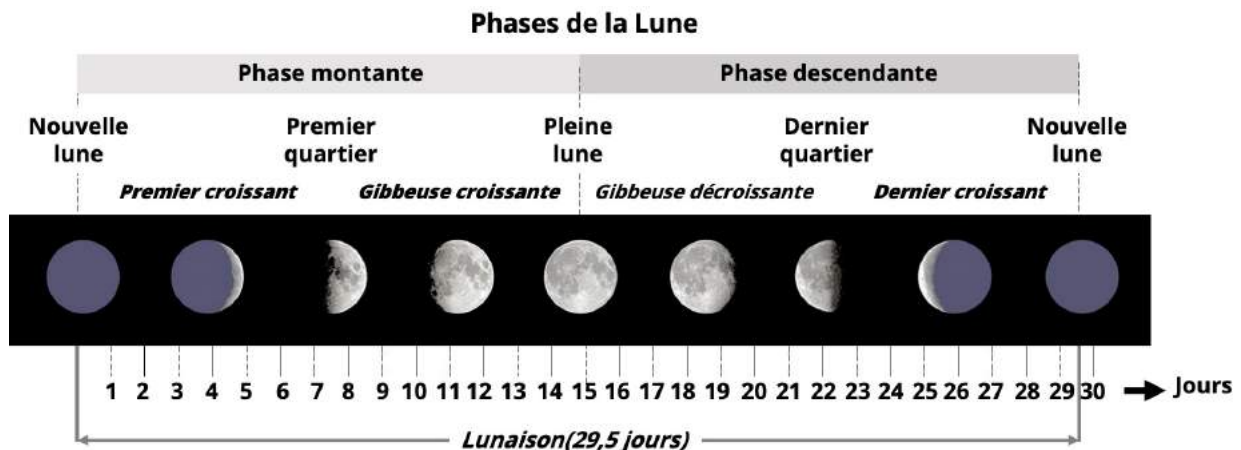
Lorsque Soleil - Terre - Lune, dans cet ordre, sont situés dans un même plan perpendiculaire à l'écliptique, c'est la « pleine Lune », et l'occurrence d'éclipses lunaires si les trois astres sont alignés. Lorsque Soleil - Lune - Terre le sont, c'est la « nouvelle Lune », et l'occurrence éventuelle d'éclipses solaires.

Le temps qui sépare deux nouvelles Lunes (ou deux pleines Lunes) n'est pas de 27,3 jours (période de révolution « sidérale » de la Lune : elle a la même position par rapport aux étoiles) mais de 29,5 jours en moyenne, car, pendant que la Lune effectue sa révolution autour de la Terre, la Terre effectue la sienne autour du Soleil.

Durant ces 29,5 jours de « lunaison », la Lune connaît des phases « symétriques » (voir schéma au bas de la page) : une phase montante jusqu'à la pleine Lune (premier croissant, premier quartier, Lune gibbeuse), et une phase descendante jusqu'à la prochaine nouvelle Lune (Lune gibbeuse, dernier quartier, dernier croissant).



Vue en perspective (les deux orbites sont en fait quasi-circulaires) dans laquelle les échelles de grandeur (distances, tailles et angles) ne sont pas respectées.



Considérons alors pour simplifier un cadran solaire à style polaire, c'est-à-dire dont le style est parallèle à l'axe de rotation terrestre (cadran horizontal ou vertical, polaire, équatorial,...). Si le cadran indique l'heure solaire (vraie) le jour, c'est parce que le Soleil semble, dans la sphère céleste, tourner régulièrement en 24 heures autour du style polaire (15° par heure), ce qui permet de tracer facilement les lignes horaires.

Lors de la nouvelle Lune, la Lune est dans la même direction que le Soleil (son azimut dans la sphère céleste locale est identique à celui du Soleil). Elle pourrait donc elle aussi indiquer la même « heure solaire » sur le cadran (la nuit, si elle pouvait réfléchir la lumière du Soleil...).

En revanche, comme elle ne reviendra à cette phase que 29,5 jours plus tard, après une révolution de 360° autour de la Terre (24 h comptées dans la sphère locale), elle indiquera une heure, le jour suivant, à laquelle il conviendra d'ajouter, pour obtenir « l'heure solaire », 24 / 29,5 soit 0,813 h ou 48 min 49 s environ. Et ainsi de suite, jour après jour, jusqu'à la fin de la lunaison (voir tableau ci-dessous).

Si l'on veut déduire l'heure légale de la lecture de « l'heure lunaire », il conviendra bien entendu d'ajouter à cette correction la correction de longitude et l'équation du temps et de tenir compte de l'heure d'été éventuelle.

Vous pourrez donc, si vous souhaitez que votre cadran solaire soit un peu plus « magique », ajouter sur la table du cadran un tableau de correction (ou une droite de correction), comme l'a fait, au bas de son cadran, le concepteur du célèbre cadran du Queens' College de l'Université de Cambridge en Angleterre (photo ci-dessous).

Deux dernières remarques si vous vous apprêtez à concevoir un cadran solaire équipé d'un tableau de correction pour lire l'heure au clair de lune :

- Compte-tenu de l'importance de la correction (plus de 3/4 d'heure par jour de lunaison) et de la difficulté pour l'observateur de connaître par l'observation l'âge précis de la Lune, la lecture de l'heure ne sera pas précise (on peut facilement se tromper d'une heure ou deux...).
- La Lune étant loin d'être aussi lumineuse que le Soleil (elle ne fait que réfléchir la lumière solaire !) la lecture ne sera possible (l'ombre du style ne sera nette sur la table du cadran) qu'une semaine environ avant et après la pleine Lune.

J	C	J	C	J	C
1	0,81	11	8,95	21	17,08
2	1,63	12	9,76	22	17,90
3	2,44	13	10,58	23	18,71
4	3,25	14	11,39	24	19,53
5	4,07	15	12,20	25	20,34
6	4,88	16	13,02	26	21,15
7	5,69	17	13,83	27	21,97
8	6,51	18	14,64	28	22,78
9	7,32	19	15,46	29	23,59
10	8,14	20	16,27		

Correction C en heure à apporter à la lecture selon « l'âge » J de la Lune (nombre de jours après la nouvelle Lune).



Le tableau de correction du cadran du Queens' College a été simplifié avec une seule ligne de correction de l'heure (et une lunaison arrondie à 30 jours), l'observateur étant invité à ajouter 12h à la correction à effectuer à partir du 16ème jour.

Après des carrières d'ingénieurs bien remplies Pierre-Louis Cambefort (pierre-louis.cambefort@orange.fr) et Roger Torrenti (roger@torrenti.net) peuvent désormais consacrer un peu plus de temps à leur passion commune : les cadrans solaires.

CADRANS SOLAIRES DU QUÉBEC

Jasmin Gauthier

Le Canada est un pays très étendu couvrant six fuseaux horaires (c'est le second pays du monde par sa superficie après la Russie) mais il est peu peuplé (37 millions d'habitants).

Il y a relativement peu de cadrans solaires au Canada et très peu de cadrans datés du XIXe siècle ou des siècles précédents, et ce pour de multiples raisons : historiques, démographiques, géographiques, culturelles, etc. Et c'est dans la province de Québec que l'on en trouve le plus grand nombre.

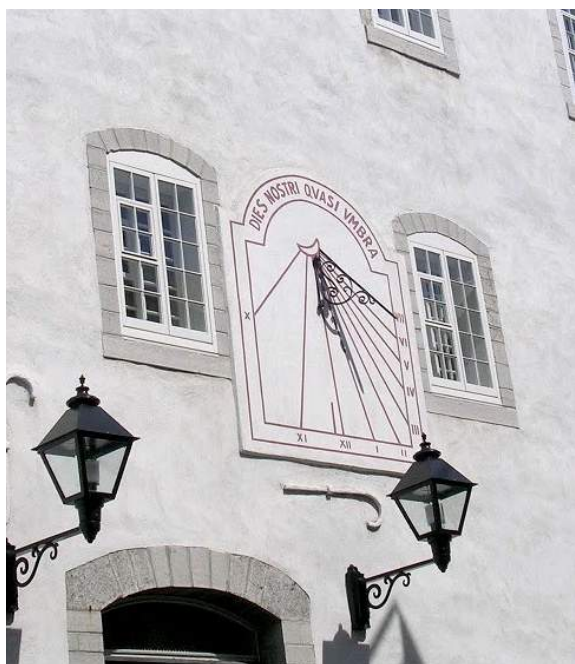
C'est dans ce contexte que la Commission des Cadrans Solaires du Québec (CCSQ) a été fondée en 1994 par André E. Bouchard, s'inspirant du modèle de la Commission des Cadrans Solaires de la Société astronomique de France. Le but de la CCSQ était de faire un relevé des cadrans solaires existants au Québec, d'en faire un catalogue, d'organiser une rencontre annuelle des membres, de produire un bulletin de liaison trimestriel imprimé : « Le Gnomoniste ».

Un site Internet fut créé et maintenu par André E. Bouchard qui a également produit « Le Gnomoniste » jusqu'en 2019. La CCSQ se fit toujours un orgueil de publier ses documents en langue française même dans cette mer d'anglophones qui nous entourent.

Depuis deux ans la CCSQ est cependant dissoute : nos membres avaient vieilli...

Le conseil d'administration s'est dissout et j'ai démissionné comme président. Je demeure le seul à maintenir en vie le site <http://sites.google.com/site/ccsq2015> qui reprend l'ensemble du contenu du site originel.

On peut trouver sur ce site des informations détaillées (photo, adresse, caractéristiques) sur les quelque 400 cadrans solaires inventoriés par la CCSQ, une application permettant de les localiser avec précision, l'ensemble des numéros de « Le Gnomoniste » (en libre accès), un répertoire des cadraniers et cadranières québécois, et bien d'autres informations.



Cadran solaire sur le mur du Collège François-de-Laval (anciennement Petit Séminaire de Québec) à Montréal, Québec



Capture d'écran de l'application permettant de localiser les cadrans solaires inventoriés par la CCSQ

MON PREMIER CADRAN SOLAIRE... JASMIN GAUTHIER

« Il y a une vingtaine d'années, alors que je demeurais dans un endroit retiré en campagne, j'avais un voisin un peu spécial. C'était un bricoleur-né, à la retraite, qui vivait seul. Un jour que je lui rendais visite, je l'aperçus en train de bricoler ou plutôt gossier (mot québécois) sur sa table de pique-nique dans sa cour.

Je lui demandais alors ce qu'il était en train de faire. Il me dit : *Le jeune, je me suis fait un cadran solaire. Je n'en revenais pas. Il me dit : J'ai vérifié que ma table est à l'horizontale et j'y ai planté un clou bien à la verticale, et tu vois l'ombre qui apparaît. Hier j'étais dehors à 6 heures du matin et j'ai fait un trait sur la table avec un crayon au plomb pour indiquer 6 heures. J'ai fait de même pour chacune des heures de la journée et pour ne pas que les lignes s'effacent, eh bien! je les grave aujourd'hui en permanence dans la table.*

Encore une fois je n'en revenais pas. J'avais devant moi un appareil qui donnait l'heure sans besoin d'énergie aucune, il fallait uniquement que le Soleil soit au rendez-vous. Quelle révélation pour moi. Je venais de prendre contact avec un cadran solaire...

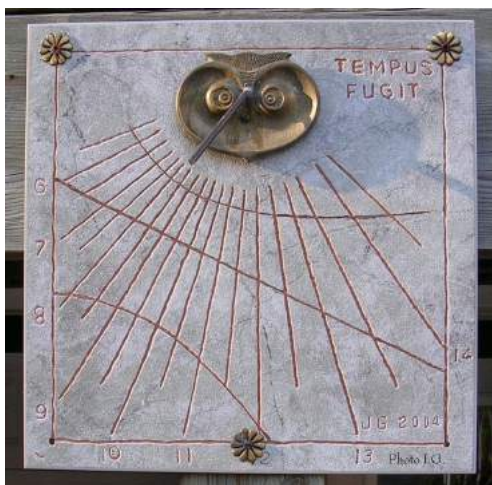
Je retournais chez moi et, chemin faisant, les méninges se faisaient aller. Je me suis dit : pourquoi je ne ferais pas pareil chez moi ? Si, chez lui, un cadran fonctionne à l'horizontale, peut être que ça fonctionne aussi à la verticale. Et moi qui possède une galerie tout en hauteur, avec une façade en beau 2 x 10, si j'y plantais un clou bien horizontal, j'aurais sans doute une ombre.

Aussitôt à la maison je débute mon installation. Je prends un escabeau, je grimpe et je plante un clou à l'horizontale. Il est près de 11 heures et j'obtiens une ombre que je marque au crayon de plomb. Je fais de même pour le reste des heures de la journée. Le lendemain je suis tout heureux de voir que l'ombre arrive aux mêmes endroits que les marques que j'ai faites hier. J'en profite pour compléter les heures qui me manquaient.

Les jours qui suivent sont pour moi purs délices. Ma conjointe se demande bien pourquoi je voyage aussi souvent à l'extérieur. Je veux vérifier si mon cadran garde le temps avant que je le rende permanent en gravant mon beau bois traité.

Au cours des jours qui suivent je remarque que l'ombre n'est plus exactement sur mes marques. Je me dis que probablement je n'ai pas planté mon clou tout à fait à l'horizontale. Peut-être que si je donnais un coup de marteau en coin sur le clou, le problème serait résolu ? En plus, l'erreur semblait s'amplifier de jour en jour.

C'est alors que j'ai décidé de me documenter sur le sujet et j'ai vite réalisé que j'avais tout de travers. Le bonhomme aussi en passant. Nous étions tous les deux dans les patates, ce n'est pas la façon de faire. Toujours est-il que, Dieu soit loué, je n'ai pas gossé mon beau bois neuf et j'ai alors réalisé le cadran ci-dessous. »



Jasmin Gauthier (ccsq2015@gmail.com) a passé l'essentiel de sa carrière professionnelle comme technicien aux automatismes chez Hydro-Québec et a été le dernier président de la Commission des Cadres Solaires du Québec (CCSQ). Il demeure à Trois-Rivières, au Québec.

LA RESTAURATION DE CADRANS SOLAIRES

Didier Benoît

Le patrimoine gnomonique français regroupe quelque 35 000 cadrans solaires et ceux réalisés sur un enduit mural à la chaux sont de très loin les plus nombreux. Depuis plus d'un siècle maintenant leur rénovation régulière pour les maintenir en fonction n'est plus d'actualité. Petit à petit ils se dégradent, disparaissent. Leur restauration est donc devenue aujourd'hui indispensable et constitue un réel travail de mémoire.

Les cadrans solaires sont des œuvres d'art vivantes, des instruments qui, en dehors de leur tracé géométrique / mathématique, n'étaient pas figés et recevaient tout au long de leur utilisation des modifications d'ordre visuel (ornementation) ou spirituel (devises) qui leur donnaient à chaque restauration cette sensation de renouveau si chère à leurs commanditaires. Ce sont de véritables petits tableaux fragiles, miroirs durant des siècles de la vie religieuse et sociale de nos cités et campagnes.

C'est ce long passé, cette longue tradition que va devoir prendre en compte le restaurateur. Il lui faudra remonter le temps, mettre la blouse des vieux maîtres cadraniers et se fondre dans leurs siècles. C'est à cet exercice-là qu'il devra se plier s'il veut pénétrer l'intimité de ces vieilles montres solaires...

La restauration d'un cadran solaire va nécessiter la mise en œuvre de plusieurs phases d'intervention.

La première de toutes, qui est incontournable, sera de partir à la recherche de toute information concernant de près ou de loin le cadran solaire. Connaître son contexte historique, la raison de sa venue, l'inventaire des cadrans solaires du lieu pouvant s'y rattacher avec leur histoire respective, notamment via la recherche en archives et bien sûr des contacts avec les services d'État (les architectes des bâtiments de France, la direction régionale des affaires culturelles) qui vont apporter leur lot de connaissances.

Les documents réunis, un diagnostic de la table du cadran solaire et de son style est alors réalisé pour connaître toutes les causes de dégradations, leurs corrélations entre elles. Cela va du simple constat visuel avec notes écrites, aux petits essais d'adhérence. Des photos « haute résolution » sont prises à la perpendiculaire de la table du cadran solaire ; elles permettent de travailler sur les détails.

Les restaurateurs les plus avertis auront soin de chercher des traces pigmentaires a priori incompréhensibles, invisibles à l'œil, pouvant amener des découvertes sur la construction ornementale du cadran solaire (devise, décor, chiffres, etc.). On veillera toujours à la réversibilité des produits employés.



Certains cadrans solaires ruinés laissent transparaitre, gravé dans leur table, le cheminement géométrique calculé par leur cadranier pour les construire. Ce sont des témoignages très précieux qu'il faut relever avec précision et interpréter.

Un relevé au crayon sur papier cristal est fait sur toute la surface de la table. Le moindre détail y est porté, y compris les lacunes de matière. De même qu'un relevé de déclinaison et inclinaison du mur porteur sont notés.

L'étude proprement dite du cadran solaire peut alors commencer au bureau : contrôles de la position du style et de la justesse des tracés, report de tous les éléments recueillis sur papier à la dimension de la table du cadran solaire, comblement des lacunes y compris des interprétations historiques s'appuyant sur l'appareil existant. La maquette ainsi réalisée va permettre de présenter aux commanditaires une image quasi fidèle du cadran solaire tel qu'il pouvait être au moment de sa construction, avec bien sûr son lot d'erreurs.

Des questions particulières se posent. Aujourd'hui par exemple, au monastère Notre-Dame d'Orient (situé à Laval-Roquecezière, Aveyron, France), on me demande de remplacer la devise actuelle très contestée, attribuée aux Capucins du XVIIe siècle, non pas par celle mise en place à la fin du XIXe siècle par les sœurs bénédictines, jugée trop austère, mais par une nouvelle plus adaptée à notre siècle et se prêtant mieux à l'édifice. Si une troisième devise est mise en place, sommes-nous toujours respectueux de l'esprit de restauration d'un cadran solaire ? La réponse, qui n'engage que moi, est oui !

La restauration va conduire à des opérations très complexes qui requièrent beaucoup de pratiques telles que les consolidations par injection de mortier, la dépose d'enduit et l'utilisation de produits et outils adaptés à chaque situation. Il est important que le restaurateur s'attache à n'employer que des produits sur lesquels les générations futures pourront elles aussi intervenir...

Un dossier de restauration doit clore la mission. Toutes les phases et produits employés y sont portés ainsi que les informations préparatoires.



Cadran solaire du monastère Notre-Dame d'Orient : deux époques se remarquent, deux histoires...



Après le passage des maçons seule reste la devise, qui sera déposée et intégrée dans la nouvelle table

Didier BENOIT (didier.benoit5@orange.fr, <https://cadransolaire-benoit.fr>) étudie et restaure des cadrans solaires anciens muraux en enduit de chaux. Membre fondateur du groupe d'aide à la sauvegarde et restauration du patrimoine gnomonique de France auprès de la Société Astronomique de France, il est également membre gnomoniste de la section française de l'institut international de conservation (SFIIC).

DES CADRANS SOLAIRES POUR UN LYCÉE

Jean-François Le Saux

Un club d'astronomie en lycée est un bon point de départ pour faire des sciences. L'observation peut intervenir pour une grande part, mais bien vite on a besoin de savoir se repérer dans le ciel. Intéresser les élèves aux cadrans solaires permet de relever l'importance des mathématiques, puis d'apprendre à se situer, et à prendre conscience que nous nous déplaçons autour du soleil, sur notre « vaisseau spatial Terre » !

Depuis 2019 j'anime un atelier au lycée Descartes (Yvelines) autour des cadrans solaires. Voici un résumé de mes activités l'an passé.

Chaque mercredi, pour une durée de 1 à 2 heures selon les séances, 8 à 10 élèves se sont retrouvés avec pour objectif la réalisation de leur cadran solaire, sur mesure.

PARTIE THÉORIQUE

Avant de s'atteler à la réalisation, il faut choisir le type de cadran et comprendre son fonctionnement.

Le MOOC cadrans solaires (<https://www.cadrans-solaires.info/>) est l'outil idéal qui permet de construire plusieurs séances, à la guise du professeur : sur 10 séances environ, j'ai étudié la théorie, puis « les différents types de cadrans » et enfin « construire son cadran ».

Puis Brigitte Alix (<http://astrolabes.fr/>) est intervenue en voisine pour consolider les connaissances.

Chaque élève le souhaitant a ensuite conçu la partie théorique de son cadran (adapté à l'orientation de sa maison). Les autres élèves ont participé à la réalisation du modèle pour le lycée.

PARTIE PRATIQUE

C'est ensuite la céramiste Véronique Philippot qui est intervenue pour aider à la conception des cadrans :

1ère séance : présentation de la terre et du matériel / explications pratiques - démonstration / réalisation individuelle des plaques (roulage, découpe, ...).

2ème séance : présentation des couleurs / explications pratiques / réalisation du décor des cadrans suivant les idées de chacun.

3ème séance : pour finir, la décoration, puis dernière cuisson.



Le cadran prévu pour le lycée, le plus gros, s'est fendu... Ce fut l'occasion de constater la fragilité des pièces avant cuisson et la nécessité de bien tasser la terre (pas de bulle d'air qui fragilise). Enfin, Brigitte Alix a réalisé les styles pour chaque cadran : découpe sur laiton qualité horlogerie de 2mm d'épaisseur.

LE CADRAN DU LYCÉE

Il est de format A3, l'ombre du style donne l'heure solaire. La photo ci-dessous, prise le 27 avril indique environ 14h25 heure solaire, à laquelle il faut environ ajouter 49 minutes pour tenir compte de la correction de longitude et de l'équation du temps, soit : 15h14, et comme on est en heure d'été on ajoute encore une heure soit 16h14.

La photo a donc été prise à 16h14 environ (16h09 en réalité, comme indiqué sur nos smartphones !). À noter que chaque arc diurne correspond à un changement de signe du zodiaque. On se situe bien entre le 21 avril et le 19 mai.

ACTIVITÉS EN PARALLÈLE

En dehors du créneau du mercredi nous avons participé à une « semaine des arts » (présentation d'*astrodessins* et de cadrans solaires).

Nous avons surtout travaillé tout au long de l'année sur l'utilisation du télescope du lycée (traitement d'images, réalisation de *timelapses*,...) avec pour moment phare l'éclipse partielle de soleil du 10 juin 2021.

Cette année scolaire l'atelier se poursuit sur les cadrans solaires, avec la réalisation d'un cadran plus grand pour le lycée, toujours parrainé par l'Observatoire de Paris et Astro à l'école (www.sciencesalecole.org).



Passionné d'astronomie depuis la possession d'un petit télescope vers ses 12 ans, Jean-François Le Saux (jf.lesaux@orange.fr) a étudié la physique-chimie à l'Université de Rennes et enseigne dans un lycée de la région parisienne depuis 1996, animant un atelier d'astronomie depuis 2019, via le réseau « Astro à l'école ».

LIRE L'HEURE SOLAIRE... AU PLAFOND !

Roger Torrenti

(article préparé avec la collaboration de Pierre-Louis Cambefort)

Si votre appartement ou votre maison possède une fenêtre laissant pénétrer les rayons du soleil au cours de la journée, pourquoi ne pas vous lancer dans la réalisation d'un « cadran à réflexion » (ou « cadran catoptrique ») en installant, sur l'appui de la fenêtre par exemple, un miroir qui réfléchira les rayons du soleil vers le plafond où vous tracerez des lignes horaires vous permettant de lire l'heure solaire comme sur un cadran solaire ?

C'est possible et assez facile à réaliser, comme cet article vise à le démontrer...

Nous allons supposer que le plafond et le miroir sont horizontaux, et que vous disposez d'une fenêtre orientée entre SSE et SSO, afin que suffisamment de lignes horaires puissent être tracées au plafond. Bien entendu un tel cadran à réflexion peut s'imaginer avec un miroir non parfaitement horizontal posé sur une fenêtre orientée plein est ou plein ouest par exemple, et réfléchissant une tache lumineuse sur un plafond non parfaitement horizontal (mais sa réalisation pourra alors s'avérer plus compliquée).

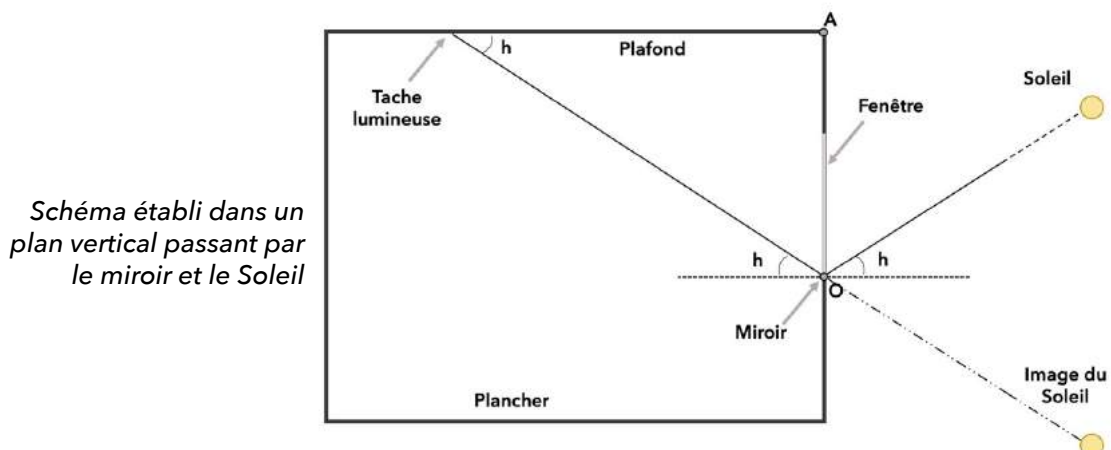
Considérons le schéma ci-dessous. Les rayons de soleil parviennent au miroir avec un angle h (hauteur du Soleil) et sont réfléchis par le miroir vers le plafond avec le même angle h (loi de Snell-Descartes pour la réflexion de la lumière). En fait, les rayons se dirigeant vers le plafond semblent provenir d'une image du Soleil située symétriquement au Soleil par rapport au plan horizontal passant par le miroir et font avec le plafond un angle égal à h .

Plusieurs remarques à ce stade :

- La tache lumineuse au plafond va bien entendu se déplacer de l'ouest vers l'est, en sens inverse du déplacement du Soleil.
- Le miroir devra se situer assez près du plafond (donc si possible plutôt vers le haut de la fenêtre que sur son appui) si l'on ne veut pas que les lignes horaires débordent sur le mur faisant face à la fenêtre quand la hauteur du Soleil est peu élevée.
- Le miroir devra être de dimensions réduites pour que la tache lumineuse au plafond ne soit pas trop grande et donc nuise à une lecture précise.

Mais si l'on observe le schéma plus attentivement, on peut constater que tracer les lignes horaires au plafond revient à tracer les lignes horaires relatives au gnomon AO (O étant le sommet du gnomon) et donc apparaîtra au plafond un tracé semblable à celui de l'illustration de la page suivante.

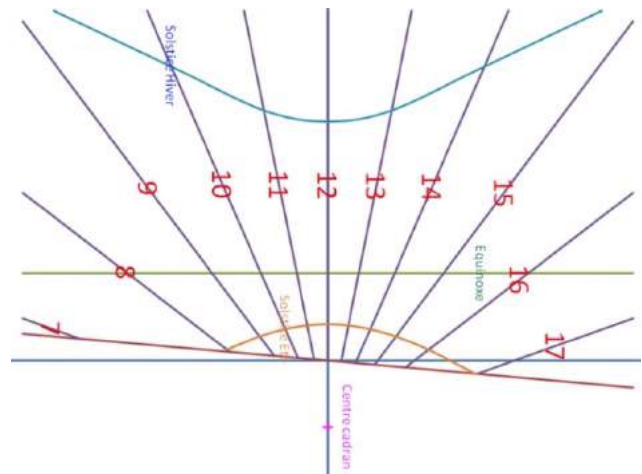
Comment maintenant tracer de telles lignes horaires au plafond ?



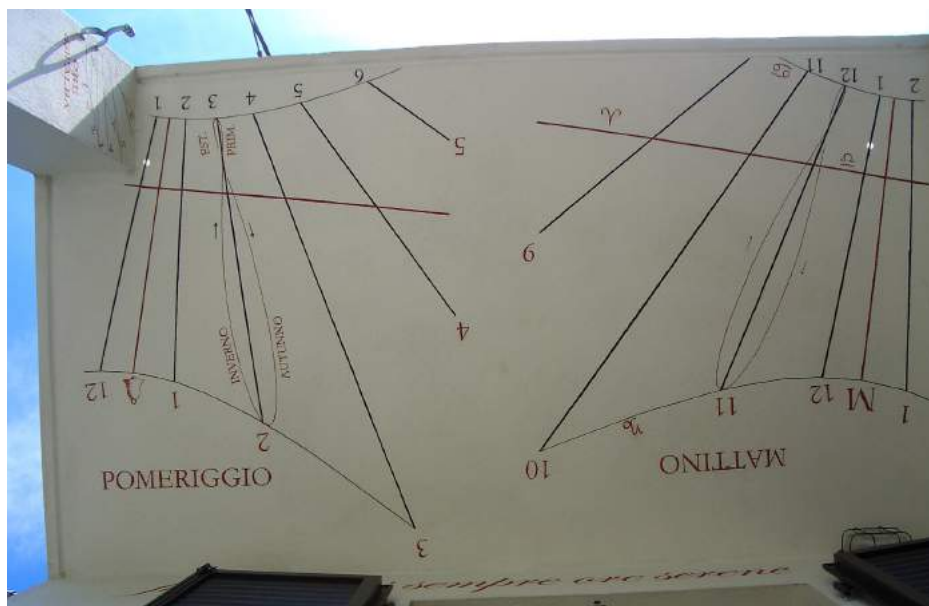
Les plus pressés et férus d'informatique utiliseront un logiciel de tracé comme il a été fait pour l'illustration ci-contre.

Les plus pragmatiques et moins matheux feront un « tracé à la main » : ils choisiront deux journées ensoleillées assez espacées dans le temps et marqueront au plafond une trace pour chaque heure solaire pleine (voire chaque demi-heure solaire) de chaque journée. Ils relieront ensuite les traces correspondant aux mêmes heures (ou demi-heures) solaires.

Les plus curieux et les gnomonistes amateurs voudront partir de formules mathématiques et c'est bien ! Ils trouveront une telle approche dans le MOOC cadrans solaires à l'adresse <https://bit.ly/3n190XB>



Tracé obtenu au moyen de VBA Excel pour une latitude de $48,85^{\circ}N$, une déclinaison gnomonique du mur de 5° et une distance du miroir au plafond de 1.2 mètres



Cadran à réflexion conçu par le gnomoniste italien Giorgio Mesturini au plafond de sa terrasse et peint par Renzo Rolando. Ce cadran a obtenu le 1^{er} prix au concours international "Les Ombres du Temps" (édition 2009-2010), organisé par l'Unione Astrofili Bresciani de Brescia. La photo a été prise à midi solaire et on aperçoit une tache lumineuse en haut à gauche et à droite de la photo. Le concepteur a en effet choisi d'installer 2 miroirs de chaque côté de la terrasse plutôt qu'un miroir au centre, l'un étant destiné à marquer les heures du matin et l'autre celles de l'après-midi. Ce choix explique que les traces horaires soient celles représentées sur le tracé Excel VBA mais « coupées en deux » et réparties de chaque côté du plafond. On remarquera que les miroirs sont très proches du plafond (on aperçoit l'un des miroirs en haut et à gauche).

Après des carrières d'ingénieurs bien remplies Pierre-Louis Cambefort (pierre-louis.cambefort@orange.fr) et Roger Torrenti (roger@torrenti.net) peuvent désormais consacrer un peu plus de temps à leur passion commune : les cadrans solaires.

NAISSANCE D'UNE VOCATION

Guesmia Abdelkader

Je suis un jeune algérien originaire de Saïda (et y résidant), une ville d'Algérie, chef-lieu de la wilaya (communauté territoriale) de Saïda, dans le nord-ouest de l'Algérie. Passionné d'informatique, je commence ma carrière professionnelle avec une petite entreprise indépendante, spécialisée dans la décoration extérieure des villes (carrefours, entrées des grands bâtiments, hôpitaux, universités, etc.).

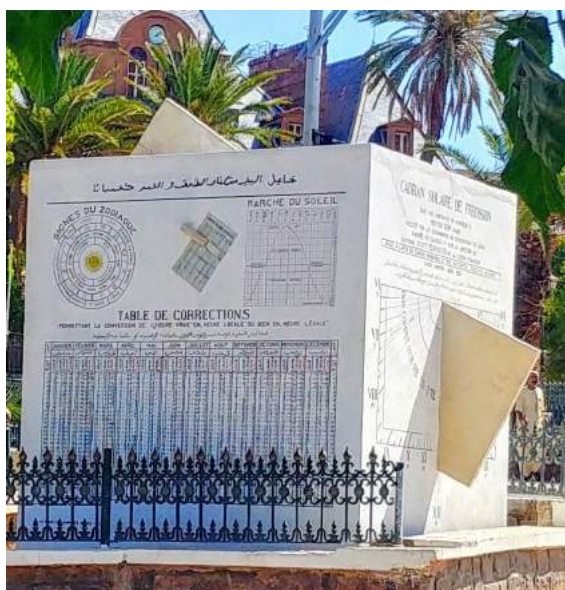
Saïda est connue dans le domaine des cadrans solaires car en 1935, le capitaine (et gnomoniste) Kraft-Helmhacker y a réalisé en plein centre-ville, avec ses hommes de la Légion étrangère, un monumental cadran solaire cubique (cinq faces comprennent des tracés d'heures solaires) avec l'appui de la Commission municipale et des autorités civiles et militaires.

Ce magnifique cadran s'était abîmé avec le temps et il a été heureusement restauré en 2018, avec le soutien de la municipalité, dans le cadre d'un projet initié par la jeune spécialiste d'archéologie Medjoub Fouzia (native de Saïda), avec l'aide du professeur d'archéologie Mustapha Failah et sous la direction du laboratoire du patrimoine, de l'archéologie et des sciences de la mesure, de l'université d'Alger 2.

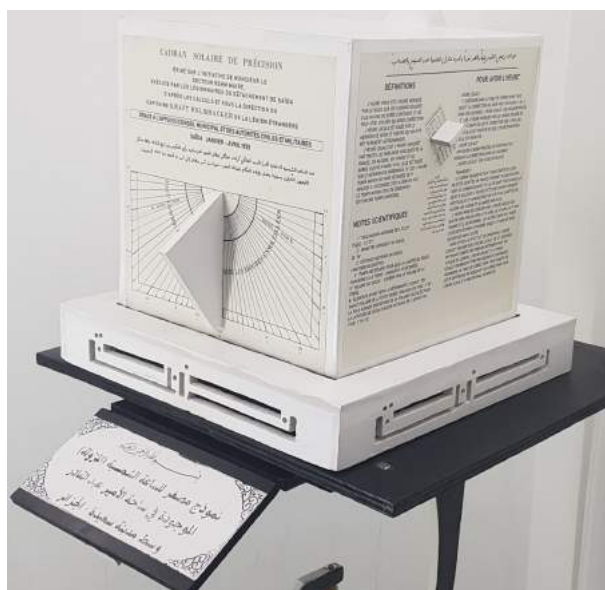
C'est probablement ce cadran qui a été à l'origine de mon intérêt pour les cadrans solaires, qui s'est développé depuis 2 ans maintenant. Grâce aux ressources Internet disponibles (notamment le MOOC cadrans solaires www.cadrans-solaires.info qui m'a beaucoup aidé) et à des logiciels comme Shadows, j'ai pu me perfectionner, et ai même construit, pour tester mon savoir-faire, une maquette du cadran de Saïda de 30 cm3.

Je crois modestement être parvenu aujourd'hui au stade de gnomoniste amateur et continue à explorer le patrimoine gnomonique de mon pays, pour mieux le connaître et repérer peut-être des restaurations à promouvoir. Ce patrimoine, sans être extrêmement riche, est néanmoins très intéressant et très varié.

On trouve en effet de nombreux cadrans solaires relativement récents (moins de 200 ans) dans d'autres villes algériennes comme Aïn Sefra (où a été érigé un autre cadran monumental conçu par le capitaine Kraft-Helmhacker en 1931), à Médéa (sur la façade du Musée national public des arts et traditions populaires), à Mougheul (wilaya de Béchar), à Bejaia, etc.



Le cadran solaire de Saïda après rénovation



Maquette du cadran de Saïda

On trouve également plusieurs cadrans solaires datant de la période romaine comme à Timgad, Annaba (vestiges d'Hippone), ou Altava.

Mais il faut aussi garder à l'esprit qu'au cœur du Moyen-Âge qu'a connu l'Europe, de nombreux savants du monde islamique ont su faire progresser le domaine des cadrans solaires (et transmettre leurs connaissances à l'Europe notamment pendant la période Al Andalus).

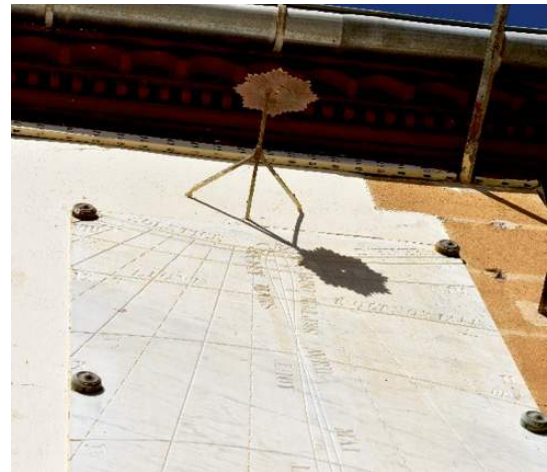
Ils ont notamment conçu des cadrans islamiques qui, destinés à marquer l'heure des prières en un lieu donné, se devaient d'être beaucoup plus précis que la plupart des cadrans conçus par les Grecs et les Romains.

Sur la base de mes connaissances et de mon savoir-faire actuels (que j'essaie de toujours développer) j'ai pour projet à court terme, au-delà de la restauration de cadrans solaires existants, la conception et la réalisation de cadrans innovants, notamment des cadrans islamiques associant tradition et modernité...

Je suis bien entendu ouvert dans ce cadre à des échanges voire des collaborations avec d'autres amateurs ou spécialistes des cadrans solaires du monde francophone



Scaphé romain (hemicyclium) du site de Timgad



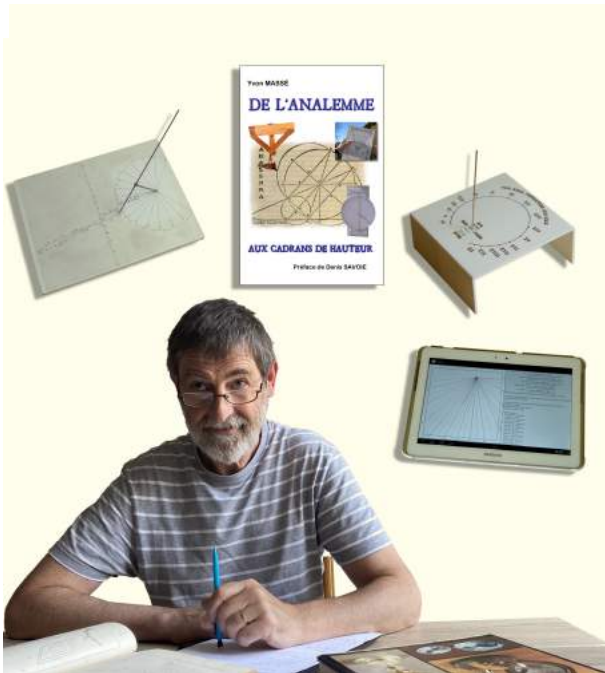
Cadran solaire de Médéa, réalisé au début du XXe siècle



Cadran solaire du Xe siècle (période Al-Andalus) exposé au musée de l'Alhambra à Grenade

Guesmia Abdelkader (palabdelkader@gmail.com) est établie à Saïda en Algérie, a débuté sa carrière dans la décoration extérieure des villes et s'est passionnée depuis 2 ans pour les cadrans solaires, un domaine qui devrait marquer la suite de sa carrière...

LA PAROLE À UN GNOMONISTE



Pourquoi ai-je occupé mes heures de loisir depuis le début de ma vie active à des problèmes de gnomonique ? Je ne sais pas vraiment répondre... tout comme, je suppose, la plupart des passionnés. À cette époque, qui peut presque paraître lointaine, l'Internet n'existait pas. Aussi, au tournant des années 90, j'ai dû rechercher les rares livres disponibles sur le sujet et consulter les catalogues de bibliothèques pour trouver de la matière et m'imprégner des méthodes propres à cette science.

Cette période de gestation dura une dizaine d'années pendant lesquelles j'ai beaucoup appris et essayé d'imaginer des configurations de cadran et des méthodes originales.

J'avais toutefois le sentiment d'être un peu seul...

C'est en 1996 que j'ai adhéré à la Société astronomique de France (SAF) et rejoint sa commission des cadrans solaires. Quel plaisir de rencontrer d'autres passionnés et de pouvoir partager avec eux ! La SAF m'a aussi permis d'agrandir l'horizon de mes recherches, sa bibliothèque rassemblant bien plus de livres que ce que j'avais déjà pu acquérir ou consulter.

Peu de temps après, l'Internet commençait à entrer dans les foyers et je découvrais cette nouvelle technologie de communication avec enthousiasme. N'était-ce pas une façon très dynamique de découvrir, diffuser et partager sur la gnomonique, domaine vraiment spécifique, et cela sans limites géographiques ! C'est ainsi que j'ai ouvert rapidement un modeste site pour présenter mes petites études.

Dans celles-ci, j'ai toujours privilégié la géométrie parce qu'elle est, pour moi, plus synthétique et qu'elle permet de mieux « sentir » les principes que les anciens ont dû utiliser pour imaginer les nombreuses formes de cadran qu'ils nous ont léguées.

La programmation informatique est aussi une activité que j'aime pratiquer. J'ai notamment voulu mettre en pratique un principe peu connu : tracer tous les types de cadran solaire plan à partir de 2 points d'ombre, sans avoir recours à l'inclinaison et la déclinaison. Cette activité a abouti au logiciel Calcad que j'ai progressivement amélioré. J'ai également développé TriSph, un outil de résolution des triangles sphériques, puis DesCad et TpSol sur ordiphones et tablettes.

Tous ces logiciels sont disponibles à partir de mon site <http://gnomonique.fr/>, auquel j'ai ajouté plus récemment, peut-être en souvenir des difficultés rencontrées au début de mon activité, un inventaire bibliographique de gnomonique avec accès aux numérisations disponibles sur Internet et un forum de discussion pour permettre à toute personne intéressée par les cadrans solaires de partager sur ce sujet passionnant.

Yvon Massé (yvasse2@wanadoo.fr)

LA PAROLE À UN CADRANIER

J'ai découvert le passionnant métier de cadranier il y a une dizaine d'années, dans le cadre d'une reconversion professionnelle.

Fort d'un brevet d'aptitude de peintre en lettres et de peintre décorateur ainsi que d'un CFAP de verrier (option vitrail) j'ai patiemment acquis, avec application et motivation, le délicat et complexe savoir-faire de cette profession, bénéficiant du soutien et des conseils de Christiane Guichard et de Jeff Dana, fondateurs de l'Atelier Tournesol, ainsi que de Joël Môme, artiste-verrier à Lyon.

Dans cette démarche, mes connaissances en gnomonique se sont progressivement développées, et ma maîtrise des outils informatiques s'est améliorée.



Tant et si bien... qu'en 2012, réalisant un vieux rêve, je crée l'Atelier Ombre-Jaille (<https://www.ombrejaille.com/>) - ombre-jaille signifiant « mi-ombre, mi-lumière » en patois dauphinois - entreprise spécialisée dans la création et la restauration de cadrans solaires, ainsi que dans la formation dans ce domaine.

Grâce à ma double formation, je propose en particulier la réalisation de cadrans solaires sur vitraux (l'heure se lit depuis l'intérieur du bâtiment), un type de cadran solaire qui était relativement répandu dans les édifices religieux européens entre le XVIe et le XVIIIe siècles.



Cadran solaire sur vitrail réalisé par Ombre-Jaille

J'aime créer des cadrans solaires, pour des maîtres d'ouvrage publics ou privés, et partager leur plaisir, à l'issue du projet, de voir un nouveau cadran solaire s'inscrire dans le paysage.

Mais j'aime aussi les opérations de restauration, redonnant pleine vie à un cadran souvent très détérioré au début de l'intervention.

On trouvera un exemple de rénovation (celui d'une méridienne de temps moyen à Monestier-de-Clermont dans l'Isère) dans cette vidéo <https://bit.ly/3n59RXe>

C'est avec passion et fierté que je poursuis aujourd'hui mon activité, que l'on découvrira plus en détail dans le reportage <https://bit.ly/3DbcbS0> que France 3 a bien voulu me consacrer fin 2018.

Didier Cottier (ombrejaille@gmail.com)

ZOOM SUR...

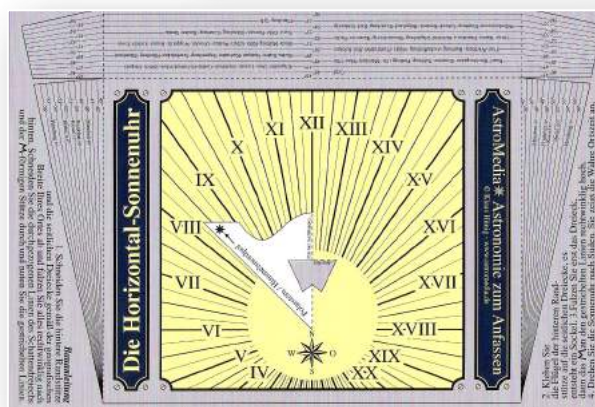
UN CADRAN SOLAIRE

Petit cadran équatorial (disque de 6,5 cm de diamètre) créé dans les années 80 par Erich Pollähne. Le style a été remplacé par un cylindre de plexiglass qui indique l'heure (solaire, voire légale) par un faisceau lumineux. Pour plus de détails, voir <https://bit.ly/3pz3Hjs>



UNE CARTE POSTALE

Une carte postale bien originale distribuée par <https://bit.ly/3E2xGED> (au prix de 1 €). Elle peut être découpée (après lecture...) et constituer alors un cadran horizontal s'adaptant à différentes latitudes. *(instructions en allemand)*



UN TIMBRE

Timbre lituanien, émis en 2000, d'1 litas (monnaie remplacée par l'euro en 2015) représentant un cadran solaire équatorial monté dans une sphère armillaire simplifiée.

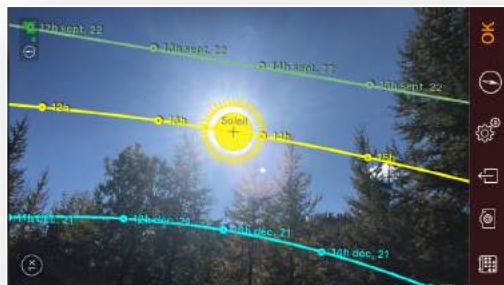


UNE VIDÉO

Une vidéo pour sourire... (voir <https://bit.ly/3aw2zVi> à 1 min 30 s). La reine Élisabeth II suggère une action très pertinente : « Peut-être pourrait-on déplacer ce cadran solaire qui est installé dans une partie du jardin à l'ombre ? » Ce qui a été fait depuis bien entendu !



ZOOM SUR...



Sun Seeker : une application iOS et Android (10 € environ) permettant, entre autres, de visualiser la course du soleil tout au long de l'année (elle apparaît sur votre téléphone ou tablette superposée au paysage que vous ciblez). Très utile pour savoir à quelles périodes et heures de l'année un cadran solaire sera effectivement éclairé par le Soleil ou... pour vérifier l'ensoleillement de votre futur appartement ou maison !

**UN
LOGICIEL**



Un très beau livre du gnomoniste - cadranier catalan Francesc Clarà que vient d'éditer la Societat Catalana de Gnomònica. Il est en catalan, mais permet aux amateurs ou experts ne parlant pas cette langue de découvrir ou retrouver assez facilement, grâce à de nombreux croquis et photos, le principe de conception et des méthodes de construction de dizaines de cadrans solaires, dont certains très originaux et faciles à réaliser !

<https://www.gnomonica.cat/>

UN LIVRE

$$DS = HS - 90^\circ + LAT$$

avec

DS : déclinaison du Soleil
HS : hauteur du Soleil
LAT : latitude du lieu

La déclinaison DS du Soleil (ou la latitude LAT du lieu si vous connaissez DS) peut être facilement déterminée à midi solaire, à l'aide d'un gnomon, par la formule suivante (qu'un schéma simple vous permettra de retrouver) : $\tan HS = h / d$ (avec h hauteur du gnomon et d distance du pied du gnomon à l'extrémité de l'ombre à midi).

**UNE
FORMULE**



Gai lézard, bois ton soleil, l'heure ne passe que trop vite et demain il pleuvra peut-être

Devise (en provençal) sur le cadran installé au-dessus de l'entrée de la « Maison du lézard », à Maillane (Bouches-du-Rhône, France) où Frédéric Mistral a achevé son œuvre Mirèio (Mireille).

**UNE
DEVISE**

JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

UN CADRAN SOLAIRE CONÇU POUR UNE MAUVAISE LATITUDE...

On vient de vous offrir un beau cadran horizontal à installer sur le rebord de votre fenêtre ou sur votre balcon (ou sur une colonne dans votre jardin si vous en possédez un !). Vous appréciez le cadeau mais rencontrez un petit problème... Le cadran a été très bien tracé, par un gnomoniste de toute confiance, mais pour une latitude de 55° alors que la latitude de votre lieu d'habitation, près de Nantes, est de 47° environ ! Que faire ? Accepter que le cadran ne soit pas précis ? Retourner le cadeau ? Faire une correction de lecture ? Ou... ?



UNE ÉNIGME

QUEL HEURE EST-IL AU PÔLE SUD?

Votre amie vient de rejoindre l'équipe de recherche de la station américaine Amundsen-Scott au pôle Sud et va avoir la chance d'y passer 3 mois. N'ayant pas de nouvelles d'elle depuis son arrivée prévue à la station, vous vous apprêtez à la joindre par téléphone mais hésitez... Quelle heure est-il au pôle Sud alors que tous les fuseaux horaires s'y rejoignent et que vous ne pouvez donc pas calculer le décalage horaire avec ce lieu ?

Et si votre amie avait décidé d'atteindre le pôle Nord, à quelle heure pourriez-vous l'appeler ?



JEUX ET ÉNIGMES

UN PROBLÈME GNOMONIQUE

VEILLER À CE QUE LES ENFANTS NE SE BLESSENT PAS...

Vous avez enfin réussi à décider la directrice de l'établissement scolaire qu'il était pertinent d'installer un cadran solaire sur un mur plein sud de la cour de récréation afin que les enseignantes et enseignants puissent notamment utiliser le cadran dans leur approche de l'astronomie. Le cadran sera cependant à hauteur des enfants et un parent d'élève vous fait remarquer avec raison que l'extrémité du style peut être dangereuse et vous recommande donc de concevoir un tel cadran mais sans style. Un cadran mural sans style ? Comment faire ? (problème inspiré d'un « cadran solaire du mois » de Joël Robic ; voir pages 12 et 13 de ce magazine).



UN TEST RAPIDE

HEURES INTRUSES...

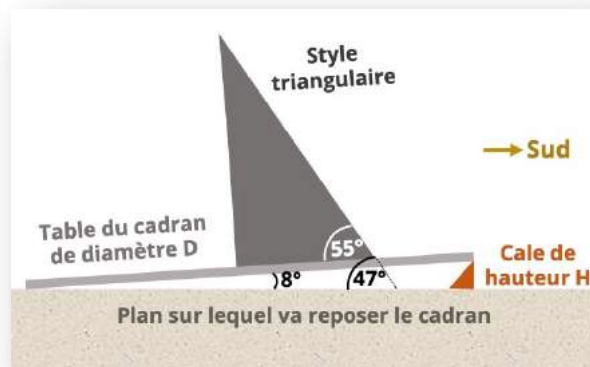
Au-delà des heures solaires vraies, on peut indiquer sur un cadran solaire bien d'autres heures... Saurez-vous trouver l'intrus dans la liste ci-après : l'heure solaire moyenne, l'heure normale d'Europe centrale, les heures babyloniennes, les heures calendaires, les heures italiennes, les heures temporaires ?



SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

Ce serait bien dommage de posséder un si bel instrument de mesure et d'accepter qu'il ne soit pas précis lorsque vous aurez vérifié son horizontalité et l'aurez dirigé comme il convient vers le sud (dans l'hémisphère nord). Une correction de lecture est difficile à imaginer mais il est inutile de retourner le cadeau. Comme le cadran est correctement tracé, il suffit d'orienter le style afin qu'il fasse un angle de 47° (et non plus de 55°) avec l'horizontale et ce sera facile, en inclinant la table de 8° ($= 55^\circ - 47^\circ$), ajoutant par exemple une petite cale sur le bord sud du cadran ! La hauteur H de la cale sera de $D \sin 8^\circ$ (D étant le diamètre de la table du cadran) comme vous pouvez le retrouver sur la figure ci-dessous. Vous pourrez alors lire l'heure solaire avec précision sur votre cadran, voire en déduire l'heure l'égalée avec la formule bien connue et que vous retrouverez ici <https://bit.ly/3mTbHJh> sur le MOOC cadrans solaires.



UNE ÉNIGME

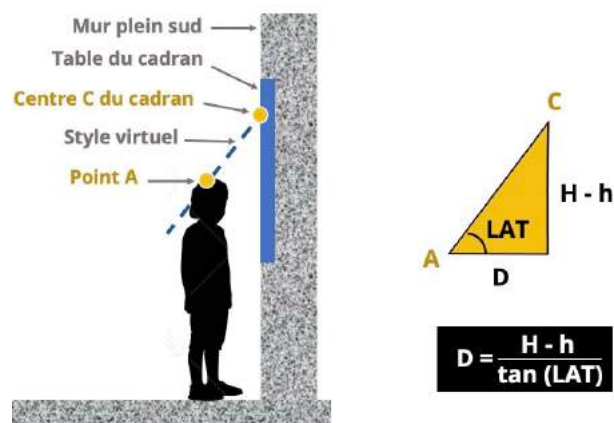
Eh bien, l'heure au pôle Sud (ou au pôle Nord) est celle que l'on veut puisque tous les fuseaux horaires s'y rejoignent ! Au pôle Nord, il a été cependant convenu de se référer au fuseau horaire contenant le méridien de Greenwich (UTC \pm 0). Au pôle Sud, par commodité, les occupants des stations scientifiques choisissent comme fuseau de référence celui de leur base de ravitaillement (ce qui contribue à la curieuse répartition des fuseaux horaires représentée ci-dessous). La station américaine Amundsen-Scott a donc adopté le fuseau horaire de la Nouvelle-Zélande (UTC +12 pendant l'hiver austral, UTC +13 pendant l'été austral), puisque la base McMurdo près de Christchurch en Nouvelle-Zélande sert de base logistique à la station. Vous pouvez maintenant appeler votre amie à une heure convenable...



SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

UN PROBLÈME GNOMONIQUE

Considérons l'illustration ci-dessous : sur la partie gauche est représenté un enfant face au cadran solaire sans style (vue de côté). Un style virtuel est représenté, à la place qu'occuperait le style d'un traditionnel cadran mural. Soit le centre C du cadran, c'est-à-dire le point où le style est fixé à la table, à une hauteur H du sol. Le point A est le point où le sommet de la tête de l'enfant rencontre le style virtuel. L'heure solaire se lit donc sur le mur au sommet de la tête de l'enfant ! Supposons que la taille de l'enfant soit h. La partie droite du schéma permet de déduire assez facilement la distance D du mur à laquelle doit se tenir l'enfant. Pour permettre aux enfants de différentes tailles d'indiquer l'heure solaire avec le sommet de leur tête, il conviendra de tracer sur le sol des marques successives de taille (sur la droite perpendiculaire au mur et formant un plan vertical avec le style). Cela manquera un peu de précision mais sera amusant. Certains préféreront cependant, pour des raisons pédagogiques, conserver le style mais installer le cadran plus haut sur le mur, évitant ainsi tout danger avec le style...



UN TEST RAPIDE

L'heure solaire moyenne est l'heure solaire vraie corrigée de l'équation du temps ; on peut traditionnellement indiquer l'heure solaire moyenne par une « courbe en huit » entourant la ligne de midi solaire (ou chaque ligne horaire). L'heure normale d'Europe centrale (CET en anglais) est l'heure légale en France, comme dans de nombreux pays européens : il suffit donc de tracer des lignes horaires corrigées de l'écart de longitude (on devra en fait indiquer 2 marques horaires sur chaque ligne horaire, l'une pour l'heure d'été et l'autre pour l'heure d'hiver (voir un exemple sur cette page du MOOC cadrans solaires <https://bit.ly/3DOgjqY>). On peut également tracer sur un cadran solaire les heures babyloniennes et italiennes, comptant respectivement les heures à partir du lever et du coucher du Soleil, ainsi que les heures temporaires (le jour et la nuit sont divisés en 12 h quel que soit le jour de l'année) mais tout cela devient peut-être un peu compliqué pour le gnomoniste amateur, qui trouvera une aide précieuse dans des ouvrages gnomoniques de référence tel « Les cadrans solaires » de René R. J. Rohr (Gauthier-Villars - 1965). Quant aux heures calendaires, elle constituent les heures intruses...

COURRIER DES LECTEURS

07-09-2021 (depuis les USA)

... Congratulations on the launch of your new venture! I have enjoyed reading through the issue of CSPT - but note that several of the links do not work....

Merci d'avoir repéré ce problème. Effectivement, les liens sur 2 lignes posent problème. Ceci sera corrigé !

15-10-2021

... Concernant le n°1 du magazine, j'ai apprécié la forme qui est très agréable, aérée et moderne.. La place donnée aux personnes qui s'activent autour des cadrans solaires est intéressante et cette matière est rarement traitée... Je ne trouve pas nécessaire de donner la réponse dans le même numéro...

C'est vrai que l'on peut hésiter pour les solutions des énigmes. Pour l'instant, elles sont dans le même numéro car je pensais que l'on aimerait y réfléchir tout de suite et voir la solution pour vérifier. Mais si un grand nombre de lecteurs les souhaitent dans le numéro suivant, c'est ce qui sera fait !

07-09-2021

... Merci pour ce n°1 que je trouve déjà bien fourni avec des articles sérieux, clairs et accessibles, et avec une partie récréative sympathique. Bravo, que cela perdure...

09-09-2021 (depuis l'Algérie)

... C'est avec une grande joie que je viens de lire le n°01 du magazine « CS pour tous ». Je saisis cette opportunité pour vous remercier et vous encourager pour tout ce que vous faites soit du côté astronomie ou pédagogique qui manque beaucoup aux fans de la gnomonique à travers le monde ! Cela nous permettra de partager, d'échanger les idées et photos de CS afin de mieux développer nos connaissances et vulgariser plus ce domaine. Bonne continuation ...

08-09-2021 (forum du MOOC)

... Bravo pour ce 1er numéro de "Cadrans solaires pour tous". La présentation est très attrayante, claire et bien illustrée. Les notions de base sont bien expliquées et les articles tous intéressants et accessibles. Longue vie au magazine....

09-10-2021 (depuis l'Algérie)

... Je trouve que dédier un magazine aux cadrans solaires est une très bonne idée, à travers laquelle on peut apprendre tout ce qui touche au monde des cadrans solaires et élargir les idées d'étudiants, d'amateurs, de passionnés et même de professionnels, et le plus important de tout cela est de préserver ce méconnu patrimoine...

09-10-2021

... J'ai trouvé le numéro 1 très bien et l'idée est excellente! Je vois d'ailleurs via Twitter que le magazine et le MOOC sont très utiles....

09-10-2021

... J'ai beaucoup aimé ce premier numéro dans lequel j'y ai trouvé beaucoup d'informations très utiles... En tout cas, merci et bravo pour votre travail de vulgarisation d'une matière qui n'est pas simple à aborder....

Merci à tous pour vos encouragements ! Ce magazine est conçu pour être utile au plus grand nombre et je suis heureux que vous soyez nombreux à l'apprécier, comme le montre cet extrait des retours reçus.



CRÉDITS PHOTOS ET ILLUSTRATIONS

- Couverture : Photo Roselyne Robic (avec la permission de Joël Robic)
- Pages 2 et 3 : Photos Roger Torrenti
- Pages 4 et 5 : Copies d'écran fil Twitter @MOOC_CS
- Page 7 : Photos Roger Torrenti
- Pages 8 et 9 : Photos et illustrations Joël Petit
- Pages 10 et 11 : Photos Éric Cousin
- Pages 12 et 13 : Photos Joël Robic
- Pages 14 et 15 : Illustrations Roger Torrenti - Document Wikimedia Commons (Fichier : Moondial queens college.jpg - Auteur Throwawayhack - Licence CC BY-SA 3.0)
- Pages 16 et 17 : Photos Jasmin Gauthier - Copie d'écran du site <https://sites.google.com/site/ccsq2015>
- Pages 18 et 19 : Photos Didier Benoît
- Pages 20 et 21 : Photos Jean-François le Saux
- Page 22 : Illustration Roger Torrenti
- Page 23 : Illustration Pierre-Louis Cambefort - Photo Giorgio Mesturini
- Pages 24 et 25 : Photos Guesmia Abdelkader - Document Wikimedia Commons (Fichier : Cadran_solaire_a_Timgad.jpg - Auteur Yves Jalabert - Licence CC BY-SA 2.0) - Photo Roger Torrenti
- Page 26 : Photo Yvon Massé
- Page 27 : Photos Didier Cottier
- Page 28 : Photos Roger Torrenti - Copie d'écran de la vidéo <https://www.youtube.com/watch?v=OiFNWkMGUL0>
- Page 29 : Photos et illustration Roger Torrenti - Document Wikimedia Commons (Fichier : Maison de Frédéric Mistral, Maillane, 1914.jpg - Auteur Agence Rol - Domaine public)
- Page 30 : Document Wikimedia Commons (Fichier : A horizontal sundial from Hungary 1.jpg - Auteur Takkk - Licence CC BY-SA 3.0) - Document Wikimedia Commons (Fichier : SouthPoleStationDestinationAlpha.jpg - Auteur Daniel Leussler - Licence CC BY-SA 3.0)
- Pages 31 : Photo Joël Robic - Document Wikimedia Commons (Fichier : Windup alarm clock.jpg - Auteur Evil saltine- Domaine public)
- Page 32 : Illustration Roger Torrenti - Document Wikimedia Commons (Fichier : UTC hue4map ATA.png - Auteur Phoenix B 1of3 - Domaine public)
- Page 33 à 36 : Illustration et photos Roger Torrenti

Ci-dessus : cadran solaire du presbytère de Servoz en Haute-Savoie (France), photographié en 2018.

Page suivante : cadrans solaires de Saint-Véran, dans les Hautes-Alpes (France), en août 2020.

